

PESQUISA, TECNOLOGIA E RENDIMENTO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS DA AGRICULTURA PAULISTA

Gabriel L. S. P. da Silva

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Coordenadoria Sócio-Econômica

Instituto de Economia Agrícola



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

ISSN 0101-5109
Relatório de Pesquisa
12/86

PESQUISA, TECNOLOGIA E RENDIMENTO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS DA AGRICULTURA PAULISTA

Gabriel L. S. P. da Silva

São Paulo
1986

ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO	1
2 - ASPECTOS TEÓRICOS	3
3 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DO ESFORÇO DA PESQUISA	9
4 - IMPACTOS NOS RENDIMENTOS DAS CULTURAS	21
5 - IMPLICAÇÕES ECONÓMICAS	63
LITERATURA CITADA	71
RESUMO	76
SUMMARY	77
ANEXO	78

PESQUISA, TECNOLOGIA E RENDIMENTO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS DA AGRICULTURA
PAULISTA (1)

Gabriel L.S.P. da Silva (2)

1. INTRODUÇÃO

Diversos estudos realizados nos últimos anos vêm contribuindo para o diagnóstico de que o desempenho algo insatisfatório da agricultura brasileira explica-se, em boa parte, pela existência de obstáculos tecnológicos capazes de dificultar, seja um crescimento mais acelerado da produção global, seja uma expansão adequada da produção de determinados produtos agrícolas.

Esse diagnóstico torna-se fonte de maior preocupação face ao reconhecimento de que o momento atual coloca, através da política econômica em curso, pesados desafios ao setor agrícola. Talvez mais que em qualquer outro momento de nossa história econômica, considera-se hoje imprescindível uma contribuição efetiva da agricultura para a superação dos desequilíbrios internos e externos com que se defronta a economia brasileira.

De outra parte, as condições econômicas provavelmente são hoje menos favoráveis que em qualquer outra época ao crescimento agrícola extensivo, via incorporação de novas terras e novos contingentes de trabalhadores ao processo de cultivo. A maior distância da fronteira agrícola e a menor aptidão natural de boa parte dessas terras traduzem-se em custos mais elevados. A acelerada migração rural-urbana tende a produ

(1) O autor reconhece e agradece os comentários de Fernando B. H. de Melo e Nelson B. Martin a uma versão anterior desse trabalho, agora revisada, expandida e atualizada. Aquela versão corresponde a parte de sua Tese de Doutorado, defendida na Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, em maio de 1983.

(2) Pesquisador do Instituto de Economia Agrícola, Professor da Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

zir os mesmos efeitos. Estreitam-se, dessa forma, importantes restrições que condicionam a performance da agricultura.

Assim sendo, mesmo considerando as possibilidades de se expandir a existente dotação de recursos e de se facilitar o acesso aos mesmos, devemos admitir que o crescimento agrícola provavelmente depende nã cada vez mais do aumento da produtividade dos recursos primários, ao longo dos próximos anos.

Nesse estudo, que constitui aprofundamento de contribuições anteriores sobre o mesmo tema, SILVA; FONSECA; MARTIN (45, 46), dedicamos a investigar as relações entre pesquisa, progresso tecnológico e produtividade agrícola. A abordagem utilizada enfatiza a pesquisa não como meio para simplesmente desbocar a curva de possibilidades de produção da agricultura, mas sim como meio para lhe modificar a forma. Em outras palavras, procuramos investigar a contribuição da pesquisa para a produtividade dos vários segmentos da agricultura (3).

Iniciamos esse trabalho com algumas considerações mais teóricas sobre as relações entre tecnologia e produtividade, e também sobre a natureza econômica das atividades de pesquisa científica e tecnológica e seus produtos. Prosseguimos com uma caracterização geral do esforço de pesquisa desenvolvido em São Paulo. Relacionamos então a pesquisa dirigida a cada cultura com a evolução da respectiva produtividade; dispensamos nessa parte atenção primordial aos efeitos do progresso tecnológico resultante desse esforço de pesquisa sobre a agricultura paulista, mas procuramos também identificar seus impactos em outros Estados. Essa análise, a nível de produtos, convenientemente agrupados, permitiu-nos tecer algumas considerações sobre os efeitos distributivos do progresso

[3] Em outro estudo, SILVA (42) procuramos avaliar, retrospectivamente, a contribuição da pesquisa agrícola (e também da extensão rural) para a produtividade agrícola agregada em São Paulo. Nesse campo lembramos também outro estudo recente, que tenta avaliar, em bases prospectivas, a contribuição da pesquisa realizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, Cruz; Paiva; Avila (15).

tecnológico (entre consumidores e produtores) e sobre os condicionantes do padrão de pesquisa identificado. Breve discussão das implicações dos resultados para a formulação de política de pesquisa fecha nosso trabalho.

2. ASPECTOS TEÓRICOS

Produtividades são usualmente tomadas como indicadores de progresso tecnológico, embora possam também se alterar em consequência de outras causas, como mudanças nos preços relativos dos fatores, presença de economias de escala, e outras características técnicas do processo de produção.

O progresso tecnológico conduz não só a ganhos de produtividades parciais, medidos por quocientes produto/fator, mas também a ganhos de produtividade total, medidos pelo quociente produto/fatores combinados. Evidentemente, medidas parciais de produtividade, tais como produto por hectare ou produto pelo trabalhador, tornam-se medidas pobres de progresso tecnológico quando se alteram as proporções entre os fatores, como em geral ocorre ao longo do tempo. Um Índice de produtividade total, apropriadamente calculado, seria por esta razão mais indicado nessas circunstâncias ⁽⁴⁾.

Não obstante, neste estudo foi-nos impossível trabalhar com ganhos de produtividade total, por inexistirem informações sobre o uso dos diferentes fatores de produção a nível de culturas. A única exceção é a terra, restringindo-se por isso toda a análise à sua produtividade, ou seja, ao rendimento das culturas.

Essa abordagem envolve, portanto, limitações, que não vemos como eliminar no momento, mas pensamos que ela não invalida o estudo. Nesse contexto é interessante lembrar que para o conjunto da agricultura a produtividade da terra e a produtividade total dos fatores vêm crescendo si

⁽⁴⁾ Ver a respeito Nadiri (33) e Christensen (13). Silva (43) também apresenta uma discussão do problema, seguida de aplicação do conceito de produtividade total na agricultura brasileira.

multaneamente, embora a diferentes taxas, ao longo do tempo, Silva [42].

Para dar seguimento a essa discussão, admitamos a hipótese de que a produção agrícola pode ser representada por uma função de produção separável, capaz de descrever os subprocessos mecânico e biológico que compõem o processo global de produção na agricultura.

Segundo essa concepção, que ganhou força com a análise de HAYAMI & RUTTAN [24], a possibilidade de substituição de fatores seria grande dentro de cada subprocesso mas pequena entre os dois subprocessos. Assim, admite-se que o fator primário no processo biológico - a terra - pode ser substituído por outros fatores participando nesse subprocesso - sementes, fertilizantes, defensivos, irrigação, práticas de cultivo etc. - que determinariam predominantemente a produção por unidade de área. Analogamente, o fator primário no subprocesso mecânico - trabalho humano - pode ser substituído por força animal, tratores, equipamentos, etc. - que afetariam basicamente a produção por unidade de trabalho.

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

No caso da presente análise, a omissão de tratores, equipamentos, etc. limita-a ao subprocesso biológico. Como se verá, todavia, a maior parte do esforço de pesquisa cujos efeitos pretendemos analisar foi voltada para esse subprocesso. Podemos assim considerar aquela restrição menor, comparativamente à omissão das sementes, fertilizantes, defensivos e demais fatores participantes do subprocesso biológico. A esse respeito, entretanto, parece defensável a posição de EVENSON & KISLEV [17], que em situação semelhante justificam esta omissão com o argumento de que a adoção desses fatores depende da pesquisa agrícola, citan

do como exemplo o desenvolvimento de variedades com elevada resposta a fertilizantes como um pré-requisito para a expansão de seu uso. Finalizando este comentário, é importante realçarmos que os ganhos de rendimento expressarão, nesse contexto, o efeito total da pesquisa, incluindo a contribuição indireta através daqueles fatores. Como resultado, a contribuição da pesquisa será viesada para cima.

Discutido este aspecto, teceremos agora algumas considerações sobre a natureza econômica da atividade de pesquisa agrícola, bem como da tecnologia resultante, para completar o embasamento teórico do trabalho ⁽⁵⁾.

Como investimento voltado para a geração de novos conhecimentos (básicos e aplicados) com possibilidade de emprego mediato ou imediato na produção agrícola, a pesquisa caracteriza-se como atividade sujeita a problemas de interdependência e não-compensação que originam externalidades.

Por essa razão, o sistema de mercado tende a ser impotente para gerar estímulo econômico que propicie adequada alocação de recursos para o desenvolvimento científico e tecnológico no campo da agricultura. No caso extremo, em que conhecimentos gerados pela pesquisa caracterizam-se como bens públicos, vale dizer bens ofertados a preço zero, claramente seus produtores não têm como se apropriar dos ganhos provenientes de sua inovação, de forma a assegurar o necessário retorno econômico aos investimentos. É certo, entretanto, que nem todos os conhecimentos gerados pela pesquisa agrícola pertencem a essa categoria. Na verdade, talvez alguns caracterizem-se mesmo como bens privados, sendo provável que em maior número situem-se em posição intermediária, gerando por conseguinte efeitos externos.

⁽⁵⁾ Essas considerações baseiam-se em nosso esboço anterior sobre o tema, Silva [44], enriquecido com a contribuição de Melo (1978). Julgamos conveniente incluí-las neste trabalho, para complementar a análise desenvolvida em nossa tese, Silva [43].

Alguns exemplos podem elucidar melhor essa questão. Assim, conhecimentos básicos em ciências agrícolas normalmente pertencem ao conjunto dos bens públicos ⁽⁶⁾, o mesmo acontecendo com certos conhecimentos agrícolas aplicados, como por exemplo métodos de preparo do solo, adubação, épocas de plantio, etc. Ambos os tipos de conhecimento podem ser livremente usados, por pesquisadores ou agricultores, sem possibilidade de compensação entre as partes interessadas, ou seja, produtores e usuários de tais conhecimentos.

Em termos de técnicas agrícolas e segundo a classificação proposta por EVENSON [16], as categorias vegetal-biológica e animal-biológica apresentariam efeitos externos mais sérios, relativamente às categorias química e mecânica, em decorrência de características inerentes aos produtos das atividades de pesquisa, e estruturas dos respectivos mercados.

Com respeito a técnicas biológicas, a observação de HAYAMI & YAMADA [25] de que no Japão a participação do setor privado foi bastante pequena nas pesquisas visando ao desenvolvimento dessas inovações, parece consistente com a generalização anterior. Já o caso do milho híbrido, estudado por GRILICHES [23], apresentaria certa inconsistência, pois ao esforço do setor público somou-se importante contribuição de organizações privadas. O ponto interessante a elucidar com esse contraste é que, em nossa opinião, SILVA [44], pode surgir no caso de inovações biológicas um mecanismo de proteção não legal, mas propriamente biológico.

Uma técnica representada por uma variedade mais produtiva que se multiplique vegetativamente, ou por reprodução sexuada simples, não permitirá ao melhorista se apropriar dos ganhos dela resultantes es se é o caso da cana-de-açúcar e do arroz, por exemplo. Se, entretanto, a referida técnica envolver o uso de semente híbrida, a situação tende a

(6) Sobre o problema dos estímulos à pesquisa científica básica, ver Nelson [34].

ser diversa. O agricultor não poderá reutilizá-la, pois o mecanismo de segregação genética reduzirá seu potencial de produção nas gerações seguintes, criando-se assim condições para a apropriação dos resultados da pesquisa, através de preços artificialmente altos das sementes híbridas [esse é o caso do milho e do sorgo, por exemplo].

Com relação a técnicas mecânicas e químicas, evidências de proteção eficiente foram produzidas por HAYAMI & RUTTAN [27], no caso da maquinaria agrícola, e por SAHOTA [31] no caso dos fertilizantes. Inseticidas, herbicidas e outros produtos agroquímicos estariam em situação semelhante, a julgar pelo dinamismo desse agrupamento industrial. Ao que tudo indica, portanto, sempre que equipamentos ou insumos adquiridos no mercado incorporam conhecimentos protegidos pelo sistema de patentes, criam-se condições para que o setor privado seja bem atuante nas correspondentes atividades de pesquisa e desenvolvimento.

Visto o processo de geração de novas técnicas pelo ângulo do agricultor, ou organização de agricultores, o estímulo à inovação dependerá da possibilidade de internalização de uma quase-renda, associada ao uso da nova técnica, que será mais ou menos duradoura dependendo das condições de oferta e demanda do bem cujo processo de produção for aprimorado. Evidentemente, quanto mais elástica for a demanda, maior parte dos ganhos será apropriada pelos produtores e maior será o estímulo à inovação. Demanda menos elástica induzirá transferência de ganhos para os consumidores e, portanto, menor estímulo à inovação.

O reconhecimento da importância das externalidades, no caso da pesquisa científica e tecnológica com aplicação na agricultura, conduz à conclusão de que a alocação de recursos a essas atividades tende a ser inferior à que seria socialmente desejável. E, mais firme ainda se torna essa conclusão, se levarmos em conta características muito particulares do processo de produção de conhecimentos científicos e tecnológicos: como amplamente reconhecido, as atividades de pesquisa são muito exigentes em tempo e têm caráter bastante aleatório, aspectos esses capazes de re

duzir drasticamente os incentivos à criação de técnicas agrícolas pelo se tor privado. Impõe-se, conseqüentemente, a participação efetiva do governo no neste campo, sob risco de se penalizar o desenvolvimento da agricultura, com reflexos sobre toda a economia.

De um ponto de vista teórico, poderíamos ainda pensar na conveniência de forte intervenção governamental nesse domínio porque, mesmo nos casos em que a iniciativa privada pode encontrar oportunidades lucrativas na geração de técnicas agrícolas, a análise da questão de um ponto de vista social não poderia deixar de levar em conta a velocidade de adoção das inovações.

Nesse sentido, como é característica peculiar e fundamental da técnica sua não escassez natural, pois técnica significa conhecimento e este certamente não se torna mais escasso por ser partilhado, uma inovação vantajosa gerada por instituição pública, e posta à disposição dos agricultores a preço zero, tenderia a se difundir muito rapidamente.

Já uma inovação gerada por instituição privada, fornecida aos agricultores a preço positivo, viabilizado pela criação de escassez artificial, via monopólio temporário estabelecido pelo sistema de patentes ou outro recurso, tenderia a se difundir mais lentamente, pois o retorno proporcionado pela inovação seria distribuído entre os usuários e a instituição privada de pesquisa.

Analisado por este ângulo o problema, evidencia-se a necessidade de comparar a contribuição positiva da iniciativa privada na geração de inovações, supostamente associada à sua capacidade de melhor captar as necessidades de novas técnicas e de mais eficientemente produzi-las, relativamente às instituições governamentais, com o efeito negativo resultante da provável redução do ritmo de difusão das inovações.

A maximização dos benefícios sociais do progresso tecnolôgico depende assim de questões complexas, que não podem ser solucionadas por meios puramente especulativos (⁷). Para concluir esse comentário pode

(⁷) Talvez a mais séria dessas questões esteja nascendo nesses dias: a privatização e o sigilo sobre a ciência básica, induzidos por estímulos especiais, quando seria desejável o inverso.

nãamos aduzir que, se existirem razões para supor que o governo tem condições de ser tão eficiente quanto a iniciativa privada, nas atividades de geração e difusão de tecnologia, então essa seria a melhor alternativa. Se houver motivos para supor o contrário, como há indicações de que aconteça à medida que a tecnologia se sofisticava, então um esquema envolvendo os setores público e empresarial poderia se justificar. De qualquer modo, o fato de que, em diversos países, as instituições públicas ou privadas sem fins lucrativos têm sido as mais utilizadas formas de organização da pesquisa agrícola indica que a primeira hipótese levantada parece refletir a realidade, para grande parte das inovações tecnológicas no campo da agricultura.

3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO ESFORÇO DE PESQUISA

Como já mencionamos, apenas a pesquisa realizada em São Paulo foi considerada neste trabalho. Para maior exatidão é necessário aduzir que cuidamos exclusivamente da pesquisa feita por instituições públicas mantidas pelo Governo do Estado, não se procedendo a tratamento sistemático da pesquisa realizada por instituições públicas federais e por empresas privadas.

Esse procedimento merece justificação, embora realmente ele não pareça envolver restrições mais sérias: sabe-se que a atuação das instituições públicas federais realizando pesquisa agrícola em São Paulo foi muito reduzida, como foi também pouco expressiva a pesquisa na área privada, durante o período coberto por este estudo ⁽⁸⁾.

É extremamente escassa a documentação sobre o trabalho de pesquisa agrícola ao nível de culturas, sendo muito difícil construir sê

(8) A partir do trabalho de Silva, Fonseca; Martin (45) pode-se verificar que foi de apenas 3% a participação das instituições públicas federais, no número de publicações científicas referentes a São Paulo, durante o período 1927-1977. De outra parte, é muito recente a expansão das atividades de pesquisa agrícola por empresas privadas, envolvendo programas de melhoramento de milho e de cana-de-açúcar, testes de fertilizantes e defensivos, etc.

ries dos gastos com a pesquisa dirigida a cada uma delas. De qualquer forma, a confiabilidade de tais dados seria pelo menos sofrível. Por esse motivo optamos por uma medida alternativa: o número de artigos científicos publicados. Este procedimento já foi utilizado em estudos de natureza semelhante por EVENSON & KISLEV (18) e, no Brasil, por SILVA; FONSECA; MARTIN (45, 46) e também por MELO (31).

Naturalmente o uso desse indicador apresenta vantagens e desvantagens. Entre as primeiras pode-se considerar o fato de que fornece informações por cultura e por tipo de pesquisa e de que constitui o resultado (ou produto) da pesquisa, enquanto o dispêndio caracteriza-se mais como um indicador de intenções. Entre as últimas vale lembrar que nem todas as pesquisas são necessariamente publicadas, que eventualmente uma mesma pesquisa é dividida em mais de um artigo e que quantidade e qualidade dos trabalhos podem não estar relacionados. Todavia, é provável que as vantagens superem as desvantagens, sobretudo se as publicações forem criteriosamente selecionadas, escolhendo-se as revistas científicas que publicam o trabalho de pesquisa mais relevante, como recomendam EVENSON & KISLEV (17).

Nossa tentativa de caracterizar o esforço de pesquisa sobre o período 1925-1979 e abrange as principais instituições de pesquisa agrícola que operaram em São Paulo nesse período: Instituto Agrônomo, Instituto Biológico e Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz". Uma relação dos veículos de divulgação utilizados pelos pesquisadores dessas instituições e considerados neste trabalho é fornecida no Anexo.

A partir dos índices das publicações selecionadas, com consultas aos sumários sempre que necessário, os trabalhos foram classificados em categorias quanto ao tipo de produto e natureza da pesquisa. Foram consideradas 5 categorias no que diz respeito aos produtos. A primeira engloba os produtos exportáveis. A segunda abrange os produtos alimentares básicos e a terceira as hortaliças e frutas, ambas referindo-se a produtos domésticos. Uma quarta categoria, denominada outros produtos, foi

criada para englobar pesquisas sobre grande número de culturas de pequena expressão econômica. Finalmente, a quinta categoria abarca os estudos não relacionados a produtos.

A classificação utilizada neste trabalho reflete a segmentação da agricultura brasileira, realçada por BARRROS & GRAHAM (5) e também por MELO (29). Embora nossa classificação se distinga, em parte, das propostas por estes autores, o critério de diferenciação dos produtos é fundamentalmente o mesmo e baseia-se no processo de formação de preços. Enquanto, no caso dos produtos domésticos, apenas variáveis internas são relevantes para determinação de preços e quantidades, no caso dos produtos transacionados internacionalmente são essenciais as condições prevalescentes nos mercados externos.

A principal implicação da existência dessas duas categorias de bens para o presente estudo é que no caso dos produtos exportáveis os preços tendem a se manter mais estáveis, ao passo que no caso dos produtos domésticos a demanda torna-se preço-inelástica, de modo que as variações da oferta tendem a produzir acentuadas flutuações de preços. E essa situação não só contribui para dificultar o processo de adoção de novas técnicas pelos agricultores, como inclusive pode afetar desfavoravelmente o processo de geração de novas técnicas, restringindo os ganhos de produtividade.

Foram considerados como produtos exportáveis café, algodão, citros, cana-de-açúcar, amendoim, soja e mamona. Como domésticos foram incluídos milho, arroz, feijão, batata, mandioca e trigo, formando o grupo dos alimentos básicos; e constituindo o grupo das hortaliças e frutas, foram reunidos tomate, cebola, banana e outros produtos do gênero (9).

Quanto à natureza, as pesquisas foram classificadas em 10 categorias (10). A primeira engloba os trabalhos relacionados à genéti-

(9) Para maiores detalhes sobre essa classificação ver Silva (42).

(10) Ao propor essa classificação buscamos inspiração em outros trabalhos: Schultz (40); Silva; Fonseca; Martin (45) e Melo (29).

tica e melhoramento, capazes de conduzir ao desenvolvimento de novas variedades e, portanto, de afetar significativamente os rendimentos das culturas. A segunda categoria abrange as pesquisas relacionadas à adubação (mineral e orgânica) e calagem, importantes para manutenção do nível de produtividade, que tende a cair em decorrência da perda da fertilidade natural dos solos, bem como para elevação da produtividade, nesse caso atuando em conjugação com variedades de maior potencial produtivo e capacidade de resposta à aplicação de fertilizantes. A terceira categoria envolve pesquisas sobre as diversas práticas culturais (como por exemplo espaçamento, época de plantio, controle de ervas daninhas, etc.), capazes de produzir efeitos mais expressivos apenas em conjunto com o uso de variedades mais produtivas e fertilizantes. A quarta categoria refere-se às pesquisas sobre pragas e doenças e caracteriza-se mais como de manutenção do que de aumento de produtividade. A quinta categoria, que denominamos pesquisas biológicas básicas, engloba estudos de natureza mais fundamental relacionados à fisiologia, nutrição, citologia, anatomia, morfologia e taxonomia. Acredita-se que conhecimentos nestas áreas sejam importantes para promover avanços significativos das pesquisas mais aplicadas (esse é também o caso da genética, que entretanto foi mantida junto com melhoramento devido à dificuldade em estabelecer limites precisos entre os dois campos). Solo e clima correspondem à sexta e sétima categorias, com pesquisas que tratam do inventário desses recursos, da adaptação das culturas a diferentes condições ambientais e também de problemas de manutenção de produtividade, como no caso dos estudos sobre conservação do solo ou sobre prevenção dos efeitos de geadas. A oitava categoria refere-se à irrigação e drenagem, práticas com efeitos diretos sobre o rendimento das culturas. Pesquisas sobre engenharia e mecânica agrícola formam a nona categoria. Finalmente, sob o título de outras pesquisas foram englobados os trabalhos que não se encaixaram nas categorias anteriores.

Devido ao fato de que as pesquisas relacionadas a produtos e versando sobre solo e clima, irrigação e drenagem, engenharia e mecânica

ca agrícola, apareceram em número reduzidíssimo, deixamos de levá-las em conta ao discutir a relação entre o esforço de pesquisa e a produtividade da terra a nível de culturas específicas. Nesse caso apenas as cinco primeiras categorias - genética e melhoramento, adubação e calagem, práticas culturais, pragas e doenças, e pesquisas biológicas básicas - foram consideradas.

O quadro 1 apresenta um panorama da pesquisa realizada em São Paulo ao longo de meio século, permitindo uma análise de sua evolução histórica. Constatamos crescimento contínuo mas irregular da pesquisa desde 1925 até 1964; tal crescimento foi intenso nos dois primeiros intervalos (33% e 54%), mas ocorreu a ritmo muito mais lento (4%, 8%, 13% e 4%) durante os quatro intervalos seguintes. Entre os quinquênios 1955-1959 e 1960-1964 o número de publicações experimentou sua maior expansão, de 76%. No período seguinte o número de artigos caiu sensivelmente (-13%), para então estabilizar-se, voltando a crescer apenas no quinquênio 1975-1979, sem entretanto recuperar o nível observado no período 1960-1964. A elevada produção científica nesse último período sugere que uma massa crítica de conhecimentos tecnológicos deve ter se tornado disponível por essa época, criando condições mais favoráveis para o crescimento da produtividade agrícola a partir de meados dos anos sessenta.

Os números no quadro 1 mostram também que 65% dos artigos publicados referem-se a pesquisas relacionadas a produtos, enquanto os 35% restantes não o são, pelo menos diretamente. Indicam ainda, com respeito ao primeiro grupo, que 45% tratam de produtos exportáveis, 43% de produtos domésticos e 12% pertencem à categoria denominada outros produtos.

Como já mencionamos, para estudar com maior detalhe o esforço de pesquisa dirigido aos produtos domésticos, foram eles subdivididos em dois conjuntos, tendo em conta sua importância nutricional (em termos de calorias e proteínas) e sua participação nas despesas familiares com alimentação. Embora seja desnecessário lembrar a importância muito maior dos alimentos básicos, em termos de fornecimento de calorias e

QUADRO 1.- Número de Artigos Científicos Publicados, Segundo Grupos de Produtos, Estado de São Paulo, 1925-1979

Grupo de Produtos	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Produtos exportáveis	53	66	136	86	93	124	159	248	179	150	201	1.495
Produtos domésticos	20	38	67	81	70	114	97	222	234	227	235	1.405
Alimentos básicos	13	21	33	44	43	65	49	129	126	105	116	744
Hortaliças e frutas	7	17	34	37	27	49	48	93	108	122	119	661
Outros produtos	11	12	19	41	29	30	29	62	36	44	68	381
Pesquisas não relac. a produtos	73	93	101	128	172	144	144	225	206	235	233	1.754
Total	157	209	323	336	364	412	429	757	655	656	737	5.035

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

proteínas, comparativamente às hortaliças e frutas, é interessante realçar sua participação nas despesas familiares.

Considerando as classes de despesa de 0-2 a 7-10 salários mínimos, verifica-se que em São Paulo a participação do item alimentação variava de 50,9% a 26,2% da despesa global. Dentro deste item o conjunto formado por cereais, leguminosas e tubérculos (abrangendo a categoria aqui denominada alimentos básicos) respondia por 39,9% a 24,8%, enquanto o conjunto formado por legumes e frutas (correspondendo à categoria aqui chamada de hortaliças e frutas) absorvia apenas 7,3% a 10,7% da despesa com alimentação, sempre de acordo com a pesquisa realizada em 1974/1975 pela IBGE (19).

Esses números mostram que a ênfase na pesquisa com produtos exportáveis e, entre os domésticos, a importância atribuída à pesquisa com hortaliças e frutas podem ter contribuído para efeitos distributivos desfavoráveis às classes de baixa renda na medida em que, dispondo de menor suporte tecnológico, as culturas alimentares básicas apresentaram, como se verá mais adiante, pequenos ganhos ou mesmo estagnação e retrocesso de rendimentos, com efeitos inevitáveis sobre os preços. Esse fato adquire maior realce quando lembramos que no resto do país a pesquisa dirigida a esses produtos foi também muito reduzida, como mostraram SILVA; FONSECA; MARTIN (43).

Voltando ao quadro 1, é interessante verificar o predomínio das pesquisas sobre exportáveis até o quinquênio 1960-1964, a partir de quando nota-se uma reversão de tendência, passando os produtos domésticos a comandar maior número de pesquisas. Essa constatação, cumpre realçar, refere-se às instituições de pesquisa do governo estadual. Considerando-se, entretanto, que por volta de 1973 começa a expandir-se a pesquisa sobre cana-de-açúcar desenvolvida pelo PLANALSUCAR, a qual ganha expressão no período 1977-1979 (11), pode-se concluir que na realidade

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

a tendência global para o futuro deverá ser de ênfase nos produtos exportáveis, a menos que ocorram mudanças mais drásticas da política de pesquisa.

O quadro 2 permite analisar a evolução da pesquisa orientada para os produtos exportáveis. Os números mostram que ao longo de todo o período café liderou o esforço de pesquisa, seguido por algodão, citros, cana-de-açúcar, amendoim, soja e mamona. Os três últimos produtos receberam nenhuma ou pouca atenção da pesquisa nos primeiros quinquênios do período coberto pelos dados.

O quadro 3 fornece informações para análise semelhante, com respeito aos produtos domésticos. Entre os alimentos básicos, a cultura mais estudada foi o milho, seguido pela batata, feijão, arroz, mandioca e trigo. Merece registro o fato de que a pesquisa com feijão só aparece no período 1940-1944, atingindo volume expressivo apenas no quinquênio 1960-1964. As publicações sobre arroz e trigo foram também muito reduzidas até o final dos anos cinquenta. Quanto às hortaliças e frutas, constatamos a apreciável volume de pesquisa relacionada ao tomate. As publicações sobre cebola foram sempre reduzidas. As pesquisas sobre outras hortaliças ganham expressão nas duas últimas décadas. Sobre banana ocorre maior concentração de pesquisas na última década. Resta-nos realçar o apreciável número de pesquisas sobre outras frutas ao longo de todo o horizonte considerado.

Vamos agora tecer algumas considerações gerais sobre a natureza das pesquisas. O quadro 4 apresenta o número de artigos publicados, segundo as categorias anteriormente definidas. Pragas e doenças concentra o maior número de pesquisas. Seguem-se as categorias de práticas culturais, adubação e calagem, e genética e melhoramento, dentre aquelas que se espera possam ter um efeito mais direto sobre o rendimento das culturas.

Essa ordenação parece indicar certo predomínio de pesquisas voltadas para a manutenção dos níveis de produtividade, ao lado de outras

QUADRO 2.- Número de Artigos Científicos Publicados Sobre Produtos Exportáveis, Estado de São Paulo, 1925-1979

Produto	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Cafê	20	16	32	22	50	55	65	99	60	64	67	550
Algodão	14	10	43	13	11	24	24	50	53	32	43	317
Citros	2	12	24	35	18	13	29	36	19	13	18	219
Cana-de-Açúcar	16	24	29	8	7	20	18	30	22	11	20	205
Amendoim	0	0	2	3	2	3	13	21	17	17	19	97
Soja	1	3	2	0	1	4	6	6	6	9	30	68
Mamona	0	1	4	5	4	5	4	6	2	4	4	39
Total	53	66	136	86	93	124	159	248	179	150	201	1.495

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

QUADRO 3.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Produtos Domésticos, Estado de São Paulo, 1925-1979

Produto	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Alimentos básicos	13	21	33	44	43	65	49	129	126	105	116	744
Milho	1	14	11	6	13	19	20	37	21	21	37	200
Batata	3	4	13	13	12	26	18	47	26	14	8	184
Feijão	0	0	0	6	1	0	2	17	48	27	28	129
Arroz	0	1	4	4	4	9	2	18	14	22	19	97
Mandioca	2	2	3	15	10	10	4	5	9	2	6	68
Trigo	7	0	2	0	3	1	3	5	8	19	18	66
Hortalças e frutas	7	17	34	37	27	49	48	93	108	122	119	661
Tomate	1	0	4	5	7	16	6	19	16	17	21	112
Cebola	2	0	0	2	2	5	2	3	7	6	3	32
Hortalças diversas	1	1	1	9	6	5	8	21	43	46	34	175
Banana	2	3	6	1	1	2	4	7	3	12	14	55
Frutas diversas	1	13	23	20	11	21	28	43	39	41	47	287
Total	20	38	67	81	70	114	97	222	234	227	235	1.405

Fonte: Bragantia, Boletim Técnico do Instituto Agronômico, Boletim da Agricultura, Arquivos do Instituto Biológico, O Biológico, Anais da ESAIQ e Revista de Agricultura (Informações básicas).

com algum potencial para sua elevação. O número de artigos na área de genética e melhoramento é certamente apreciável, mas sua participação aparentemente não caracteriza um programa de pesquisa predominantemente voltado para a obtenção de elevados ganhos de rendimento.

Um adequado suporte de pesquisas biológicas básicas é considerado essencial para melhor desempenho da pesquisa agrícola aplicada. A esse respeito os dados mostram que a participação daquele tipo de pesquisa vem aumentando ao longo do tempo, como seria de esperar dada a crescente complexidade da pesquisa aplicada. Vemos nesse fato um aspecto muito positivo do desenvolvimento da pesquisa agrícola em São Paulo ^[12].

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

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

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

^[12] Evenson & Kislev [17], investigando os determinantes da pesquisa agrícola aplicada, chegaram a resultados que sugerem ser ela fortemente dependente da pesquisa biológica básica (não agrícola). Essa constatação, talvez trivial para os cientistas, parece contra por-se a uma tendência comum nos países menos desenvolvidos: concentrar recursos na pesquisa aplicada.

QUADRO 4.- Número de Artigos Científicos Publicados, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da Pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	12	32	29	66	47	49	38	53	36	33	52	447
Adubação e calagem	27	15	10	8	15	30	54	107	103	81	68	518
Práticas culturais	23	40	38	22	53	49	56	103	75	74	85	618
Pragas e doenças	34	41	157	163	136	157	151	258	207	209	192	1.705
Pesquisas biológicas básicas	6	13	21	25	35	44	43	92	103	105	158	645
Solo	10	11	21	22	22	21	19	52	67	57	67	369
Clima	4	1	0	0	2	3	5	11	5	0	10	41
Irrigação e drenagem	4	0	1	0	2	1	3	4	2	10	3	30
Engenharia e mecânica	4	6	0	9	14	11	5	2	1	2	1	55
Outras pesquisas	33	50	46	21	38	47	55	75	56	85	101	607
Total	157	209	323	336	364	412	429	757	655	656	737	5.035

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

4 - IMPACTOS NOS RENDIMENTOS DAS CULTURAS

Pareceu-nos conveniente iniciar a análise dos efeitos da pesquisa sobre os rendimentos das culturas com breve digressão metodológica. Preferimos nesse trabalho conceber a produção por unidade de área como uma função da tecnologia disponível, das características do solo e do clima e das condições do tempo. Essa formulação afigurou-se mais interessante face à alternativa, que implicaria incluir solo e clima entre os elementos usados para definir uma dada tecnologia. Segundo a perspectiva adotada, as características do solo e do clima determinam o rendimento potencial da tecnologia, enquanto as condições do tempo explicam sua variação anual.

No caso deste estudo supusemos uniformes no espaço as condições de clima e solo, pois do contrário teríamos que considerar a possibilidade de alterações na distribuição espacial das atividades afetarem os rendimentos. Desconsideramos também a perda de fertilidade do solo ao longo do tempo, que teria o mesmo efeito. Todas essas simplificações foram feitas devido à grande dificuldade, senão impossibilidade, de mensurar estes fatores para incorporá-los à análise. Quanto às condições do tempo, para atenuar os efeitos de suas variações sobre os rendimentos, trabalhamos com médias quinzenais. Esse procedimento foi adotado porque isolar o efeito do tempo sobre o rendimento de cada cultura em particular exigiria pesquisa específica, ultrapassando os limites deste estudo.

Com relação à tecnologia, foi postulada como função do trabalho desenvolvido pelas instituições públicas de pesquisa mantidas pelo Estado de São Paulo, medida pelo número de artigos científicos publicados. A omissão da pesquisa realizada em outros Estados, mas com efeitos em São Paulo, não parece constituir problema maior, face a evidências de que foi de pequena importância⁽¹³⁾. Constitui, entretanto, limi

(13) Silva; Fonseca; Martin (45) mostraram que o esforço de pesquisa fora de São Paulo foi responsável por 38% do número total de publicações científicas no período 1927-77. Mais importante, evidenciaram que das pesquisas conduzidas no resto do país, 60% foram realizadas recentemente, no período 1970-77.

tação mais sêria a não consideração de pesquisas feitas no exterior. Outra limitação é que, por se haver mostrado inviável, deixamos de considerar o esforço de difusão de conhecimentos dirigido a cada cultura em particular, para colocar à disposição dos agricultores as técnicas geradas pela pesquisa.

Nosso procedimento básico foi comparar a evolução dos rendimentos com o esforço de pesquisa, tendo em conta o seu efeito continuado e cumulativo, e as defasagens entre sua execução, a geração de inovações e o processo de difusão. Essa comparação foi feita com o auxílio de gráficos em que plotamos os rendimentos das principais culturas, em São Paulo e em outros importantes Estados produtores, ao longo de meio século: 1931-34 a 1980-84.

Adicionalmente, e para maior firmeza de nossas conclusões, estimamos regressões entre rendimentos (média quinquenal) e publicações científicas (número acumulado). Para essa análise utilizamos séries de rendimentos referentes ao período 1950-54 a 1980-84. A escolha desse intervalo deveu-se a indicações de que foi por volta do seu início que um conjunto importante de inovações tornou-se disponível para os agricultores, viabilizando ganhos de rendimento em várias culturas. O número de artigos científicos foi acumulado a partir de 1940 até o ano anterior ao início de cada quinquênio. Os resultados obtidos são apresentados na parte final deste capítulo ⁽¹⁵⁾.

Antes de iniciar a análise devemos mencionar as dificuldades surgidas com os dados de rendimento, no que diz respeito à seleção de fontes. Para o Estado de São Paulo duas fontes poderiam ser utilizadas: o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Instituto de Economia Agrícola (IEA). Quanto à qualidade, em princípio preferíamos os do IEA, levantados em uma amostra e durante a maior parte do tempo, através de amostra estatística de propriedades agrícolas. Não obs

⁽¹⁵⁾ Essa tentativa de mensurar mais precisamente o efeito da pesquisa sobre o rendimento das culturas foi incluída neste trabalho, como complemento à análise desenvolvida em nossa tese Silva (42) e segue em linhas gerais o procedimento usado por Evenson e Kislev [17].

tante, no caso das culturas perenes, as séries do IEA apresentam o inconveniente de que em parte do período o rendimento foi calculado com base na área plantada e em parte na área colhida. Além disso, como as séries do IEA têm início em 1948 não se prestam a análise de mais longo prazo, que pode ser efetuada com os dados do IBGE desde 1931.

Comparando os Índices de rendimento segundo ambas fontes, apresentados nos quadros 5 e 6, podemos observar algumas discrepâncias. A direção dos movimentos observados é de um modo geral a mesma, mas sua velocidade em alguns casos é bastante diferente. Quanto às divergências de direção nas séries das duas fontes, chama atenção o caso do feijão e da banana.

Usamos preferencialmente os dados do IBGE, devido ao caráter de longo prazo de nossa análise e também porque eles asseguram maior comparabilidade com os rendimentos de outros Estados, para os quais o IBGE é a única fonte disponível. Não obstante, quando pareceu justificável apelamos para os dados do IEA ⁽¹⁶⁾.

As figuras 1, 2, 3, 4 ilustram a evolução dos rendimentos das principais culturas, em São Paulo e nos outros Estados selecionados, ao longo do período 1931-34 a 1980-84. Analisaremos primeiro os produtos exportáveis e em seguida os produtos domésticos.

No caso do café constatamos a partir da figura 1 declínio lento do rendimento em São Paulo até o período 1950-54. A partir de então, eleva-se com intensidade, apresentando quedas nos quinquênios 1960-64 e 1975-79. É provável que esses declínios estejam relacionados à ocorrência de condições meteorológicas particularmente adversas (geada e seca afetando principalmente as safras de 1964 e 1976) e incidência de ferrugem, bem como nematóides, a partir de 1970.

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

Examinando o quadro 7, constatamos grande densidade de pesquisa nas áreas de genética e melhoramento, e de pesquisas biológicas básicas.

⁽¹⁶⁾ Chamamos a atenção do leitor para o fato de que os dados aqui apresentados e discutidos, tendo como fonte o IBGE, diferem substancialmente, no caso das culturas de algodão e café, dos que apareceram em outros trabalhos de nossa autoria. Isso resulta de falhas associadas a alterações nas especificações dos produtos que agora foram corrigidas, procedendo-se às necessárias compatibilizações ao longo da série, conforme indicado nas notas 2 e 3 do quadro 5.

QUADRO 5.- Rendimento Médio e Índice de Rendimento de Culturas Seleccionadas, Estado de São Paulo, 1931/84 (1)

Continua

Período	Cafê (2)		Algodão (3)		Laranja (4)		Cana		Amendoim (5)		Soja (6)		Mamona (7)		Milho (8)	
	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	1.000kg/ha	Índice	t/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice
1931-34	1.007	150	716	121	65.2	105	40.3	86	-	-	-	-	-	-	1.326	97
1935-39	855	127	710	120	63.5	102	25.6	54	-	-	-	-	1.116	135	1.290	94
1940-44	871	130	729	123	54.4	87	32.8	70	-	-	-	-	775	94	1.430	104
1945-49	698	104	507	85	56.3	90	45.3	96	1.166	91	-	-	740	90	1.342	98
1950-54	672	100	592	100	62.2	100	46.9	100	1.022	100	-	-	825	100	1.373	100
1955-59	738	110	733	123	70.0	113	49.1	105	1.329	130	-	-	880	107	1.374	100
1960-64	648	96	1.010	170	67.4	108	53.6	114	1.348	131	1.144	100	953	115	1.457	106
1965-69	1.053	157	1.042	176	72.9	117	55.3	118	1.252	122	1.393	122	998	121	1.703	124
1970-74	1.481	220	1.181	199	81.3	131	57.1	122	1.552	123	1.511	132	1.111	135	1.915	140
1975-79	1.183	176	1.508	254	87.1	140	64.1	136	1.459	142	1.660	145	1.223	148	2.042	149
1980-84	1.177	175	1.772	299	104.1	167	72.4	154	1.503	147	1.930	169	980	119	2.432	177

(1) Base dos Índices: 1950-54 = 100. No caso da soja 1960-64 = 100 e no trigo 1955-59 = 100

(2) Em côco. Os dados originais, no período 1931-58 referem-se a café beneficiado, e foram multiplicados por dois para obter-se café em côco; esse fator pareceu apropriado face aos valores geralmente encontrados pelo Instituto de Economia Agrícola.

(3) Em caroço. Os dados originais, no período 1939-56 separavam pluma e caroço, e foram somados para obter-se algodão em caroço.

(4) Não se considerou o ano de 1973, por demais incoerente com a série. Os dados originais, no período 1931-43 são expressos em caixas, e foram multiplicados por 178,55 para obter-se frutos; esse fator foi calculado a partir dos rendimentos do período 1944-47, publicados ambas unidades.

(5) Em casca.

(6) Em grão.

(7) Em baga.

(8) Não há dado para 1945.

(9) Não há dado para 1955 e 1956.

Fonte: Anuário Estatístico - IBGE. Para 1971 e 1972, Produção Agrícola - EAGRI/SUPLAN/MA, Para 1984 Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - IBGE (dados básicos).

QUADRO 5.- Rendimento Médio e Índice de Rendimento de Culturas Seleccionadas, Estado de São Paulo, 1931/84 (1)

Conclusão

Período	Batata		Feijão (6)		Arroz (5)		Mandioca		Trigo (6)		Tomate		Banana		Cebola	
	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	cacho/ha	Índice	kg/ha	Índice
1931-34	9.042	158	872	88	1.509	105	18.258	103	-	-	-	-	1.512	126	-	-
1935-39	4.808	84	559	56	1.237	86	8.721	49	-	-	-	-	832	69	-	-
1940-44	4.208	74	533	53	1.656	116	11.696	66	260	33	-	-	591	49	-	-
1945-49	4.793	84	657	66	1.486	104	17.330	98	365(8)	46	14.892	94	1.109	92	2.628	68
1950-54	5.722	100	996	100	1.426	100	17.690	100	661	84	15.885	100	1.200	100	3.859	100
1955-59	6.799	119	679	68	1.377	96	18.682	106	790	100	20.743(9)	131	1.011	84	4.139	107
1960-64	8.177	143	579	58	1.396	97	18.506	105	706	89	23.002	145	1.006	84	4.472	116
1965-69	8.611	150	595	60	1.263	88	18.939	107	837	106	13.818	150	1.316	110	4.967	129
1970-74	10.317	181	585	59	1.322	92	18.489	105	1.304	165	21.453	135	1.336	111	5.482	142
1975-79	14.083	247	551	55	1.028	72	20.422	115	742	94	25.256	159	1.188	99	11.916	309
1980-84	17.671	309	639	64	1.425	100	20.507	116	1.053	133	35.263	222	1.086	91	15.820	410

(1) Base dos Índices: 1950-54 = 100. No caso da soja 1960-64 = 100 e no trigo 1955-59 = 100

(2) Em côco. Os dados originais, no período 1931-58 referem-se a café beneficiado, e foram multiplicados por dois para obter-se café em côco; esse fator pareceu apropriado face aos valores geralmente encontrados pelo Instituto de Economia Agrícola.

(3) Em caroço. Os dados originais, no período 1939-56 separavam pluma e caroço, e foram somados para obter-se algodão em caroço.

(4) Não se considerou o ano de 1973, por demais incoerente com a série. Os dados originais, no período 1931-43 são expressos em caixas, e foram multiplicados por 178,55 para obter-se fratos; esse fator foi calculado a partir dos rendimentos do período 1944-47, publicados ambas unidades.

(5) Em casca.

(6) Em grão.

(7) Em baga

(8) Não há dado para 1945.

(9) Não há dado para 1955 e 1956.

Fonte: Anuário Estatístico - IBGE. Para 1971 e 1972, Produção Agrícola - EAGRI/SUPLAN/MA, Para 1984 Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - IBGE (dados básicos).

QUADRO 6.- Rendimento Médio e Índice de Rendimento de Culturas Seleccionadas, Estado de São Paulo, 1950-84 ⁽¹⁾

Período	Continua															
	Café ⁽²⁾		Algodão ⁽³⁾		Laranja ⁽⁴⁾		Cana ⁽⁵⁾		Amendoim ⁽⁶⁾		Soja ⁽⁷⁾		Mamona ⁽⁸⁾		Milho ⁽⁹⁾	
	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice
1950-54	343	100	612	100	8.091	100	43.782	100	1.075	100	966	85	1.027	100	1.322	100
1955-59	425	124	882	144	8.309	103	45.983	105	1.275	119	1.090	96	1.009	97	1.140	86
1960-64	365	106	1.037	169	9.019	111	48.652	111	1.129	105	1.130	100	1.079	104	1.459	110
1965-69	620	181	1.383	226	10.751	133	52.740	120	1.246	116	1.441	127	1.018	98	1.676	127
1970-74	676	197	1.198	196	9.286	115	51.968	119	1.272	118	1.499	133	1.120	108	1.915	145
1975-79	494	144	1.455	238	11.654	144	61.416	140	1.459	136	1.660	147	1.201	116	2.035	154
1980-84	537	156	1.788	292	16.593	205	73.583	168	1.576	147	2.086	185	1.109	107	2.461	186

⁽¹⁾ Base dos Índices: 1950-54 = 100. No caso da soja 1960-64 = 100 e no trigo 1955-59 = 100.

⁽²⁾ Beneficiado. A partir de 1965, o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽³⁾ Em caroço.

⁽⁴⁾ A partir de 1978 o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽⁵⁾ A partir de 1976 o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽⁶⁾ Em casca.

⁽⁷⁾ Em grão.

⁽⁸⁾ Em baga.

⁽⁹⁾ A partir de 1973 o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽¹⁰⁾ A partir de 1977 o rendimento foi calculado com base na área colhida.

Fonte: Banco de Dados - Instituto de Economia Agrícola (dados básicos).

QUADRO 6.- Rendimento Médio e Índice de Rendimento de Culturas Seleccionadas, Estado de São Paulo, 1950-84 ⁽¹⁾

Período	Conclusão															
	Batata		Feijão ⁽⁷⁾		Arroz ⁽⁶⁾		Mandioca ⁽⁹⁾		Trigo ⁽⁷⁾		Tomate		Banana ⁽¹⁰⁾		Cebola	
	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice
1950-54	6.080	100	584	100	1.306	100	14.832	100	706	-	14.295	100	6.958	100	3.553	100
1955-59	8.247	136	418	72	1.017	78	16.096	108	751	100	20.888	146	5.536	80	3.918	110
1960-64	10.479	172	390	67	1.068	82	16.850	114	841	112	25.621	179	10.881	156	4.410	124
1965-69	11.966	197	467	80	882	67	17.435	118	758	101	23.945	180	14.690	211	4.745	134
1970-74	11.774	194	493	84	1.107	85	17.636	119	1.241	165	21.626	153	16.813	242	5.833	164
1975-79	14.403	237	550	94	1.022	78	20.322	137	698	93	23.961	168	16.895	243	12.191	346
1980-84	18.107	298	642	110	1.440	110	21.125	142	1.083	144	35.745	250	18.937	272	15.103	425

⁽¹⁾ Base dos Índices: 1950-54 = 100. No caso da soja 1960-64 = 100 e no trigo 1955-59 = 100.

⁽²⁾ Beneficiado. A partir de 1965, o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽³⁾ Em caroço.

⁽⁴⁾ A partir de 1978 o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽⁵⁾ A partir de 1976 o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽⁶⁾ Em casca.

⁽⁷⁾ Em grão.

⁽⁸⁾ Em baga.

⁽⁹⁾ A partir de 1973 o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽¹⁰⁾ A partir de 1977 o rendimento foi calculado com base na área colhida.

Fonte: Banco de Dados - Instituto de Economia Agrícola (dados básicos).

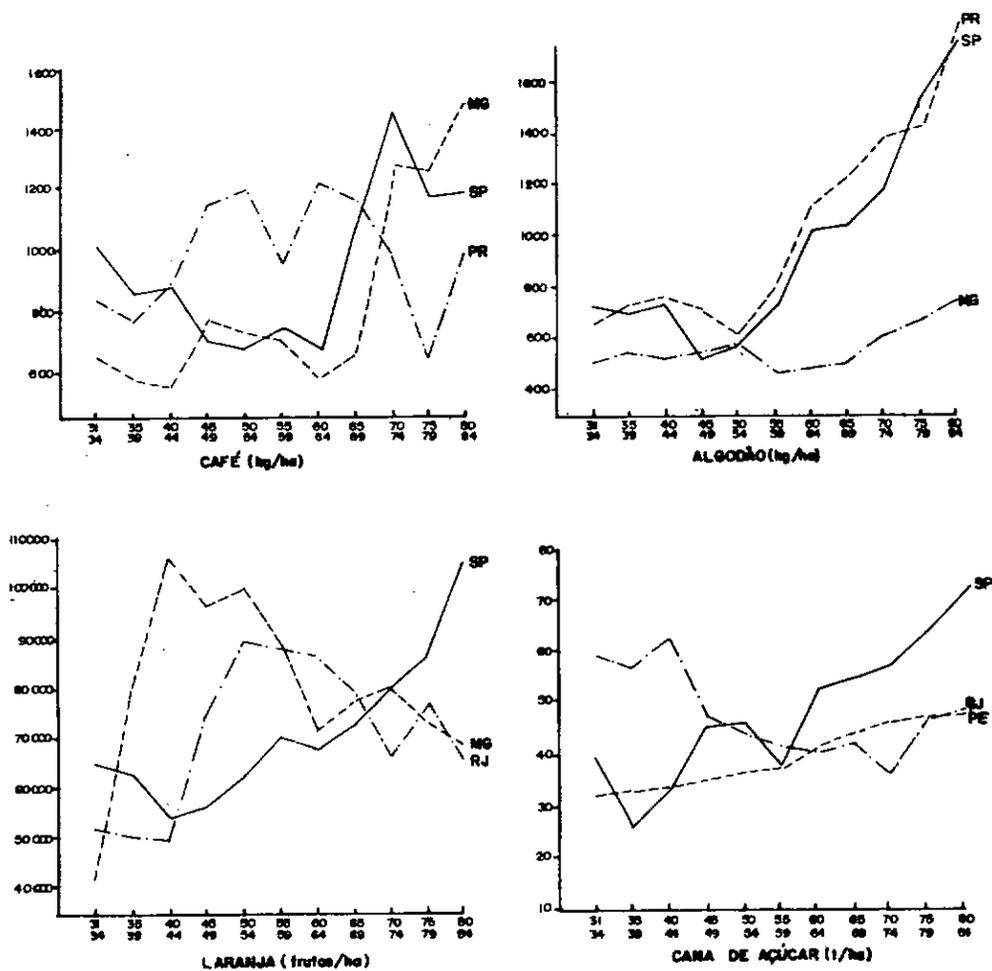


FIGURA 1.- Rendimento Médio de Café, Algodão, Laranja e Cana-de-açúcar nos Principais Estados Produtores, Brasil, 1931-1984.

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

QUADRO 7.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Café, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	-	2	9	11	8	15	14	18	4	3	13	97
Adubação e calagem	5	1	-	-	-	1	1	13	5	7	5	38
Práticas culturais	3	3	4	-	7	11	11	13	8	6	4	70
Pragas e doenças	2	3	11	7	16	11	20	17	18	31	28	164
Pesquisas biológicas básicas	-	1	5	4	10	12	9	19	16	10	5	91
Total	10	10	29	22	41	50	55	80	51	57	55	460

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

sicas. Esse fato reflete a necessidade de gerar aqui conhecimentos que não estavam disponíveis em outra parte, MELO (39) já havia chamado a atenção para ele, afirmando não ter o café se beneficiado de importação de conhecimentos, o que ocorreu no caso de outras culturas. Uma sucessão de variedades foram desenvolvidas - Bourbon melhorado nos anos 30, Mundo Novo nos 40, Catuaí nos 60 e Caticar (resistente à "ferrugem") nos anos 70. Pesquisas sobre pragas e doenças foram certamente importantes para a manutenção dos ganhos de produtividade, ameaçados especialmente pela "broca" a partir dos anos 30 e pela "ferrugem" na última década. Os estudos sobre adubação e calagem permitiram a permanência da cultura em terras cansadas, a expansão em terras pouco férteis e colaboraram para viabilizar o potencial das novas variedades sempre mais produtivas. Para isso também contribuíram as pesquisas sobre práticas culturais (17).

A evolução do rendimento do café em outros Estados, particularmente em Minas Gerais, mas também no Paraná, indica claramente que eles se beneficiaram da pesquisa realizada em São Paulo, pois SILVA; FON SECA; MARTIN (45) mostraram que em outros Estados a pesquisa cafeeira praticamente tem início na década de 70. É possível que o clima reconhecidamente pouco favorável ao café no Paraná tenha dificultado a manutenção das elevadas produtividades alcançadas durante o período 1960-64 a 1970-74.

Passando ao algodão, verificamos pela figura 1 que o rendimento mantém-se bastante estável de 1931-34 a 1940-44, despensa até 1945-49, para então passar a crescer persistente e aceleradamente até 1980-84.

Pesquisa está na base desse processo. Algodão foi o segundo produto em termos de número de publicações, com uma apreciável parcela delas já nas décadas de 20 e de 30. O quadro 8 permite caracterizar mais em detalhe o esforço de pesquisa realizado. Diferentemente do café,

(17) Para maiores informações sobre os resultados da pesquisa em café ver Matiello & Carvalho (28).

QUADRO 8.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Algodão, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979.

Natureza da pesquisa	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	4	-	-	2	-	-	-	1	2	3	4	16
Adução e calagem	-	2	-	-	1	1	7	6	9	6	5	37
Práticas culturais	4	3	4	1	1	3	-	6	8	5	7	42
Pragas e doenças	2	-	35	7	8	17	13	30	24	11	8	155
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	1	1	2	4	5	2	5	11	31
Total	10	5	39	11	11	23	24	48	45	30	35	281

Fonte: Bragantia, Boletim Técnico do Instituto Agrônomo, Boletim da Agricultura, Arquivos do Instituto Biológico, O Biológico, Anais da ESAIQ e Revista de Agricultura (Informações básicas).

não se constata uma proporção elevada de trabalhos em genética e melhora-
mento, e em pesquisas biológicas básicas. Isso se deve, segundo MELO (87),
à possibilidade de importação de conhecimentos, que foi devidamente apro-
veitada, facilitando e reduzindo o tempo necessário à obtenção de varia-
des mais produtivas e com melhor qualidade de fibra, adaptadas às condi-
ções locais. O lançamento de variedades tem ocorrido com grande frequên-
cia contribuindo para elevar o potencial produtivo da cultura (18). As
pesquisas sobre adubação e práticas culturais facilitaram as condições
para manifestação desse potencial. Maior ênfase, entretanto, recebeu a
pesquisa na área de pragas e doenças, devido à particular vulnerabilidade
da cultura; foi seguramente muito importante o esforço destinado à manu-
tenção da produtividade no caso do algodão.

O comportamento do rendimento em outros Estados, onde o
esforço de pesquisa dirigido ao algodão foi inexpressivo, conforme mostra-
ram SILVA; FONSECA; MARTIN (45), indica que os resultados obtidos em
São Paulo ultrapassaram suas fronteiras, beneficiando especialmente o Pa-
raná e, em menor escala, Minas Gerais.

Quanto à laranja, observamos que o rendimento, ilustrado na
figura 1, declina de 1931-34 até 1940-44. Desse período em diante cresce
firmemente até 1980-84.

Dentre os produtos exportáveis, citrus foi o terceiro co-
locado em número de artigos publicados. Mais da metade deles, conforme da-
dos do quadro 9, referem-se a pragas e doenças. Entre as demais categori-
as apenas a de práticas culturais apresenta um volume mais significativo
de pesquisas. Essa ênfase reflete a gravidade dos problemas sanitários en-
frentados pela cultura e sugere que o efeito da pesquisa nesse caso deve
ser visto pelo lado da manutenção, além do aumento do rendimento. Com

(18) O IAC lançou 32 variedades entre 1932 e 1979. Sua denominação, crono-
logia e origem pode ser vista em Freire; Moreira; Medeiros (20). O
exame da origem mostra claramente o importante papel da importação de
conhecimentos.

QUADRO 9.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Citros, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da Pesquisa	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	-	-	-	3	-	3	-	-	-	-	1	7
Adubação e calagem	-	1	1	2	1	-	1	-	1	1	1	9
Práticas culturais	-	3	2	2	4	1	7	9	3	3	6	40
Pragas e doenças	1	7	20	21	9	9	21	20	9	7	8	132
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	6	2	-	-	5	1	1	-	15
Total	1	11	23	34	16	13	29	34	14	12	16	203

Fonte: *Bragantia*, Boletim Técnico do Instituto Agronômico, Boletim da Agricultura, Arquivos do Instituto Biológico, O Biológico, Anais da ESALQ e Revista de Agricultura (Informações Básicas).

efeito, diversas doenças perturbaram o desenvolvimento da citricultura, particularmente a "tristeza" que dizimou pomares e provocou declínio da produtividade ao longo da década de 40. Todas elas foram sendo controladas através da pesquisa. Presentemente o "cancro cítrico" e o "declínio" são os grandes desafios a serem vencidos. Os trabalhos de melhoramento da laranja, embora em pequeno número, geraram algumas variedades (baianinha, pera); qualidade foi aparentemente o principal objetivo orientando o programa de melhoramento (¹⁹). Com relação a variedades sabe-se que a citricultura também beneficiou-se com importações. A realidade é que a pesquisa criou condições para a permanência e expansão da cultura em São Paulo, o que permitiu ao país tornar-se o maior exportador mundial de sucos cítricos nos últimos anos.

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

A cana-de-açúcar comandou um grande esforço de pesquisa em São Paulo, ocupando a quarta posição entre os produtos exportáveis. E também a cultura com maior tradição de pesquisa fora de São Paulo. Um apreciável volume de publicações foi registrado no Rio de Janeiro e no Nordeste por SILVA; FONSECA; MARTIN (46). O quadro 10 mostra uma distribuição relativamente equilibrada dos diversos tipos de pesquisa. Os números indicam certo volume de trabalho na área de genética e melhoramento, complementado por pesquisas sobre adubação e práticas culturais. Também é expressivo o número de pesquisas sobre pragas e doenças, e pesquisas biológicas básicas.

Mostra a figura 1 que o rendimento da cana-de-açúcar caiu sensivelmente de 1931-34 para 1935-39. Tal queda reflete o efeito de doen

(¹⁹) Para um histórico a respeito da pesquisa dirigida à laranja ver Rodrigues (38).

QUADRO 10.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Cana-de-Açúcar, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	1	3	5	-	2	2	3	5	3	1	-	25
Adubação e calagem	-	2	3	1	1	2	8	12	5	2	5	41
Práticas culturais	2	3	-	1	-	1	1	1	3	2	2	16
Pragas e doenças	9	2	5	4	2	7	1	3	5	2	9	49
Pesquisas biológicas básicas	1	2	4	-	-	2	2	5	1	1	4	22
Total	13	12	17	6	5	14	15	26	17	8	20	153

Fonte: Bragantia, Boletim Técnico do Instituto Agronômico, Boletim da Agricultura, Arquivos do Instituto Biológico, O Biológico, Anais da ESAIQ e Revista de Agricultura (Informações básicas).

ças, primeiramente o "mosaico", depois o "carvão". Para contornar o problema as variedades então cultivadas foram substituídas por outras, originárias de Java (POJ), tendo sido também introduzidas variedades procedentes da Índia (CO) e variedades brasileiras (CB) produzidas no Estado do Rio de Janeiro no final dos anos 40. Mais tarde surgem as variedades paulistas (IAC) e argentinas (NA). O resultado desse processo de substituição de variedades foi a reversão de tendência do rendimento, que aumenta a princípio rapidamente, sofre uma redução no período 1955-59 e depois continua crescendo até 1980-84. É importante observar que ao final da década de 70 variedades CB ainda dominavam a área cultivada em São Paulo, seguidas pelas variedades NA, vindo só então as IAC. Esses fatos mostram que a importação de conhecimentos foi importante no passado, como mencionado por PARTORE; DIAS; CASTRO (36) e o é ainda hoje. Notamos, por outro lado, que a cana-de-açúcar apresenta grande proporção de pesquisa sobre adubação, que sem dúvida deve ter gerado conhecimentos importantes para viabilizar o potencial produtivo das variedades introduzidas ao Longo do tempo (20).

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

O esforço de pesquisa dirigido aos três produtos de exportação ainda não analisados - amendoim, soja e mamona - foi substancialmente menor. Além disso, é mais recente e um volume expressivo de publicações só aparece a partir dos anos cinquenta. Os quadros 11, 12 e 13 mostram a natureza da pesquisa realizada com cada produto. Entretanto, o pequeno número de artigos oferece pouca informação. O único fato chama-

(20) Sobre a contribuição da pesquisa no caso da cana-de-açúcar ver Carvalho (12).

QUADRO 11.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Amendoim, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	-	-	-	1	-	1	5	1	-	1	-	9
Adubação e calagem	-	-	-	-	-	-	2	-	2	8	2	14
Práticas culturais	-	-	-	-	1	-	1	4	5	4	4	19
Pragas e doenças	-	-	-	2	-	2	1	11	8	3	10	37
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	-	1	-	4	5	2	1	1	14
Total	-	-	-	3	2	3	13	21	17	17	17	93

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

!QUADRO 12.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Soja, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	2	5
Adução e calagem	-	-	-	-	-	-	2	3	5	5	5	20
Práticas culturais	1	2	2	-	1	-	-	1	1	1	5	14
Pragas e doenças	-	-	-	-	-	2	3	-	-	-	10	15
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6
Total	1	2	2	-	1	3	5	5	6	7	28	60

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

QUADRO 13.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Mamona, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	-	-	-	4	4	1	2	1	1	-	-	13
Adução e calagem	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	2	5
Práticas culturais	-	1	-	-	-	2	1	2	1	-	1	8
Pragas e doenças	-	-	3	1	-	-	-	1	-	-	-	5
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4
Total	-	1	3	5	4	3	4	6	2	4	3	35

Fonte: Bragantia, Boletim Técnico do Instituto Agronômico, Boletim da Agricultura, Arquivos do Instituto Biológico, O Biológico, Anais da ESAIQ e Revista de Agricultura (Informações básicas).

do maior atenção é a concentração de pesquisas em genética e melhoramento de mamona.

A contribuição da pesquisa no caso da soja é mais conhecida. KASTER & BONATO (25) mencionam a criação da variedade Santa Rosa como marcando o início do melhoramento da soja. Fato interessante é que essa variedade paulista ganhou importância a partir de 1963 no Rio Grande do Sul, passando depois a ser cultivada em todas as áreas produtoras. Na mesma época em que criou a variedade Santa Rosa o Instituto Agronômico desenvolveu também a IAC-2, com vistas ao cultivo no cerrado e em baixas latitudes. Posteriormente outras variedades IAC foram produzidas. Tais fatos indicam que a pesquisa realizada em São Paulo foi importante suporte para a expansão da cultura não só nesse Estado mas no país. Devemos realçar, todavia, que esse resultado foi alcançado com um esforço de pesquisa comparativamente pequeno devido às facilidades de importação de conhecimento, na forma de material genético para cruzamento. Foi também muito importante para o desenvolvimento da cultura, como mostram Kaster & Bonato (26), a introdução direta de variedades originárias dos Estados Unidos.

A tendência ascendente do rendimento da soja em São Paulo, bem como no Paraná e no Rio Grande do Sul, ilustrada na figura 2, é coerente com os desenvolvimentos tecnológicos relatados.

Quanto ao amendoim, sua produtividade mostra flutuações quando consideramos os dados do IBGE (figura 2, quadro 5). Os dados do IEA (quadro 6) já indicam uma tendência mais definida de crescimento a partir de 1960-64.

No caso da mamona uma tendência persistente de crescimento pode ser detectada na figura 2 e no quadro 5 (dados do IBGE), a partir de 1940-44, após drástica queda no quinquênio anterior. Segundo os dados do IEA (quadro 6) essa tendência, muito fraca, restringe-se à última década. Os dados são por demais discrepantes, e não encontramos elementos para esclarecer qual dos comportamentos é mais aderente à realidade.

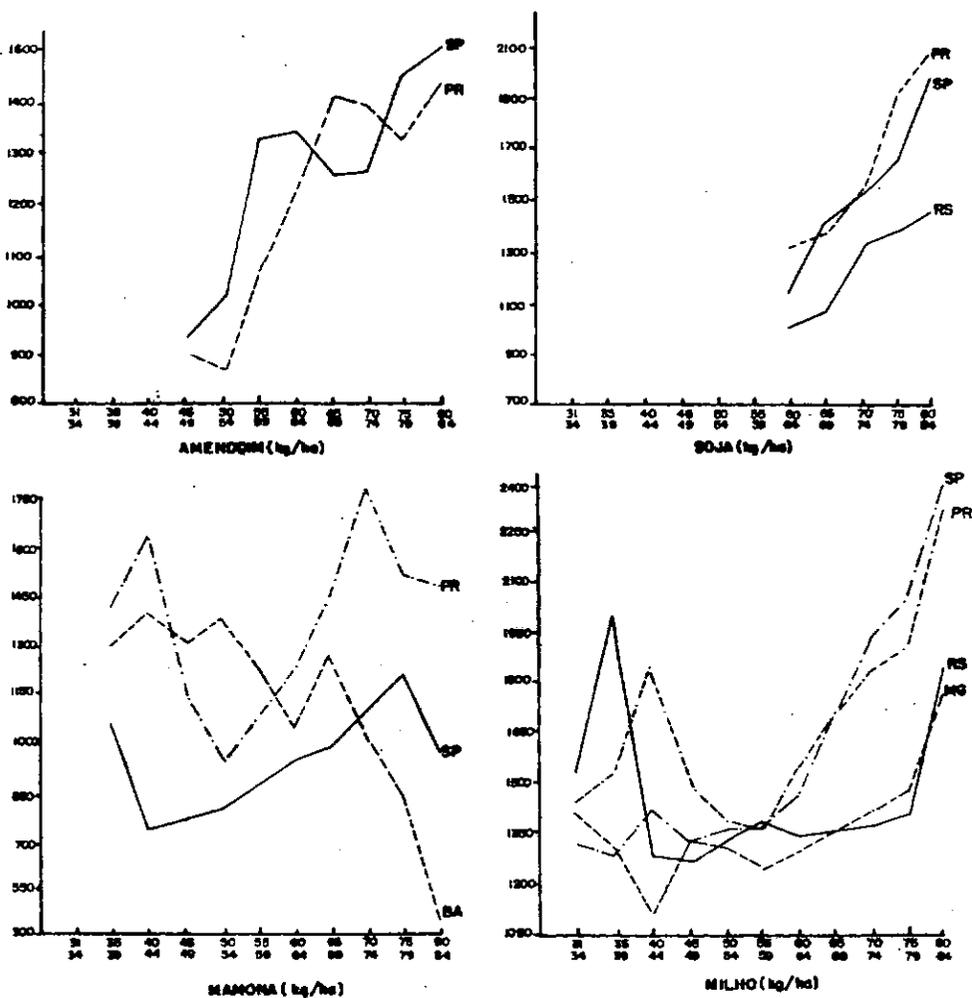


FIGURA 2.- Rendimento Médio de Amendoim, Soja, Mamona e Milho nos Principais Estados Produtores, Brasil, 1931-1984.

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

Amendoim e mamona são produtos que merecem estudos mais de talhados visando caracterizar técnicas eventualmente geradas e adotadas, bem como seus possíveis efeitos sobre os rendimentos. As evidências disponíveis parecem-nos insuficientes para sustentar quaisquer conclusões.

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

Podemos verificar, na figura 2, que o rendimento do milho, após oscilações entre 1931-34 e 1945-49, mostra-se estável até 1955-59, passando então a crescer com persistência e certa intensidade em São Paulo.

Esse comportamento reflete o esforço de pesquisa dirigido ao milho, que ostenta o maior número de artigos publicados sobre produtos domésticos, com um volume já apreciável desde os anos 30. Pelos dados do quadro 14 verificamos que a cultura foi submetida a intenso trabalho de melhoramento desde longa data, apresentando também grande número de pesquisas sobre adubação, que passam a ser mais enfatizadas a partir de 1955-59, em seqüência à maior concentração de pesquisas sobre melhoramento. Estudos sobre pragas e doenças e sobre práticas culturais surgem com menor intensidade, e pesquisas mais básicas em maior proporção apenas no último quinquênio.

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

É interessante discorrer um pouco mais sobre o melhoramento do milho. Esse trabalho começa nos anos 30 com o melhoramento da variedade Armour pelo Instituto Agrônomo, que na mesma época inicia a obtenção de híbridos, usando como base material genético local e também de

QUADRO 14.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Milho, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	-	8	7	4	6	8	3	3	-	1	5	45
Adubação e calagem	-	-	-	1	-	1	14	22	5	4	4	51
Práticas culturais	-	2	1	-	5	1	1	2	2	5	4	23
Pragas e doenças	-	1	2	1	-	7	2	5	4	7	5	34
Pesquisas biológicas básicas	-	2	-	-	2	-	-	3	5	2	12	26
Total	-	13	10	6	13	17	20	35	16	19	30	179

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

origem externa (aliás, diversas variedades americanas tinham sido já in troduzidas na década de 20). A difusão dos híbridos ocorre a partir dos anos 40. Dessa época até fins da década de 60 uma sucessão de híbridos foi lançada, sempre com maior potencial. É importante destacar também a contribuição da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" na criação de variedades durante esse período. Mais recentemente firmas privadas passaram a produzir e comercializar uma série de híbridos que também vêm sendo bastante difundidos. Para todo esse trabalho de melho ramento sempre contribuiu a importação de conhecimento, como indicado por MELO (39) (²¹).

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

O comportamento da produtividade do milho no Paraná é muito semelhante ao observado em São Paulo, sugerindo que aquele Estado tenha se beneficiado com a pesquisa desenvolvida pelas instituições pau listas. Isso deve ter ocorrido, uma vez que o esforço local de pesquisa foi muito pequeno, segundo SILVA; FONSECA; MARTIN (45). Em contrário, e segundo os mesmos autores, um programa de pesquisa de certa magnitude foi desenvolvido em Minas Gerais, contribuindo para o crescimento da pro dutividade do milho no Estado.

Dirigindo a atenção para a batata, que detêm a segunda co locação quanto ao número de publicações, constatamos que seu rendimento no Estado de São Paulo, reproduzido na figura 3, apresenta forte movimen to descendente no período 1931-34 a 1940-44. Daí em diante cresce sempre e rapidamente.

²¹
() Para mais informações ver Garcia, Ruas & Vencovsky (21).

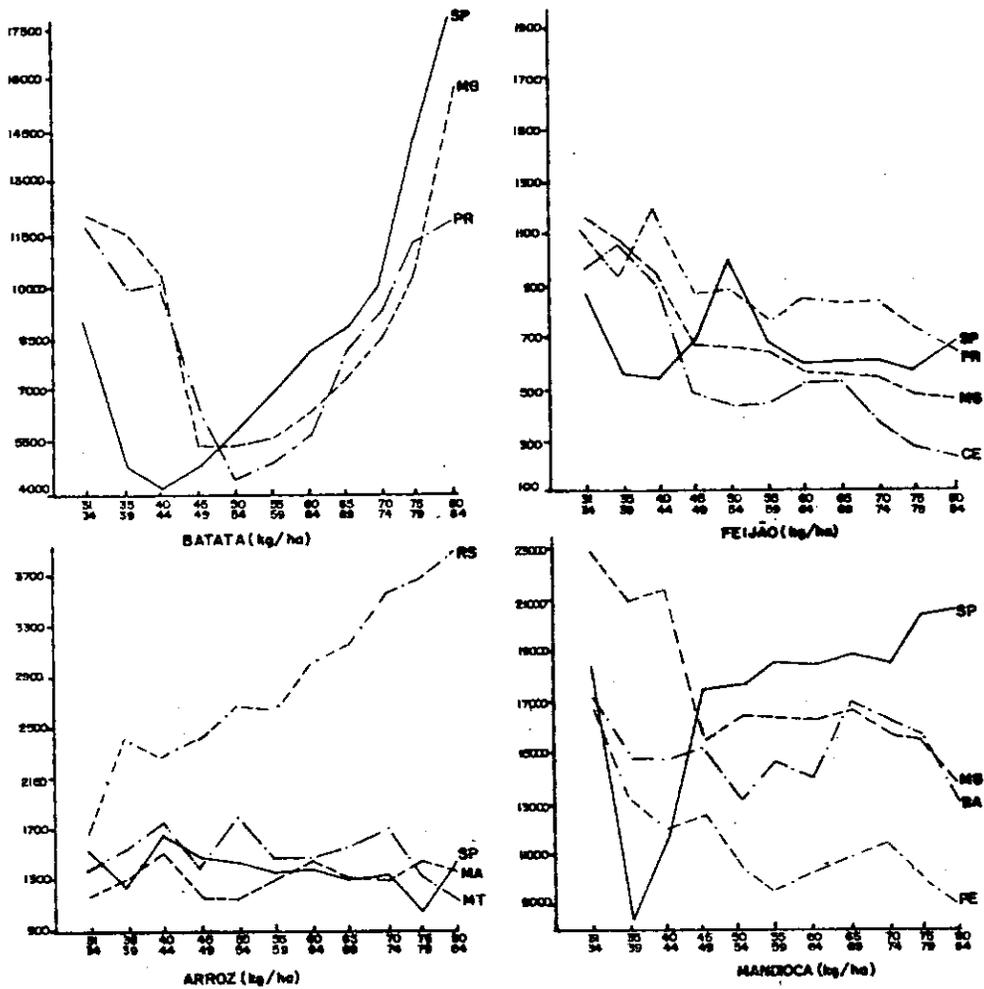


FIGURA 3.- Rendimento Médio de Batata, Feijão, Arroz e Mandioca nos Principais Estados Produtores, Brasil, 1931-1984.

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

A pesquisa sobre batata tem longa tradição em São Paulo e, conforme dados do quadro 15, foi preponderantemente dirigida para o controle de pragas e doenças, às quais a cultura é sabidamente muito suscetível. Houve, também, apreciável esforço em adubação e práticas culturais, bem como na área de melhoramento. Esse trabalho envolveu introdução, competição e criação de variedades. A importação de conhecimento, na forma de material genético, foi sempre importante. Na realidade em São Paulo ainda predominam as variedades estrangeiras, através da importação de batata-semente. Parece certo, todavia, que a pesquisa teve contribuição não desprezível para o desempenho da cultura (²²).

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

O feijão classifica-se em terceiro lugar, em termos de número de artigos publicados sobre produtos domésticos. Não tem entre tanto tradição de pesquisa. O quadro 16 mostra que o trabalho com essa cultura é muito recente, podendo-se considerar o quinquênio 1960-64 como marco de seu início. Atinge um máximo em 1965-69 para logo se reduzir nos períodos seguintes. As pesquisas dominantes referem-se à adubação, práticas culturais e pragas e doenças. Todavia, no último quinquênio a preciosa número delas aparece nas áreas de genética e melhoramento e de pesquisas biológicas, e esse é um fato que em princípio indica possibilidades de avanço no futuro. Não há indícios de importação de conhecimentos favorecendo a pesquisa com feijão.

O fato de a pesquisa ser tão recente parece ser importante fator explicando o declínio do rendimento do feijão em São Paulo, ilustrado na figura 3. O que sucedeu aqui repetiu-se nos demais Estados,

[²²] Algumas informações adicionais podem ser obtidas em Couto [14].

QUADRO 15.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Batata, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	-	1	1	1	3	3	1	2	4	-	-	16
Adução e calagem	-	-	1	-	1	3	3	16	3	2	-	29
Práticas culturais	-	-	5	2	5	4	3	10	5	-	-	34
Pragas e doenças	1	2	5	7	2	13	9	17	10	8	2	76
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	1	-	1	1	1	2	3	2	11
Total	1	3	12	11	11	24	17	46	24	13	4	166

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

QUADRO 16.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Feijão, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	-	-	-	2	-	-	-	3	3	1	6	15
Adubação e calagem	-	-	-	-	-	-	-	1	26	3	4	34
Práticas culturais	-	-	-	-	-	-	1	1	3	4	3	12
Pragas e doenças	-	-	-	4	1	-	1	8	10	8	2	34
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	-	-	-	-	4	5	5	10	24
Total	-	-	-	6	1	-	2	17	47	21	25	119

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

que não contaram com maior suporte de pesquisa, conforme mostram SILVA; FONSECA; MARTÍN (46).

Há indicações, felizmente, de que um processo de mudança dessa situação está em marcha em São Paulo. Assim, ao examinar os rendimentos calculados pelo IEA (quadro 6) notamos que indicam direção divergente dos levantados pelo IBGE (quadro 5 e figura 3) a partir de 1960-64. No período 1960-64 a 1970-74, o Índice de rendimento do IBGE mantém-se relativamente estável, subindo um pouco no último quinquênio. Em contrário, o Índice do IEA cresce continuamente, com um ganho de rendimento de 65% entre 1960-64 e 1980-84. Esses dados parecem ser mais coerentes com a realidade, segundo técnicos que têm acompanhado a evolução da cultura. A questão merece uma discussão mais detalhada.

É provável que parte do aumento de rendimento detectado para o Estado seja devido à mudança na localização da cultura. De fato ela sofreu um processo de concentração na Região de Sorocaba, perdendo importância relativa nas demais regiões do Estado. Sabe-se que as condições climáticas são relativamente mais favoráveis naquela região, que sempre apresentou rendimentos mais elevados. Isso, porém, não é tudo. No início dos anos 70 foi introduzida na região a variedade Carioca, testada e submetida à seleção no Instituto Agrônomo. Essa variedade apresentava potencial 30% superior à das variedades então cultivadas e estima-se que atualmente ocupa 80% da área plantada⁽²³⁾. Simultaneamente, expandiu-se a aplicação de fertilizantes e defensivos. Como resultado o rendimento do feijão nessa região cresceu 17% entre 1965-69 [antes da introdução da variedade Carioca] e 1975-79. Mais recentemente, começou a se desenvolver a cultura do feijão irrigado, cultivado no inver-

(23) As informações baseiam-se em Almeida; Leitão FQ; Miyasaka (1). São Paulo. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. CATI (39).

no, no norte do Estado, com rendimento mais elevado que os das tradicionais culturas das águas e da seca. Essas evidências sugerem que a pesquisa começa a contribuir para a recuperação da cultura do feijão em São Paulo.

O volume de pesquisas sobre arroz, medido por meio das publicações, é algo menor que no caso do feijão, como indicam os dados do quadro 17. Maior número de artigos aparece nas categorias de pragas e doenças, práticas culturais e adubação. Melhoramento e pesquisas básicas foram aparentemente áreas menos estudadas. A pesquisa rizícola é também pouco densa até 1954-59. Só a partir de 1960-64 encontramos um volume mais substancial de trabalhos. Importação de conhecimentos não parece ter sido importante. Em que pese o pequeno número de pesquisas publicadas sobre genética e melhoramento, GERMEK & BANZATTO (22) historicam o lançamento de uma série de variedades com crescente potencial produtivo, apropriadas a plantio de sequeiro (24).

A figura 3 mostra que o rendimento do arroz em São Paulo vem caindo desde 1940-44, elevando-se apenas no último quinquênio. Isso indica um gargalo tecnológico que a pesquisa não foi capaz de remover. O elevado risco associado a eventuais deficiências hídricas, característico da cultura parece não ter sido atenuado. Ao contrário, variedades mais produtivas provavelmente o aumentam, a menos que sejam também mais resistentes à seca, o que aparentemente ainda não foi conseguido. Essa parece ser uma explicação plausível para São Paulo e outros Estados que cultivam arroz de sequeiro, onde as variedades paulistas vêm se difundindo. Esse quadro contrasta com o observado no Rio Grande do Sul, onde predomina o arroz irrigado, como resultado de um bem orientado programa de pesquisas, que se reflete

(24) Blumenschein & Guazzelli (8) consideram a criação e adaptação de variedades como a maior contribuição da pesquisa à cultura do arroz

QUADRO 17.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Arroz, Segunda a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	-	-	1	1	-	-	-	2	-	1	1	6
Adubação e calagem	-	-	-	-	1	-	1	3	3	6	1	15
Práticas culturais	-	1	3	-	1	2	1	6	3	4	1	22
Pragas e doenças	-	-	-	1	1	6	-	4	3	9	11	35
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	1	-	1	-	1	4	1	3	11
Total	-	1	4	3	3	9	2	16	13	21	17	89

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

no apreciável número de publicações referido por SILVA; FONSECA; MARTIN (49); o rendimento cresce durante todo o horizonte analisado.

Entre os alimentos básicos, mandioca foi um dos que recebeu menor atenção da pesquisa. Apresenta, entretanto, maior número de artigos que arroz, feijão e trigo até 1950-54. Concentração de pesquisas sobre melhoramento caracteriza o quinquênio 1940-44. Por essa época foram também realizados muitos estudos sobre pragas, doenças e práticas culturais (quadro 18).

A julgar pela evolução do rendimento (figura 3) tais pesquisas devem ter sido importantes: a brusca redução observada entre 1931-34 e 1935-39 é rapidamente compensada. Atinge-se então um patamar por volta de 1945-49, que perdura até o presente, com pequena elevação em 1975-79.

É interessante observar que recuperação semelhante não ocorreu nos Estados de Minas Gerais, Bahia e Pernambuco, tendo entretanto se verificado em menor escala no Rio Grande do Sul. Faz-se necessário estudo mais detalhado para explicar a evolução do rendimento da mandioca.

O trigo praticamente começa a ser estudado em São Paulo nos anos 60. As informações sobre pesquisa (quadro 19) e rendimento (figura 4) são insuficientes para maiores comentários, mas não indicam resultados claros até o presente. De qualquer modo, variedades lançadas a partir de 1965 foram importantes para o estabelecimento da cultura (25). Investigação adicional é igualmente necessária no caso do trigo.

Passando dos alimentos básicos para as hortaliças e frutas, verificamos que o tomate foi beneficiado por amplo conjunto de pesquisas (quadro 20), o contrário ocorrendo com a cebola (quadro 21). Dominam no caso do tomate os estudos sobre pragas e doenças. Em cebola a pesquisa praticamente

[25]. Sobre a pesquisa tritícola ver Tomasini (47).

QUADRO 18.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Mandioca, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	-	-	-	5	-	-	-	-	2	-	1	8
Adução e calagem	-	-	-	-	-	2	2	-	3	-	1	8
Práticas culturais	2	2	1	1	2	1	-	-	1	1	1	12
Pragas e doenças	-	-	2	8	6	1	1	1	3	1	1	24
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	1	-	1	-	2	-	-	1	5
Total	2	2	3	15	8	5	3	3	9	2	5	57

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

QUADRO 19.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Trigo, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	-	-	-	-	-	1	-	1	-	3	3	8
Adução e calagem	-	-	-	-	-	-	1	-	4	9	6	20
Práticas culturais	4	-	2	-	1	-	1	3	-	-	1	12
Pragas e doenças	-	-	-	-	1	-	1	1	2	2	2	9
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5	3	10
Total	4	-	2	-	2	1	3	5	8	19	15	59

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

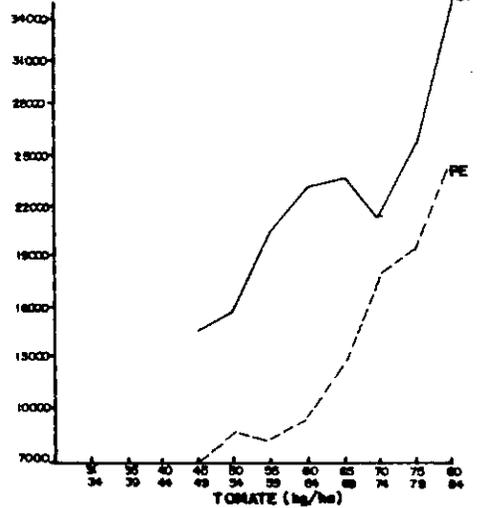
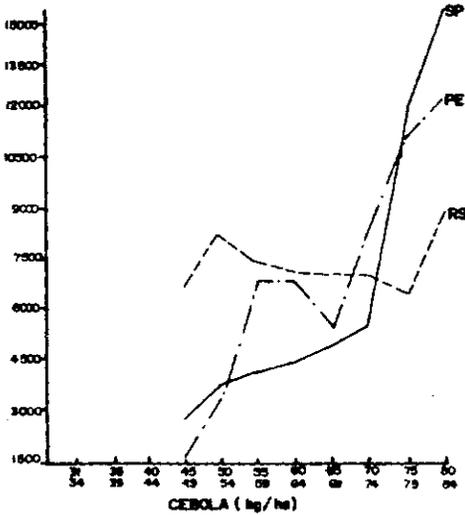
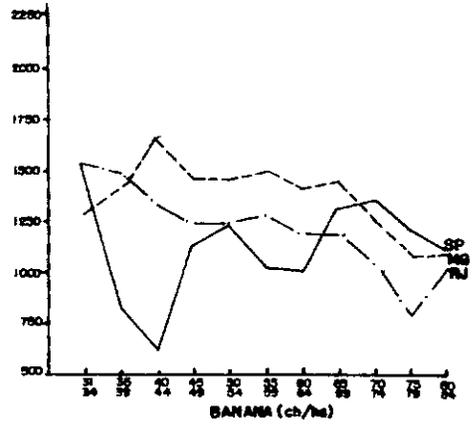
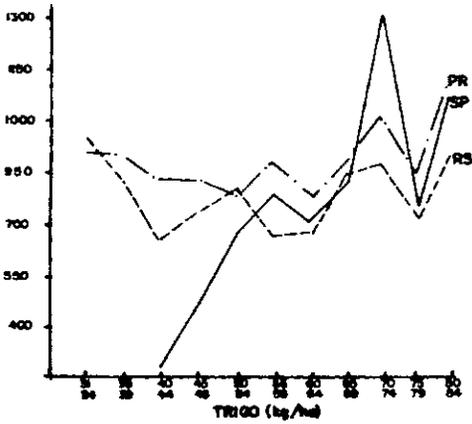


FIGURA 4.- Rendimento Médio de Trigo, Tomate, Cebola e Banana nos Principais Estados Produtores, Brasil, 1931-1984.

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

restringe-se às práticas culturais e ao controle de moléstias. Com respeito ao tomate notamos uma dinamização das pesquisas a partir de 1950/54.

O rendimento do tomate acompanha a intensificação da pesquisa, e o acelerado crescimento no último período parece estar associado à expansão do cultivo de novas variedades destinadas à industrialização. O rendimento da cebola aumenta lentamente de 1945/49 até 1970/74 e cresce explosivamente nos últimos períodos, ao que parece em decorrência da expansão da irrigação (por aspersão), do uso de sementes híbridas em portadas e do aprimoramento das práticas culturais ⁽²⁶⁾.

Finalmente, a pesquisa sobre banana foi limitada e dirigida para o controle de pragas e doenças e práticas culturais (quadro 22). Os dados sobre rendimentos são totalmente divergentes. Segundo o IBGE, (figura 4 e quadro 5) o rendimento medido em cachos sofreu drástica queda de 1931-34 a 1940-44, seguida de recuperação, com flutuações, a partir de então. Não obstante, segundo o IEA (quadro 6) o rendimento medido em quilos cresce contínua e intensamente até 1980-84. Esse comportamento deve refletir em parte resultados da pesquisa, mas também o aproveitamento de varzeas mais férteis, antigamente menos aproveitadas, e o surgimento da variedade de nanicao, bem mais produtiva, com cachos mais pesados.

Como complemento à análise até aqui desenvolvida, apresentamos a seguir estimativas das relações entre pesquisa e rendimento. Já mencionamos, mas vale relembra, que trabalhamos com médias quinquenais dos rendimentos, para atenuar o problema das flutuações anuais devidas às variações climáticas, e também que utilizamos o número acumulado de publicações científicas, para captar o efeito persistente e cumulativo da pesquisa. Quanto ao número de publicações, duas medidas foram tomadas: o número total de artigos e o número de artigos sobre os temas mais freqüentemente pesquisados (genética e melhoramento; adubação e calagem; práticas culturais; pragas e doenças; pesquisas biológicas básicas). Quan

⁽²⁶⁾ Agradecemos essas informações, colhidas de Paulo Augusto Wiesel, do Instituto de Economia Agrícola, que vem acompanhando o desenvolvimento e o mercado da cultura há muitos anos.

QUADRO 20 .- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Tomate, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

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

Fonte: Bragançia, Boletim Técnico do Instituto Agrônomo, Boletim da Agricultura, Arquivos do Instituto Biológico, O Biológico, Anais da ESALQ e Revista de Agricultura [Informações básicas].

QUADRO 21.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Cebola, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Adubação e calagem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Práticas culturais	-	-	-	1	1	2	1	2	4	-	-	11
Pragas e doenças	1	-	-	-	1	3	1	1	1	2	1	11
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2
Total	2	-	-	1	2	5	2	3	6	3	1	25

Fonte: *Bragantia*, Boletim Técnico do Instituto Agrônômico, Boletim da Agricultura, Arquivos do Instituto Biológico, O Biológico, Anais da ESALQ e Revista de Agricultura [Informações básicas].

QUADRO 22.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Banana, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Adubação e calagem	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	3
Práticas culturais	-	-	-	-	1	-	-	2	1	5	-	9
Pragas e doenças	-	1	3	1	-	2	4	2	1	3	8	25
Pesquisas biológicas básicas	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	4	7
Total	1	2	4	1	1	2	4	6	2	9	12	44

Fonte: *Bragantia*, Boletim Técnico do Instituto Agrônomo, Boletim da Agricultura, Arquivos do Instituto Biológico, *O Biológico*, Anais da ESALQ e Revista da Agricultura (Informações básicas).

to aos rendimentos, face às já mencionadas discrepâncias entre fontes, utilizamos dados do IBGE e do IEA.

As regressões estimadas forneceram resultados muito parecidos independentemente da medida utilizada para representar o esforço de pesquisa, motivo pelo qual são apresentadas apenas as equações em que os argumentos são as publicações sobre os temas mais frequentemente pesquisados. Entretanto, para alguns produtos os resultados diferiram substancialmente, dependendo da fonte dos rendimentos, justificando sua apresentação completa (quadro 23).

De um modo geral os coeficientes de regressão apresentam sinais positivos, como seria de esperar, e estatisticamente significantes. Parâmetros nulos surgem apenas no caso do arroz e do trigo, para ambas as fontes de rendimentos. Já no caso da banana e do feijão os coeficientes são nulos apenas para os rendimentos do IBGE, e no do café apenas para os rendimentos do IEA.

Os coeficientes de determinação, bastante elevados em maitas das regressões, indicam que, através de seus efeitos diretos e indiretos, a pesquisa explica em grande parte a tendência ascendente dos rendimentos da maioria das culturas analisadas.

Em síntese, os resultados da investigação estatística reali-
zada confirmam, com maior rigor, a hipótese de que a pesquisa vem contribuindo para os ganhos de produtividade experimentados pela agricultura paulista.

QUADRO 23.- Equações com Número Acumulado de Artigos Científicos Publicados como Variável Explicativa do Rendimento Médio das Principais Culturas, Estado de São Paulo⁽¹⁾

Produto	Constante	Coefficiente	R ²	F
<i>Café</i>				
IBGE	521,367	0,809	65,471	9,480***
IEA	341,159	0,659	43,450	3,842
<i>Laranja</i>				
IBGE	464,725	0,881	77,682	17,403***
IEA	4.640,949	0,797	63,556	8,720**
<i>Cana</i>				
IBGE	431,687	0,943	88,867	39,910***
IEA	38.573,422	0,902	81,402	21,884***
<i>Algodão</i>				
IBGE	505,193	0,969	93,934	77,430***
IEA	633,250	0,935	87,348	34,520***
<i>Amendoim</i>				
IBGE	1.179,529	0,755	57,074	6,648**
IEA	1.092,502	0,886	78,459	18,211***
<i>Soja</i>				
IBGE	1.144,024	0,944	89,115	24,560***
IEA	1.094,708	0,968	93,712	44,712***
<i>Mamona</i>				
IBGE	741,256	0,763	58,226	6,969**
IEA	956,484	0,725	52,597	5,548*
<i>Milho</i>				
IBGE	1.098,955	0,974	94,869	92,448***
IEA	965,522	0,967	93,568	72,742***

(1) Regressões estimadas pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários, com rendimentos correspondentes aos quinquênios 1950-54 a 1980-84 e número de artigos acumulados desde 1940 até o início de cada quinquênio.
Níveis de significância: 1%***, 5%** , 10%* .

QUADRO 23.- Equações com Número Acumulado de Artigos Científicos Publicados como Variável Explicativa do Rendimento Médio das Principais Culturas, Estado de São Paulo (1)

Produto	Constante	Coeficiente	R ²	Conclusão
				F
Arroz				
IBGE	1.392,772	-0,392	15,377	0,909
IEA	1.040,724	0,317	10,042	0,558
Feijão				
IBGE	727,342	-0,424	18,027	1,100
IEA	443,875	0,673	45,261	4,134*
Batata				
IBGE	3.338,953	0,869	75,573	15,469**
IEA	4.921,974	0,912	83,281	24,906***
Mandioca				
IBGE	6.160,484	0,700	49,024	4,809*
IEA	9.980,733	0,945	89,389	42,122***
Trigo				
IBGE	779,880	0,409	16,729	1,004
IEA	786,630	0,401	16,115	0,961
Tomate				
IBGE	15.101,437	0,868	75,363	15,295**
IEA	15.239,321	0,795	63,209	8,590**
Cebola				
IBGE	115,149	0,820	67,201	10,244**
IEA	-140,399	0,850	72,268	13,030**
Banana				
IBGE	1.149,111	0,086	0,743	0,037
IEA	7.273,614	0,890	79,236	19,080***

(1) Regressões estimadas pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários, com rendimentos correspondentes aos quinquênios 1950-54 a 1980-84 e número de artigos acumulados desde 1940 até o início de cada quinquênio. Níveis de significância: 1%***, 5%** , 10%* .

5 - IMPLICAÇÕES ECONÔMICAS

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

Mostramos que o esforço de pesquisa dirigido aos produtos exportáveis foi muito mais intenso que o voltado para os produtos domésticos. Esse fato, já conhecido anteriormente, fica reforçado pelas evidências aqui apresentadas, mais amplas em termos do número de produtos e do horizonte de tempo considerado ⁽²⁷⁾. Evidenciamos, por outro lado, que o esforço de pesquisa sobre produtos domésticos atingiu, de modo relativamente equilibrado, o grupo dos alimentos básicos e o grupo das hortaliças e frutas. Claramente, ambas as constatações são importantes, tanto do ponto de vista do crescimento da produção agrícola como dos efeitos distributivos a ela associados.

Comprovamos, também, a existência de uma estreita relação entre o esforço de pesquisa e a evolução do rendimento das culturas. Nessa análise procuramos sempre considerar o papel da importação de conhecimentos, seja como insumo para o desenvolvimento da pesquisa seja como insumo diretamente utilizável pela agricultura. Ao relacionar pesquisa e rendimento, procuramos investigar a questão da defasagem entre o trabalho científico e seus resultados. Verificamos que ela é sempre de magnitude apreciável, em alguns casos particularmente longa, de modo que os produtos que passaram a ser pesquisados mais recentemente ainda não tiveram condições para apresentar resultados mais significativos.

Em consequência de um maior esforço e com uma maior tradição de pesquisa, os produtos exportáveis experimentaram ganhos de ren

⁽²⁷⁾ Contribuíram para esse diagnóstico os trabalhos já mencionados de Pastore, Dias; Castro (36), Melo (31) e Silva; Fonseca; Martin (45, 46).

dimentos mais expressivos que os produtos domésticos, de um modo geral. Claramente, o pior desempenho foi o dos produtos alimentares básicos. Aliás, entre estes feijão e arroz apresentaram rendimento praticamente es
táveis entre os extremos do horizonte considerada, e decilnantes em muitos intermediários. Como consequência desta situação, de um lado a oferta agrícola agregada provavelmente cresceu menos do que poderia ter crescido com um melhor desempenho dos produtos domésticos; de outro, a composição da produção, modificando-se em favor dos exportáveis, con
tribuiu para o surgimento (ou agravamento) de um problema de suprimento de alimentos, com implicações distributivas.

Naturalmente esse processo - que não se restringiu a São Paulo, mas espalhou-se por todo o país, com efeitos mais graves em al
gumas regiões - foi induzido por diversos fatores, entre os quais enfat
izamos as condições favoráveis do mercado internacional nos primeiros a
nos 70 ⁽²⁸⁾ e, também, a opção por um esforço exportador de produtos a
grícolas como forma de compensar os "choques" do petróleo em 1973/74 e 1979/80, bem como a decisão de substituir derivados de petróleo por ál
cool de cana-de-açúcar ⁽²⁹⁾.

Todavia, nem aquelas forças externas (preços internacio
nais) nem as internas (políticas comercial e energética) teriam produ
zido o acelerado processo de transformação, por que passou a agricultura no período 1968-80, na ausência de adequado suporte tecnológico. De ou
tra parte, esse processo teria ocorrido de modo mais equilibrado caso os produtos alimentares básicos dispusessem de apoio tecnológico seme
lhante ao que estava disponível para as culturas de exportação.

⁽²⁸⁾ O efeito do movimento de alta dos preços internacionais de produ
tos agrícolas foi fortalecido pela adoção da política de mini-des
valorização cambial em 1968.

⁽²⁹⁾ Sobre o efeito do PROALCOOL na composição da produção agrícola em São Paulo ver Veiga; Gatti; e Mello (48).

Em outras palavras, o progresso tecnológico ocorrendo no segmento exportador da agricultura melhorou sua rentabilidade relativa, criando condições para expansão de sua produção, não apenas pelo aumento da produção por unidade de recurso (terra, trabalho), mas pela crescente absorção desses recursos pela agricultura de exportação (e energética), em detrimento daquela destinada à alimentação popular.

O resultado, bem diagnosticado por MELO (30), foi uma redução das disponibilidades per capita de calorias e proteínas (provenientes dos alimentos mais tradicionais, arroz, feijão, batata, mandioca e milho), da ordem de 25% entre 1967 e 1979, compensado por algum aumento desses elementos a partir do açúcar e de produtos animais e de um ponderável aumento obtido via trigo, um produto crescentemente importado durante a última década.

Naturalmente, esse quadro acabou por provocar aumentos reais nos preços de alimentos, com efeitos regressivos sobre as camadas da população com mais baixas rendas, em cujos orçamentos os alimentos têm participação mais elevada. MELO (30) fez uma tentativa de medir o impacto distributivo desse movimento de preços relativos, concluindo que em São Paulo, de 1967 a 1979, o aumento acumulado do índice de preços nominais de alimentos foi 10% superior para a classe de menor renda, comparativamente à de maior renda (30). Chamando a atenção para o fato de que diversos fatores contribuíram para esse resultado, e ele enfatiza as inovações introduzidas na cultura da soja como um importante fator tecnológico afetando o processo.

Com efeito, não se tem notícia de outro desenvolvimento tecnológico que tenha sido capaz de provocar tão amplas transformações em tão curto intervalo de tempo. Não obstante, é possível que o efeito conjugado de avanços tecnológicos menos dramáticos, mas ocorrendo si

(30) No Nordeste a evolução foi muito pior, com a diferença alcançando 33%, Melo (30).

multaneamente em diversas culturas, possa ter tido efeito semelhante. As evidências que apresentamos, mostrando tantos casos de progresso tecnológico entre produtos exportáveis (café, laranja, cana-de-açúcar e algodão, além da soja), apontam nesse sentido.

Creemos ser muito difícil separar a contribuição específica do progresso tecnológico diferenciado na distribuição da renda real, que depende de um processo complexo onde interagem múltiplos fatores. Mais difícil ainda seria isolar a participação do progresso em cada cultura. De qualquer forma, entretanto, parece certo que em alguma medida o progresso técnico desequilibrado vem prejudicando os consumidores, particularmente os de baixa renda. Além disso, parece igualmente certo que venha também gerando efeitos distributivos entre categorias de produtores, discriminando os que se dedicam a atividades não beneficiadas por inovações, especialmente no caso daqueles que em decorrência de sua dotação de recursos e outras condições sócio-econômicas encontram dificuldades para mudar de atividades.

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

ções semelhantes, e nesse caso os consumidores em geral acabariam beneficiados.

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

Numa perspectiva histórica de muito longo prazo, quando da implantação das ciências agrárias no país, pode-se levantar a hipótese de que o predomínio de interesses ligados ao setor externo tenha sido um fator beneficiando a pesquisa dirigida a produtos de exportação.

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

O advento do processo de industrialização pode ter contribuído para a perpetuação dessa tendência, uma vez que implicou crescente demanda de divisas, que forçosamente tinha de ser suprida via exportações agrícolas ⁽³¹⁾. Assim, deve ter favorecido a alocação de recursos à pesquisa sobre produtos exportáveis.

(31) É interessante observar que a história se repete e, a partir de meados da década passada, a necessidade de tornar o país mais ativo no mercado internacional de produtos agrícolas induziu um crescimento das pesquisas sobre exportáveis no conjunto do país, detectado por Silva; Fonseca; Martin (45).

Aparentemente, apenas com a emergência de um problema mais grave de abastecimento no final dos anos 40 e início dos anos 50, que provocou uma série de medidas de incentivo às atividades agrícolas ⁽³²⁾, criaram-se condições capazes de induzir o sistema de pesquisa em São Paulo a se voltar, com alguma defasagem e grande timidez, para os produtos domésticos, segundo interpretação sugerida por SILVA; FONSECA; MARTIN (40).

Para uma compreensão mais apropriada desse processo entendemos ser muito importante a contribuição de PASTORE; DIAS; CASTRO (36). Analisando a questão pela ótica dos modelos de inovação induzida, procuram esses autores explicar porque, face a uma evolução de preços relativos dos fatores favorável à modernização da agricultura, esta se processou em produtos exportáveis, mas não atingiu os produtos domésticos. Para isso postularam condições adicionais necessárias a uma eficiente resposta da pesquisa às necessidades dos agricultores: concentração geográfica da produção, possibilidade de industrialização do produto e facilidade de transferência de tecnologia do exterior.

Dentro dessa perspectiva, a concentração geográfica certamente favoreceu a maioria dos produtos exportáveis. A possibilidade de industrialização e a facilidade de transferência de tecnologia devem igualmente ter ajudado a todos, exceto, neste último aspecto, o café. Entre os produtos domésticos por nós considerados, a batata certamente se beneficiou da concentração geográfica e da importação de conhecimentos, enquanto o milho, embora geograficamente disperso, contou com transferência de tecnologia e, no período mais recente, ganhou expressão como matéria-prima industrial. Já arroz e feijão não se beneficiaram de nenhuma dessas condições. Sua extrema dispersão geográfica (mesmo dentro do Esta

⁽³²⁾ A respeito da política agrícola nesse período ver Melo (29).

do], conforme PASTORE; DIAS; CASTRO (36) deve ter prejudicado a eficiência da pesquisa por duas razões básicas. Em primeiro lugar, por dificultar a formação de grupos de interesses e, portanto, a interação eficiente entre agricultores e pesquisadores. Em segundo, por tornar mais complexa a tarefa da pesquisa, em decorrência da maior diversidade de condições ecológicas. A própria dispersão dos consumidores constituiria fator negativo, pela dificuldade de articulação eficaz no sentido de exercer pressão sobre o governo, capaz de levar a uma intensificação das pesquisas. Tomate e cebola são produtos que também se beneficiaram pela concentração da produção, importação de conhecimentos e, no caso do tomate, possibilidade de industrialização.

Para completar essa discussão, faremos algumas considerações adicionais relacionadas à influência das condições de demanda do produto sobre o correspondente progresso tecnológico. Fomos levados a especular a questão ao perceber, analisando a história de um número apreciável de culturas, que aparentemente as que apresentam demandas mais elásticas ao preço e a renda experimentaram progresso mais acentuado. Quanto aos produtos exportáveis podemos considerar as respectivas demandas elásticas em comparação com as dos produtos de consumo interno. Com respeito aos produtos domésticos, algumas estimativas de suas elasticidades foram reunidas no quadro 24.

Desconsiderando o lado dos custos da pesquisa, parece intuitivo que seus benefícios tendem a ser maiores com demandas elásticas, uma vez que nesta circunstância os preços não tenderão a cair (ou cairão menos que no caso de demandas inelásticas) como resultado de uma expansão da produção. Pesquisando a literatura, encontramos suporte para essa observação no trabalho de BISWANGER (6). Mostra-se que, se a demanda for inelástica, melhoramentos técnicos podem inclusive reduzir os lucros da indústria experimentando progresso tecnológico. Numa situação assim extrema seria inibido o esforço de inovação, caracterizando-se um "mecanismo de auto-controle" não apenas

QUADRO 24. - Elasticidades da Demanda de Alguns Produtos Domésticos

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

Fonte: Elasticidades-preço da demanda extraídas de Alves (2) e elasticidades-renda da demanda obtidas de Kirsten (27).

na difusão de novas técnicas, como proposto por PAIVA (35), mas mesmo em sua geração. Em outras palavras, percebendo a dificuldade de internalizar ganhos do progresso tecnológico, devido à queda de preços que lhe segue, setores produtivos com tais características exerceriam menor pressão sobre o sistema de pesquisa (33). A questão envolve certa complexidade e sua discussão ultrapassa os limites definidos para esse trabalho, o que nos leva a encerrar aqui estes comentários.

Fechando toda a discussão, poderíamos concluir enfatizando a necessidade de o esforço de pesquisa ser melhor equilibrado, o que equivale a dizer que deve crescer a ritmo mais rápido no setor de produtos domésticos e principalmente de alimentos básicos. Caberia ao governo assumir ativamente o papel de catalizador de todo o processo de modernização tecnológica, promovendo e financiando o esforço de pesquisa, criando e agilizando os mecanismos de transferência de conhecimentos para o setor produtivo.

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

LITERATURA CITADA

1. ALMEIDA, L.D.; LEITÃO FQ., H.F.; MIYASAKA, S. *Características do feijão carioca*. Bragantia, 30 (1):XXIII, abr. 1971.
2. ALVES, Eliseu R. A Pesquisa e os ganhos de produtividade em culturas alimentares no Brasil. Brasília, EMBRAPA, 1981 27p.
3. ANAIS DA ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ". Piracicaba, 1944-1979.
4. ARQUIVOS DO INSTITUTO BIOLÓGICO. São Paulo, 1928-1979.
5. BARROS, J.R.M. de & GRAHM, D.H. *A agricultura brasileira e o problema da produção de alimentos*. In: SEMINÁRIO SOBRE ECONOMIA DA TECNOLOGIA, 1., São Paulo, 1978. 35p.
6. BINSWANGER, H.P. *Induced technical change: evolution of thought*. In: BINSWANGER, H.P. & RUTTAN, V.W. Induced innovation, technology, institutions and development. Baltimore, The Johns Hopkins Press, 1978. p.13-43. .
7. O BIOLÓGICO. São Paulo, Secretaria da Agricultura, Instituto Biológico, 1935-1979.
8. BLUMENSCHNEIN, A. & GUAZELLI, R.J. *A contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento agrícola do arroz e feijão*. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (3):435-446, jul./set. 1980.
9. BOLETIM DE AGRICULTURA. São Paulo, Secretaria da Agricultura, 1925-1940.
10. BOLETIM TÉCNICO. Campinas, Secretaria da Agricultura, IAC, 1928-1940.
11. BRAGANTIA. Campinas, Secretaria da Agricultura, IAC, 1941-1979.

12. CARVALHO, L.C.C. Contribuição da pesquisa para a implantação e desenvolvimento da agroindústria canavieira. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (3):519-535, jul./set. 1980.
13. CHRISTENSEN, L.R. Concepts and measurement of agricultural productivity. American Journal of Agricultural Economics, Lexington, 57 (5):910-915, dec. 1975.
14. COUTO, F.A.A. Algumas contribuições da pesquisa ao desenvolvimento da olericultura no Brasil. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (3):507-517, jul./set. 1980.
15. CRUZ, E.R.; PAIVA, V.; AVILA, A.F.D. Taxas de retorno dos investimentos da EMBRAPA: investimentos totais e capital físico. Brasília, EMBRAPA, 1982. 47p.
16. EVENSON, R.E. International diffusion of agrarian technology. The Journal of Economic History, 34(1): 51-73, 1974.
17. EVENSON, R.E. & KISLEY, V. Investment in agricultural research and extension: a survey of international data. Economic Development and Cultural Change, Chicago, 23 (3):507-521, 1975.
18. _____. Research and productivity in wheat and maize. Journal of Political Economy, Chicago, 81 (6): 1309-1329, nov./dec. 1973.
19. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estudo nacional da despesa familiar: despesas das famílias - dados preliminares - São Paulo. Rio de Janeiro, 1978. 85p.
20. FREIRE, R.C.; MOREIRA, J. de A.N.; MEDEIROS, L.C. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento: o caso do algodão. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (3):383-413, jul./set. 1980.
21. GARCIA, J.C.; RUIAS, D.G.G.; VENCOSKY, R. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento do milho e do sorgo. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (3):475-493, jul./set. 1980.

22. GERMEK, E.B. & BANZATTO, N.V. Melhoramento do Arroz no Instituto Agronômico de Campinas, IAC, Campinas, 1972 (Boletim Técnico 202).
23. GRILICHES, Z. Research costs and social returns: hybrid corn and related innovations. Journal of Political Economy, Chicago, 66: 419-431, 1958.
24. HAYAMI, Y. & YAMADA, S. Agricultural research organization in economic development: a review of the Japanese experience. In: SEMINÁRIO SOBRE ECONOMIA DA PESQUISA AGRÍCOLA, 1., São Paulo, 1975.
25. HAYAMI, Y. & RUTTAN, V.W. Agricultural development: an international perspective. Baltimore, The Johns Hopkins Press, 1971. 367p.
26. KASTER, M. & BONATO, E.R. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento: a pesquisa em soja. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (3):415-434, jul./set. 1980.
27. KIRSTEN, J.T. Elasticidade-renda da demanda de produtos agrícolas: um ensaio econométrico. São Paulo, USP/FEA/IPE, 1977. 57p. (Documento para discussão)
28. MATIELLO, J.B. & CARVALHO, F. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento: o caso do café. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (3):495-505, jul./set. 1980.
29. MELO, F.B.H. de. Agricultura brasileira: incerteza e disponibilidade de tecnologia. São Paulo, USP/FEA/IPE, 1978. 142p. (Tese Livre-Docência).
30. _____. Disponibilidade de alimentos no Brasil e impactos distributivos. São Paulo, USP/FEA/IPE, 1982. (Trabalho para discussão, n.44).
31. _____. Disponibilidade de tecnologia entre produtos da agricultura brasileira. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (20):221-249, abr./jun. 1980.

32. _____. *Technological change and income distribution: the case of a semi-open less developed economy.* In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF AGRICULTURAL ECONOMISTS, 18., Jakarta, 1982 .. 12p.
33. NADIRI, M.I. *Some approaches to the theory and measurement of total factor productivity: a survey.* The Journal of Economic Literature, Menasha, 8 (4):1137-1177, dec. 1970.
34. NELSON, R.R. *The simple economics of basic scientific research.* Journal of Political Economy, Chicago, 67 (3):297-306, jun.1969.
35. PAIVA, R.M. *Modernização e dualismo tecnológico na agricultura.* Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, 1 (2):171-234, dez. 1971.
36. PASTORE, J.; DIAS, G.L. da S.; CASTRO, M.C. de. *Condicionantes da produtividade da pesquisa agrícola no Brasil.* Estudos Econômicos, São Paulo, 6 (3):147-183, 1976.
37. REVISTA DE AGRICULTURA. Piracicaba, USP/ESALQ, 1926-1979.
38. RODRIGUEZ, O. Citricultura paulista: história, percalços, progressos, pesquisas no IAC. 1976.
39. SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. CATI. Profeijão: programa de feijão irrigado. Campinas, 1981. 63p. (Documento técnico, 36).
40. SCHULTZ, T.W. *The allocation of resources to research.* In: FI SHEL, W.L. Resource allocation in agricultural research. Minneapolis, University of Minnesota Press, 1971. p.90-120.
41. SAHOTA, G. Fertilizer in Economic Development: an econometric analysis. New York, F.A. Praeger Publishers, 1968.

42. SILVA, G.L.S.P. da. Rumo a uma Política de Pesquisa Agrícola, Journal do Engenheiro Agrônomo, São Paulo, fev. 1977, p.4-6.
43. SILVA, G.L.S.P. da. Evolução e Determinantes da Produtividade Agrícola : o caso da pesquisa e da extensão rural em São Paulo. USP/FEA, São Paulo, 1982 (Tese de Doutorado).
44. SILVA, G.L.S.P. da. Contribuição da Pesquisa e da Extensão Rural para a Produtividade Agrícola: o caso de São Paulo. Estudos Econômicos, São Paulo, 14 (2): 315-353, maio/ago. 1984.
45. SILVA, G.L.S.P. da; FONSECA, M.A.S. da; MARTIN, N.B. Pesquisa e produção agrícola no Brasil. Agricultura em São Paulo, SP, 26 (2):175-252, 1979.
46. _____. Os rumos da pesquisa e o problema da produção de alimentos: algumas evidências no caso de São Paulo. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (1):37-59, jan./mar. 1980.
47. TOMASINI, R.G.A. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento: o caso do trigo. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (3):359-381, jul./set. 1980.
48. VEIGA FÓ., A. de A.; GATTI, E.U.; MELLO, N.T.C. de. O Programa Nacional do Alcool e os impactos na agricultura paulista. São Paulo, Secretaria da Agricultura, IEA, 1980. 37p. (Relatório de Pesquisa, 8/80).

RESUMO

Nosso objetivo neste trabalho foi estudar a evolução da produtividade agrícola em conexão com o progresso tecnológico resultante da pesquisa agrícola. Começamos examinando alguns aspectos teóricos relacionados às medidas de produtividade, e também à natureza econômica da atividade de pesquisa agrícola e da tecnologia dela resultante. Procuramos então, ao nível de culturas específicas, relacionar o comportamento dos respectivos rendimentos ao esforço de pesquisa dirigido a cada uma delas, medido por meio do número de artigos científicos publicados. Comprovamos profundas discrepâncias de rendimento, com ganhos mais expressivos no caso dos produtos exportáveis e, dentre os produtos domésticos, no caso das hortaliças e frutas. Os produtos alimentares básicos apresentaram os piores resultados. Mostramos que o sucesso ou insucesso em conseguir ganhos de rendimento esteve diretamente relacionado ao trabalho de pesquisa com cada produto. Consequentemente, a prescrição que fazemos é a de reforçar a pesquisa sobre produtos alimentares. Acreditamos que tal medida poderá beneficiar os consumidores, especialmente os de baixa renda, mais prejudicados pelo pior desempenho dessas culturas, e também os produtores que a elas se dedicam. Enfim, deve-se procurar um melhor balanceamento do esforço de pesquisa, cabendo ao Governo a atuação catalizadora de todo o processo de modernização desse segmento essencial do setor agrícola, dados os fatores que explicam o padrão de pesquisa observado em São Paulo.

RESEARCH, TECHNOLOGY AND YIELD OF THE MAIN PRODUCTS OF THE SÃO PAULO
STATE'S AGRICULTURE

SUMMARY

Our objective in this paper was to study the evolution of the agricultural yield in connection with the technological progress resulting from agricultural research. We start examining some theoretical aspects related to productivity measures, and also to the economic nature of the agricultural research activity and the resulting technology. Then we tried to relate specific crop yield behaviors to the research effort, measured by the number of published scientific articles, directed to each of them. We proved deep yield discrepancies, with more expressive gains in the case of exportable products and, among the domestic products, in the case of vegetable and fruit. The basic food products showed the worst results. We proved that the success or insuccess in achieve yield gains was directly related to the research work with each product. Consequently, the prescription we do is to reinforce the research on food products. We believe that such a measure could benefit the consumers, specially the low income ones that have been more impaired by the worse behavior of these crops, and also the farmers that grow them. At last it should be searched a better balanced research effort, falling to the Government the catalyser action of the whole modernization process of this essencial segment of the agricultural sector, given the factors that explain the pattern of research observed in São Paulo.

PESQUISA, TECNOLOGIA E RENDIMENTO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS DA AGRICULTURA
PAULISTA

ANEXO

Publicações Científicas em Pesquisa Agrícola

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

De 1925 a 1940 os pesquisadores do Instituto Agronômico publicaram resultados de suas pesquisas no BOLETIM DA AGRICULTURA (9), editado pela Secretaria da Agricultura, que aparentemente foi o primeiro veículo de divulgação dos trabalhos desenvolvidos naquele Instituto, que durante o mesmo período também publicou uma série denominada BOLETIM TÉCNICO (10). Como meio adicional de divulgação, desde aquela época até o presente os pesquisadores do Agronômico valeram-se da REVISTA DE AGRICULTURA (37), editada por professores da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz". A partir de 1941 o Instituto Agronômico passou a editar a revista BRAGANTIA (11), que então se torna o veículo de sua principal produção científica.

Os meios de divulgação de maior importância para os pesquisadores do Instituto Biológico sempre foram suas revistas ARQUIVOS DO INSTITUTO BIOLÓGICO (4) e O BIOLÓGICO (7).

Professores e pesquisadores da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queir6z" no per6odo 1925-1944 di vulgaram seus trabalhos atrav6s do BOLETIM DE AGRICULTURA (9) e da REVISTA DE AGRICULTURA (37), esta 6ltima utilizada at6 o presente. A partir de 1944 passaram a publicar principalmente atrav6s dos ANAIS DA ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUETROZ (3).

Reconhecemos que outros ve6culos coexistiram com os mencionados ao longo do per6odo analisado, mas a produ 6o cient6fica mais relevante seguramente est6 contida nas publica66es selecionadas. No per6odo mais recente 6 possi vel que se tenha perdido alguma informa66o divulgada atra v6s de novas revistas, especializadas em determinados pro du tos e disciplinas, e que n6o foram consideradas neste trabalho. Com base em informa66es colhidas junto a pesqui sadores n6o acreditamos, todavia, que isso possa comprome ter os resultados de nossa investiga66o. O mesmo podemos afirmar com respeito 6 produ66o cient6fica que come6a a emergir das novas escolas de agronomia criadas em Botucatu e Jaboticabal, vinculadas 6 Universidade Estadual Paulista "J6lio de Mesquita Filho", tamb6m mantida pelo Governo do Estado.

As informa66es extra6das do conjunto de publica 6 6es aqui descrito foram anteriormente utilizadas por SIL VA; FONSECA; MARTIN (46). Procedemos 6 sua revis6o no pe r6 o do 1927-1977 e completamos os dados de modo a cobrir o per6odo 1925-1979.

**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA**

Comissão Editorial:

Coordenador: Celuta Moreira Cesar Machado

Membros: Antonio Ambrósio Amaro

Arthur Antonio Ghilardi

Flavio Condé de Carvalho

José Luis Teixeira Marques Vieira

Maria Carlota Meloni Vicente

Bibliografia: Fátima Maria Martins Saldanha Faria

Centro Estadual de Agricultura
Av. Miguel Estéfano, 3900
04301 - São Paulo - SP

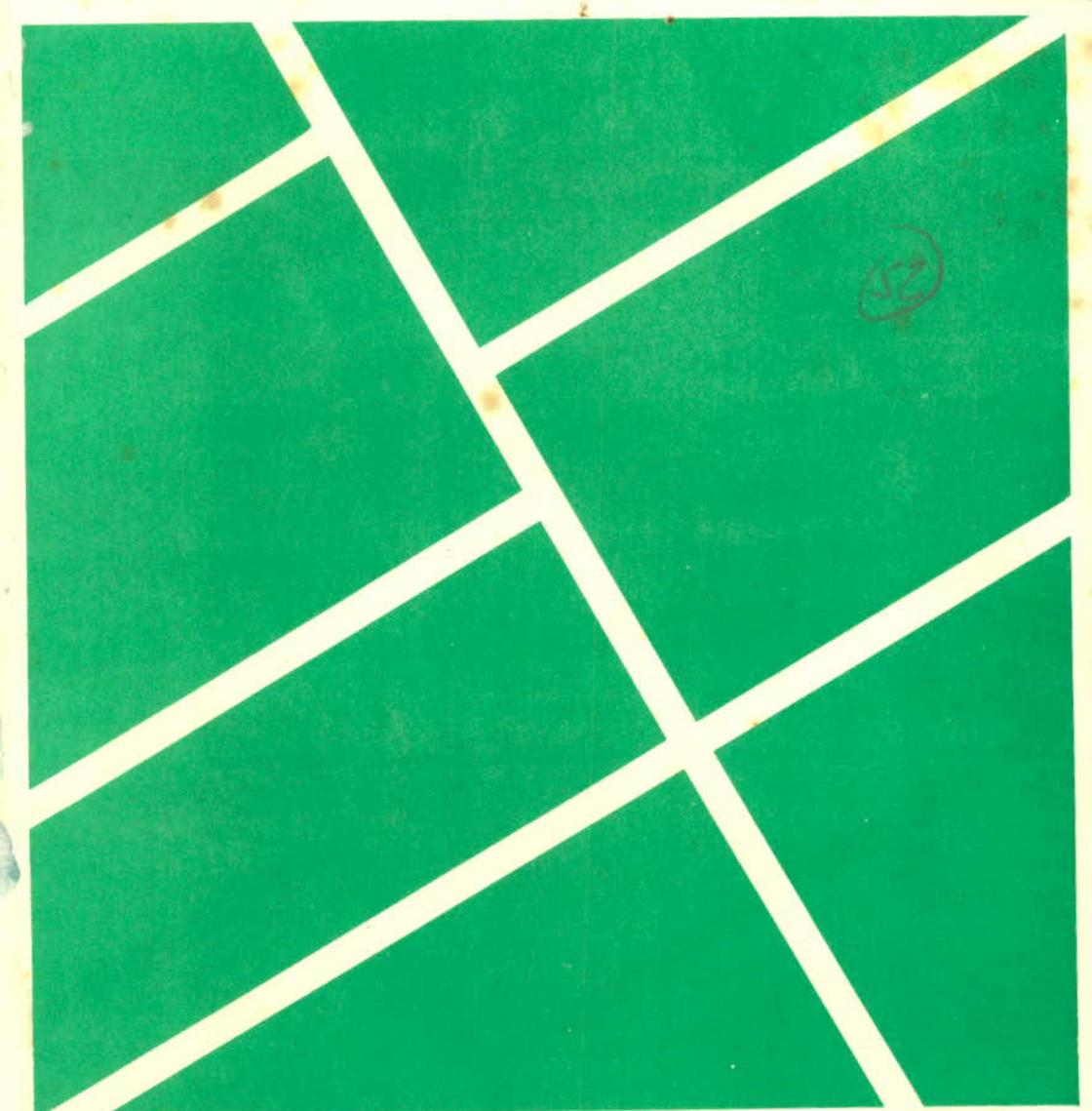
Caixa Postal, 8114
01000 - São Paulo - SP
Telefone: 276-9266



Relatório de Pesquisa
Nº 12/86

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Coordenadoria Sócio-Econômica

Instituto de Economia Agrícola



PESQUISA, TECNOLOGIA E RENDIMENTO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS DA AGRICULTURA PAULISTA

Gabriel L. S. P. da Silva

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Coordenadoria Sócio-Econômica

Instituto de Economia Agrícola



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

ISSN 0101-5109
Relatório de Pesquisa
12/86

PESQUISA, TECNOLOGIA E RENDIMENTO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS DA AGRICULTURA PAULISTA

Gabriel L. S. P. da Silva

São Paulo
1986

ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO	1
2 - ASPECTOS TEÓRICOS	3
3 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DO ESFORÇO DA PESQUISA	9
4 - IMPACTOS NOS RENDIMENTOS DAS CULTURAS	21
5 - IMPLICAÇÕES ECONÓMICAS	63
LITERATURA CITADA	71
RESUMO	76
SUMMARY	77
ANEXO	78

PESQUISA, TECNOLOGIA E RENDIMENTO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS DA AGRICULTURA
PAULISTA (1)

Gabriel L.S.P. da Silva (2)

1. INTRODUÇÃO

Diversos estudos realizados nos últimos anos vêm contribuindo para o diagnóstico de que o desempenho algo insatisfatório da agricultura brasileira explica-se, em boa parte, pela existência de obstáculos tecnológicos capazes de dificultar, seja um crescimento mais acelerado da produção global, seja uma expansão adequada da produção de determinados produtos agrícolas.

Esse diagnóstico torna-se fonte de maior preocupação face ao reconhecimento de que o momento atual coloca, através da política econômica em curso, pesados desafios ao setor agrícola. Talvez mais que em qualquer outro momento de nossa história econômica, considera-se hoje imprescindível uma contribuição efetiva da agricultura para a superação dos desequilíbrios internos e externos com que se defronta a economia brasileira.

De outra parte, as condições econômicas provavelmente são hoje menos favoráveis que em qualquer outra época ao crescimento agrícola extensivo, via incorporação de novas terras e novos contingentes de trabalhadores ao processo de cultivo. A maior distância da fronteira agrícola e a menor aptidão natural de boa parte dessas terras traduzem-se em custos mais elevados. A acelerada migração rural-urbana tende a produ

(1) O autor reconhece e agradece os comentários de Fernando B. H. de Melo e Nelson B. Martin a uma versão anterior desse trabalho, agora revisada, expandida e atualizada. Aquela versão corresponde a parte de sua Tese de Doutorado, defendida na Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, em maio de 1983.

(2) Pesquisador do Instituto de Economia Agrícola, Professor da Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

zir os mesmos efeitos. Estreitam-se, dessa forma, importantes restrições que condicionam a performance da agricultura.

Assim sendo, mesmo considerando as possibilidades de se expandir a existente dotação de recursos e de se facilitar o acesso aos mesmos, devemos admitir que o crescimento agrícola provavelmente depende nã cada vez mais do aumento da produtividade dos recursos primários, ao longo dos próximos anos.

Nesse estudo, que constitui aprofundamento de contribuições anteriores sobre o mesmo tema, SILVA; FONSECA; MARTIN (45, 46), dedicamos a investigar as relações entre pesquisa, progresso tecnológico e produtividade agrícola. A abordagem utilizada enfatiza a pesquisa não como meio para simplesmente desbocar a curva de possibilidades de produção da agricultura, mas sim como meio para lhe modificar a forma. Em outras palavras, procuramos investigar a contribuição da pesquisa para a produtividade dos vários segmentos da agricultura (3).

Iniciamos esse trabalho com algumas considerações mais teóricas sobre as relações entre tecnologia e produtividade, e também sobre a natureza econômica das atividades de pesquisa científica e tecnológica e seus produtos. Prossequimos com uma caracterização geral do esforço de pesquisa desenvolvido em São Paulo. Relacionamos então a pesquisa dirigida a cada cultura com a evolução da respectiva produtividade; dispensamos nessa parte atenção primordial aos efeitos do progresso tecnológico resultante desse esforço de pesquisa sobre a agricultura paulista, mas procuramos também identificar seus impactos em outros Estados. Essa análise, a nível de produtos, convenientemente agrupados, permitiu-nos te-cer algumas considerações sobre os efeitos distributivos do progresso

[3] Em outro estudo, SILVA (42) procuramos avaliar, retrospectivamente, a contribuição da pesquisa agrícola (e também da extensão rural) para a produtividade agrícola agregada em São Paulo. Nesse campo lembramos também outro estudo recente, que tenta avaliar, em bases prospectivas, a contribuição da pesquisa realizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, Cruz; Paiva; Avila (15).

tecnológico (entre consumidores e produtores) e sobre os condicionantes do padrão de pesquisa identificado. Breve discussão das implicações dos resultados para a formulação de política de pesquisa fecha nosso trabalho.

2. ASPECTOS TEÓRICOS

Produtividades são usualmente tomadas como indicadores de progresso tecnológico, embora possam também se alterar em consequência de outras causas, como mudanças nos preços relativos dos fatores, presença de economias de escala, e outras características técnicas do processo de produção.

O progresso tecnológico conduz não só a ganhos de produtividades parciais, medidos por quocientes produto/fator, mas também a ganhos de produtividade total, medidos pelo quociente produto/fatores combinados. Evidentemente, medidas parciais de produtividade, tais como produto por hectare ou produto pelo trabalhador, tornam-se medidas pobres de progresso tecnológico quando se alteram as proporções entre os fatores, como em geral ocorre ao longo do tempo. Um Índice de produtividade total, apropriadamente calculado, seria por esta razão mais indicado nessas circunstâncias ⁽⁴⁾.

Não obstante, neste estudo foi-nos impossível trabalhar com ganhos de produtividade total, por inexistirem informações sobre o uso dos diferentes fatores de produção a nível de culturas. A única exceção é a terra, restringindo-se por isso toda a análise à sua produtividade, ou seja, ao rendimento das culturas.

Essa abordagem envolve, portanto, limitações, que não vemos como eliminar no momento, mas pensamos que ela não invalida o estudo. Nesse contexto é interessante lembrar que para o conjunto da agricultura a produtividade da terra e a produtividade total dos fatores vêm crescendo si

⁽⁴⁾ Ver a respeito Nadiri (33) e Christensen (13). Silva (43) também apresenta uma discussão do problema, seguida de aplicação do conceito de produtividade total na agricultura brasileira.

multaneamente, embora a diferentes taxas, ao longo do tempo, Silva [42].

Para dar seguimento a essa discussão, admitamos a hipótese de que a produção agrícola pode ser representada por uma função de produção separável, capaz de descrever os subprocessos mecânico e biológico que compõem o processo global de produção na agricultura.

Segundo essa concepção, que ganhou força com a análise de HAYAMI & RUTTAN [24], a possibilidade de substituição de fatores seria grande dentro de cada subprocesso mas pequena entre os dois subprocessos. Assim, admite-se que o fator primário no processo biológico - a terra - pode ser substituído por outros fatores participando nesse subprocesso - sementes, fertilizantes, defensivos, irrigação, práticas de cultivo etc. - que determinariam predominantemente a produção por unidade de área. Analogamente, o fator primário no subprocesso mecânico - trabalho humano - pode ser substituído por força animal, tratores, equipamentos, etc. - que afetariam basicamente a produção por unidade de trabalho.

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

No caso da presente análise, a omissão de tratores, equipamentos, etc. limita-a ao subprocesso biológico. Como se verá, todavia, a maior parte do esforço de pesquisa cujos efeitos pretendemos analisar foi voltada para esse subprocesso. Podemos assim considerar aquela restrição menor, comparativamente à omissão das sementes, fertilizantes, defensivos e demais fatores participantes do subprocesso biológico. A esse respeito, entretanto, parece defensável a posição de EVENSON & KISLEV [17], que em situação semelhante justificam esta omissão com o argumento de que a adoção desses fatores depende da pesquisa agrícola, citan

do como exemplo o desenvolvimento de variedades com elevada resposta a fertilizantes como um pré-requisito para a expansão de seu uso. Finalizando este comentário, é importante realçarmos que os ganhos de rendimento expressarão, nesse contexto, o efeito total da pesquisa, incluindo a contribuição indireta através daqueles fatores. Como resultado, a contribuição da pesquisa será viesada para cima.

Discutido este aspecto, teceremos agora algumas considerações sobre a natureza econômica da atividade de pesquisa agrícola, bem como da tecnologia resultante, para completar o embasamento teórico do trabalho ⁽⁵⁾.

Como investimento voltado para a geração de novos conhecimentos (básicos e aplicados) com possibilidade de emprego mediato ou imediato na produção agrícola, a pesquisa caracteriza-se como atividade sujeita a problemas de interdependência e não-compensação que originam externalidades.

Por essa razão, o sistema de mercado tende a ser impotente para gerar estímulo econômico que propicie adequada alocação de recursos para o desenvolvimento científico e tecnológico no campo da agricultura. No caso extremo, em que conhecimentos gerados pela pesquisa caracterizam-se como bens públicos, vale dizer bens ofertados a preço zero, claramente seus produtores não têm como se apropriar dos ganhos provenientes de sua inovação, de forma a assegurar o necessário retorno econômico aos investimentos. É certo, entretanto, que nem todos os conhecimentos gerados pela pesquisa agrícola pertencem a essa categoria. Na verdade, talvez alguns caracterizem-se mesmo como bens privados, sendo provável que em maior número situem-se em posição intermediária, gerando por conseguinte efeitos externos.

⁽⁵⁾ Essas considerações baseiam-se em nosso esboço anterior sobre o tema, Silva [44], enriquecido com a contribuição de Melo (1978). Julgamos conveniente incluí-las neste trabalho, para complementar a análise desenvolvida em nossa tese, Silva [43].

Alguns exemplos podem elucidar melhor essa questão. Assim, conhecimentos básicos em ciências agrícolas normalmente pertencem ao conjunto dos bens públicos ⁽⁶⁾, o mesmo acontecendo com certos conhecimentos agrícolas aplicados, como por exemplo métodos de preparo do solo, adubação, épocas de plantio, etc. Ambos os tipos de conhecimento podem ser livremente usados, por pesquisadores ou agricultores, sem possibilidade de de compensação entre as partes interessadas, ou seja, produtores e usuários de tais conhecimentos.

Em termos de técnicas agrícolas e segundo a classificação proposta por EVENSON [16], as categorias vegetal-biológica e animal-biológica apresentariam efeitos externos mais sérios, relativamente às categorias química e mecânica, em decorrência de características inerentes aos produtos das atividades de pesquisa, e estruturas dos respectivos mercados.

Com respeito a técnicas biológicas, a observação de HAYAMI & YAMADA [25] de que no Japão a participação do setor privado foi bastante pequena nas pesquisas visando ao desenvolvimento dessas inovações, parece consistente com a generalização anterior. Já o caso do milho híbrido, estudado por GRILICHES [23], apresentaria certa inconsistência, pois ao esforço do setor público somou-se importante contribuição de organizações privadas. O ponto interessante a elucidar com esse contraste é que, em nossa opinião, SILVA [44], pode surgir no caso de inovações biológicas um mecanismo de proteção não legal, mas propriamente biológico.

Uma técnica representada por uma variedade mais produtiva que se multiplique vegetativamente, ou por reprodução sexuada simples, não permitirá ao melhorista se apropriar dos ganhos dela resultantes es se é o caso da cana-de-açúcar e do arroz, por exemplo. Se, entretanto, a referida técnica envolver o uso de semente híbrida, a situação tende a

(6) Sobre o problema dos estímulos à pesquisa científica básica, ver Nelson [34].

ser diversa. O agricultor não poderá reutilizá-la, pois o mecanismo de segregação genética reduzirá seu potencial de produção nas gerações seguintes, criando-se assim condições para a apropriação dos resultados da pesquisa, através de preços artificialmente altos das sementes híbridas [esse é o caso do milho e do sorgo, por exemplo].

Com relação a técnicas mecânicas e químicas, evidências de proteção eficiente foram produzidas por HAYAMI & RUTTAN [27], no caso da maquinaria agrícola, e por SAHOTA [31] no caso dos fertilizantes. Inseticidas, herbicidas e outros produtos agroquímicos estariam em situação semelhante, a julgar pelo dinamismo desse agrupamento industrial. Ao que tudo indica, portanto, sempre que equipamentos ou insumos adquiridos no mercado incorporam conhecimentos protegidos pelo sistema de patentes, criam-se condições para que o setor privado seja bem atuante nas correspondentes atividades de pesquisa e desenvolvimento.

Visto o processo de geração de novas técnicas pelo ângulo do agricultor, ou organização de agricultores, o estímulo à inovação dependerá da possibilidade de internalização de uma quase-renda, associada ao uso da nova técnica, que será mais ou menos duradoura dependendo das condições de oferta e demanda do bem cujo processo de produção for aprimorado. Evidentemente, quanto mais elástica for a demanda, maior parte dos ganhos será apropriada pelos produtores e maior será o estímulo à inovação. Demanda menos elástica induzirá transferência de ganhos para os consumidores e, portanto, menor estímulo à inovação.

O reconhecimento da importância das externalidades, no caso da pesquisa científica e tecnológica com aplicação na agricultura, conduz à conclusão de que a alocação de recursos a essas atividades tende a ser inferior à que seria socialmente desejável. E, mais firme ainda se torna essa conclusão, se levarmos em conta características muito particulares do processo de produção de conhecimentos científicos e tecnológicos: como amplamente reconhecido, as atividades de pesquisa são muito exigentes em tempo e têm caráter bastante aleatório, aspectos esses capazes de re

duzir drasticamente os incentivos à criação de técnicas agrícolas pelo se tor privado. Impõe-se, conseqüentemente, a participação efetiva do governo no neste campo, sob risco de se penalizar o desenvolvimento da agricultura, com reflexos sobre toda a economia.

De um ponto de vista teórico, poderíamos ainda pensar na conveniência de forte intervenção governamental nesse domínio porque, mesmo nos casos em que a iniciativa privada pode encontrar oportunidades lucrativas na geração de técnicas agrícolas, a análise da questão de um ponto de vista social não poderia deixar de levar em conta a velocidade de adoção das inovações.

Nesse sentido, como é característica peculiar e fundamental da técnica sua não escassez natural, pois técnica significa conhecimento e este certamente não se torna mais escasso por ser partilhado, uma inovação vantajosa gerada por instituição pública, e posta à disposição dos agricultores a preço zero, tenderia a se difundir muito rapidamente.

Já uma inovação gerada por instituição privada, fornecida aos agricultores a preço positivo, viabilizado pela criação de escassez artificial, via monopólio temporário estabelecido pelo sistema de patentes ou outro recurso, tenderia a se difundir mais lentamente, pois o retorno proporcionado pela inovação seria distribuído entre os usuários e a instituição privada de pesquisa.

Analisado por este ângulo o problema, evidencia-se a necessidade de comparar a contribuição positiva da iniciativa privada na geração de inovações, supostamente associada à sua capacidade de melhor captar as necessidades de novas técnicas e de mais eficientemente produzi-las, relativamente às instituições governamentais, com o efeito negativo resultante da provável redução do ritmo de difusão das inovações.

A maximização dos benefícios sociais do progresso tecnológico depende assim de questões complexas, que não podem ser solucionadas por meios puramente especulativos (7). Para concluir esse comentário pode

(7) Talvez a mais séria dessas questões esteja nascendo nesses dias: a privatização e o sigilo sobre a ciência básica, induzidos por estímulos especiais, quando seria desejável o inverso.

nãamos aduzir que, se existirem razões para supor que o governo tem condições de ser tão eficiente quanto a iniciativa privada, nas atividades de geração e difusão de tecnologia, então essa seria a melhor alternativa. Se houver motivos para supor o contrário, como há indicações de que aconteça à medida que a tecnologia se sofisticava, então um esquema envolvendo os setores público e empresarial poderia se justificar. De qualquer modo, o fato de que, em diversos países, as instituições públicas ou privadas sem fins lucrativos têm sido as mais utilizadas formas de organização da pesquisa agrícola indica que a primeira hipótese levantada parece refletir a realidade, para grande parte das inovações tecnológicas no campo da agricultura.

3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO ESFORÇO DE PESQUISA

Como já mencionamos, apenas a pesquisa realizada em São Paulo foi considerada neste trabalho. Para maior exatidão é necessário aduzir que cuidamos exclusivamente da pesquisa feita por instituições públicas mantidas pelo Governo do Estado, não se procedendo a tratamento sistemático da pesquisa realizada por instituições públicas federais e por empresas privadas.

Esse procedimento merece justificação, embora realmente ele não pareça envolver restrições mais sérias: sabe-se que a atuação das instituições públicas federais realizando pesquisa agrícola em São Paulo foi muito reduzida, como foi também pouco expressiva a pesquisa na área privada, durante o período coberto por este estudo ⁽⁸⁾.

É extremamente escassa a documentação sobre o trabalho de pesquisa agrícola ao nível de culturas, sendo muito difícil construir sê

⁽⁸⁾ A partir do trabalho de Silva, Fonseca; Martin (45) pode-se verificar que foi de apenas 3% a participação das instituições públicas federais, no número de publicações científicas referentes a São Paulo, durante o período 1927-1977. De outra parte, é muito recente a expansão das atividades de pesquisa agrícola por empresas privadas, envolvendo programas de melhoramento de milho e de cana-de-açúcar, testes de fertilizantes e defensivos, etc.

ries dos gastos com a pesquisa dirigida a cada uma delas. De qualquer forma, a confiabilidade de tais dados seria pelo menos sofrível. Por esse motivo optamos por uma medida alternativa: o número de artigos científicos publicados. Este procedimento já foi utilizado em estudos de natureza semelhante por EVENSON & KISLEV (18) e, no Brasil, por SILVA; FONSECA; MARTIN (45, 46) e também por MELO (31).

Naturalmente o uso desse indicador apresenta vantagens e desvantagens. Entre as primeiras pode-se considerar o fato de que fornece informações por cultura e por tipo de pesquisa e de que constitui o resultado (ou produto) da pesquisa, enquanto o dispêndio caracteriza-se mais como um indicador de intenções. Entre as últimas vale lembrar que nem todas as pesquisas são necessariamente publicadas, que eventualmente uma mesma pesquisa é dividida em mais de um artigo e que quantidade e qualidade dos trabalhos podem não estar relacionados. Todavia, é provável que as vantagens superem as desvantagens, sobretudo se as publicações forem criteriosamente selecionadas, escolhendo-se as revistas científicas que publicam o trabalho de pesquisa mais relevante, como recomendam EVENSON & KISLEV (17).

Nossa tentativa de caracterizar o esforço de pesquisa sobre o período 1925-1979 e abrange as principais instituições de pesquisa agrícola que operaram em São Paulo nesse período: Instituto Agrônomo, Instituto Biológico e Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz". Uma relação dos veículos de divulgação utilizados pelos pesquisadores dessas instituições e considerados neste trabalho é fornecida no Anexo.

A partir dos índices das publicações selecionadas, com consultas aos sumários sempre que necessário, os trabalhos foram classificados em categorias quanto ao tipo de produto e natureza da pesquisa. Foram consideradas 5 categorias no que diz respeito aos produtos. A primeira engloba os produtos exportáveis. A segunda abrange os produtos alimentares básicos e a terceira as hortaliças e frutas, ambas referindo-se a produtos domésticos. Uma quarta categoria, denominada outros produtos, foi

criada para englobar pesquisas sobre grande número de culturas de pequena expressão econômica. Finalmente, a quinta categoria abarca os estudos não relacionados a produtos.

A classificação utilizada neste trabalho reflete a segmentação da agricultura brasileira, realçada por BARRROS & GRAHAM (5) e também por MELO (29). Embora nossa classificação se distinga, em parte, das propostas por estes autores, o critério de diferenciação dos produtos é fundamentalmente o mesmo e baseia-se no processo de formação de preços. Enquanto, no caso dos produtos domésticos, apenas variáveis internas são relevantes para determinação de preços e quantidades, no caso dos produtos transacionados internacionalmente são essenciais as condições prevalescentes nos mercados externos.

A principal implicação da existência dessas duas categorias de bens para o presente estudo é que no caso dos produtos exportáveis os preços tendem a se manter mais estáveis, ao passo que no caso dos produtos domésticos a demanda torna-se preço-inelástica, de modo que as variações da oferta tendem a produzir acentuadas flutuações de preços. E essa situação não só contribui para dificultar o processo de adoção de novas técnicas pelos agricultores, como inclusive pode afetar desfavoravelmente o processo de geração de novas técnicas, restringindo os ganhos de produtividade.

Foram considerados como produtos exportáveis café, algodão, citros, cana-de-açúcar, amendoim, soja e mamona. Como domésticos foram incluídos milho, arroz, feijão, batata, mandioca e trigo, formando o grupo dos alimentos básicos; e constituindo o grupo das hortaliças e frutas, foram reunidos tomate, cebola, banana e outros produtos do gênero (9).

Quanto à natureza, as pesquisas foram classificadas em 10 categorias (10). A primeira engloba os trabalhos relacionados à genéti-

(9) Para maiores detalhes sobre essa classificação ver Silva (42).

(10) Ao propor essa classificação buscamos inspiração em outros trabalhos: Schultz (40); Silva; Fonseca; Martin (45) e Melo (29).

tica e melhoramento, capazes de conduzir ao desenvolvimento de novas variedades e, portanto, de afetar significativamente os rendimentos das culturas. A segunda categoria abrange as pesquisas relacionadas à adubação (mineral e orgânica) e calagem, importantes para manutenção do nível de produtividade, que tende a cair em decorrência da perda da fertilidade natural dos solos, bem como para elevação da produtividade, nesse caso atuando em conjugação com variedades de maior potencial produtivo e capacidade de resposta à aplicação de fertilizantes. A terceira categoria envolve pesquisas sobre as diversas práticas culturais (como por exemplo espaçamento, época de plantio, controle de ervas daninhas, etc.), capazes de produzir efeitos mais expressivos apenas em conjunto com o uso de variedades mais produtivas e fertilizantes. A quarta categoria refere-se às pesquisas sobre pragas e doenças e caracteriza-se mais como de manutenção do que de aumento de produtividade. A quinta categoria, que denominamos pesquisas biológicas básicas, engloba estudos de natureza mais fundamental relacionados à fisiologia, nutrição, citologia, anatomia, morfologia e taxonomia. Acredita-se que conhecimentos nestas áreas sejam importantes para promover avanços significativos das pesquisas mais aplicadas (esse é também o caso da genética, que entretanto foi mantida junto com melhoramento devido à dificuldade em estabelecer limites precisos entre os dois campos). Solo e clima correspondem à sexta e sétima categorias, com pesquisas que tratam do inventário desses recursos, da adaptação das culturas a diferentes condições ambientais e também de problemas de manutenção de produtividade, como no caso dos estudos sobre conservação do solo ou sobre prevenção dos efeitos de geadas. A oitava categoria refere-se à irrigação e drenagem, práticas com efeitos diretos sobre o rendimento das culturas. Pesquisas sobre engenharia e mecânica agrícola formam a nona categoria. Finalmente, sob o título de outras pesquisas foram englobados os trabalhos que não se encaixaram nas categorias anteriores.

Devido ao fato de que as pesquisas relacionadas a produtos e versando sobre solo e clima, irrigação e drenagem, engenharia e mecânica

ca agrícola, apareceram em número reduzidíssimo, deixamos de levá-las em conta ao discutir a relação entre o esforço de pesquisa e a produtividade da terra a nível de culturas específicas. Nesse caso apenas as cinco primeiras categorias - genética e melhoramento, adubação e calagem, práticas culturais, pragas e doenças, e pesquisas biológicas básicas - foram consideradas.

O quadro 1 apresenta um panorama da pesquisa realizada em São Paulo ao longo de meio século, permitindo uma análise de sua evolução histórica. Constatamos crescimento contínuo mas irregular da pesquisa desde 1925 até 1964; tal crescimento foi intenso nos dois primeiros intervalos (33% e 54%), mas ocorreu a ritmo muito mais lento (4%, 8%, 13% e 4%) durante os quatro intervalos seguintes. Entre os quinquênios 1955-1959 e 1960-1964 o número de publicações experimentou sua maior expansão, de 76%. No período seguinte o número de artigos caiu sensivelmente (-13%), para então estabilizar-se, voltando a crescer apenas no quinquênio 1975-1979, sem entretanto recuperar o nível observado no período 1960-1964. A elevada produção científica nesse último período sugere que uma massa crítica de conhecimentos tecnológicos deve ter se tornado disponível por essa época, criando condições mais favoráveis para o crescimento da produtividade agrícola a partir de meados dos anos sessenta.

Os números no quadro 1 mostram também que 65% dos artigos publicados referem-se a pesquisas relacionadas a produtos, enquanto os 35% restantes não o são, pelo menos diretamente. Indicam ainda, com respeito ao primeiro grupo, que 45% tratam de produtos exportáveis, 43% de produtos domésticos e 12% pertencem à categoria denominada outros produtos.

Como já mencionamos, para estudar com maior detalhe o esforço de pesquisa dirigido aos produtos domésticos, foram eles subdivididos em dois conjuntos, tendo em conta sua importância nutricional (em termos de calorias e proteínas) e sua participação nas despesas familiares com alimentação. Embora seja desnecessário lembrar a importância muito maior dos alimentos básicos, em termos de fornecimento de calorias e

QUADRO 1.- Número de Artigos Científicos Publicados, Segundo Grupos de Produtos, Estado de São Paulo, 1925-1979

Grupo de Produtos	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Produtos exportáveis	53	66	136	86	93	124	159	248	179	150	201	1.495
Produtos domésticos	20	38	67	81	70	114	97	222	234	227	235	1.405
Alimentos básicos	13	21	33	44	43	65	49	129	126	105	116	744
Hortaliças e frutas	7	17	34	37	27	49	48	93	108	122	119	661
Outros produtos	11	12	19	41	29	30	29	62	36	44	68	381
Pesquisas não relac. a produtos	73	93	101	128	172	144	144	225	206	235	233	1.754
Total	157	209	323	336	364	412	429	757	655	656	737	5.035

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

proteínas, comparativamente às hortaliças e frutas, é interessante realçar sua participação nas despesas familiares.

Considerando as classes de despesa de 0-2 a 7-10 salários mínimos, verifica-se que em São Paulo a participação do item alimentação variava de 50,9% a 26,2% da despesa global. Dentro deste item o conjunto formado por cereais, leguminosas e tubérculos (abrangendo a categoria aqui denominada alimentos básicos) respondia por 39,9% a 24,8%, enquanto o conjunto formado por legumes e frutas (correspondendo à categoria aqui chamada de hortaliças e frutas) absorvia apenas 7,3% a 10,7% da despesa com alimentação, sempre de acordo com a pesquisa realizada em 1974/1975 pela IBGE (19).

Esses números mostram que a ênfase na pesquisa com produtos exportáveis e, entre os domésticos, a importância atribuída à pesquisa com hortaliças e frutas podem ter contribuído para efeitos distributivos desfavoráveis às classes de baixa renda na medida em que, dispondo de menor suporte tecnológico, as culturas alimentares básicas apresentaram, como se verá mais adiante, pequenos ganhos ou mesmo estagnação e retrocesso de rendimentos, com efeitos inevitáveis sobre os preços. Esse fato adquire maior realce quando lembramos que no resto do país a pesquisa dirigida a esses produtos foi também muito reduzida, como mostraram SILVA; FONSECA; MARTIN (43).

Voltando ao quadro 1, é interessante verificar o predomínio das pesquisas sobre exportáveis até o quinquênio 1960-1964, a partir de quando nota-se uma reversão de tendência, passando os produtos domésticos a comandar maior número de pesquisas. Essa constatação, cumpre realçar, refere-se às instituições de pesquisa do governo estadual. Considerando-se, entretanto, que por volta de 1973 começa a expandir-se a pesquisa sobre cana-de-açúcar desenvolvida pelo PLANALSUCAR, a qual ganha expressão no período 1977-1979 (11), pode-se concluir que na realidade

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

a tendência global para o futuro deverá ser de ênfase nos produtos exportáveis, a menos que ocorram mudanças mais drásticas da política de pesquisa.

O quadro 2 permite analisar a evolução da pesquisa orientada para os produtos exportáveis. Os números mostram que ao longo de todo o período café liderou o esforço de pesquisa, seguido por algodão, citros, cana-de-açúcar, amendoim, soja e mamona. Os três últimos produtos receberam nenhuma ou pouca atenção da pesquisa nos primeiros quinquênios do período coberto pelos dados.

O quadro 3 fornece informações para análise semelhante, com respeito aos produtos domésticos. Entre os alimentos básicos, a cultura mais estudada foi o milho, seguido pela batata, feijão, arroz, mandioca e trigo. Merece registro o fato de que a pesquisa com feijão só aparece no período 1940-1944, atingindo volume expressivo apenas no quinquênio 1960-1964. As publicações sobre arroz e trigo foram também muito reduzidas até o final dos anos cinquenta. Quanto às hortaliças e frutas, constatamos a apreciável volume de pesquisa relacionada ao tomate. As publicações sobre cebola foram sempre reduzidas. As pesquisas sobre outras hortaliças ganham expressão nas duas últimas décadas. Sobre banana ocorre maior concentração de pesquisas na última década. Resta-nos realçar o apreciável número de pesquisas sobre outras frutas ao longo de todo o horizonte considerado.

Vamos agora tecer algumas considerações gerais sobre a natureza das pesquisas. O quadro 4 apresenta o número de artigos publicados, segundo as categorias anteriormente definidas. Pragas e doenças concentra o maior número de pesquisas. Seguem-se as categorias de práticas culturais, adubação e calagem, e genética e melhoramento, dentre aquelas que se espera possam ter um efeito mais direto sobre o rendimento das culturas.

Essa ordenação parece indicar certo predomínio de pesquisas voltadas para a manutenção dos níveis de produtividade, ao lado de outras

QUADRO 2.- Número de Artigos Científicos Publicados Sobre Produtos Exportáveis, Estado de São Paulo, 1925-1979

Produto	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Cafê	20	16	32	22	50	55	65	99	60	64	67	550
Algodão	14	10	43	13	11	24	24	50	53	32	43	317
Citros	2	12	24	35	18	13	29	36	19	13	18	219
Cana-de-Açúcar	16	24	29	8	7	20	18	30	22	11	20	205
Amendoim	0	0	2	3	2	3	13	21	17	17	19	97
Soja	1	3	2	0	1	4	6	6	6	9	30	68
Mamona	0	1	4	5	4	5	4	6	2	4	4	39
Total	53	66	136	86	93	124	159	248	179	150	201	1.495

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

QUADRO 3.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Produtos Domésticos, Estado de São Paulo, 1925-1979

Produto	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Alimentos básicos	13	21	33	44	43	65	49	129	126	105	116	744
Milho	1	14	11	6	13	19	20	37	21	21	37	200
Batata	3	4	13	13	12	26	18	47	26	14	8	184
Feijão	0	0	0	6	1	0	2	17	48	27	28	129
Arroz	0	1	4	4	4	9	2	18	14	22	19	97
Mandioca	2	2	3	15	10	10	4	5	9	2	6	68
Trigo	7	0	2	0	3	1	3	5	8	19	18	66
Hortaliças e frutas	7	17	34	37	27	49	48	93	108	122	119	661
Tomate	1	0	4	5	7	16	6	19	16	17	21	112
Cebola	2	0	0	2	2	5	2	3	7	6	3	32
Hortaliças diversas	1	1	1	9	6	5	8	21	43	46	34	175
Banana	2	3	6	1	1	2	4	7	3	12	14	55
Frutas diversas	1	13	23	20	11	21	28	43	39	41	47	287
Total	20	38	67	81	70	114	97	222	234	227	235	1.405

Fonte: *Bragantia*, Boletim Técnico do Instituto Agrônomo, *Boletim da Agricultura*, Arquivos do Instituto Biológico, *O Biológico*, *Anais da ESAIQ* e *Revista de Agricultura* (Informações básicas).

com algum potencial para sua elevação. O número de artigos na área de genética e melhoramento é certamente apreciável, mas sua participação aparentemente não caracteriza um programa de pesquisa predominantemente voltado para a obtenção de elevados ganhos de rendimento.

Um adequado suporte de pesquisas biológicas básicas é considerado essencial para melhor desempenho da pesquisa agrícola aplicada. A esse respeito os dados mostram que a participação daquele tipo de pesquisa vem aumentando ao longo do tempo, como seria de esperar dada a crescente complexidade da pesquisa aplicada. Vemos nesse fato um aspecto muito positivo do desenvolvimento da pesquisa agrícola em São Paulo ^[12].

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

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

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

^[12] Evenson & Kislev [17], investigando os determinantes da pesquisa agrícola aplicada, chegaram a resultados que sugerem ser ela fortemente dependente da pesquisa biológica básica (não agrícola). Essa constatação, talvez trivial para os cientistas, parece contra por-se a uma tendência comum nos países menos desenvolvidos: concentrar recursos na pesquisa aplicada.

QUADRO 4.- Número de Artigos Científicos Publicados, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da Pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	12	32	29	66	47	49	38	53	36	33	52	447
Adubação e calagem	27	15	10	8	15	30	54	107	103	81	68	518
Práticas culturais	23	40	38	22	53	49	56	103	75	74	85	618
Pragas e doenças	34	41	157	163	136	157	151	258	207	209	192	1.705
Pesquisas biológicas básicas	6	13	21	25	35	44	43	92	103	105	158	645
Solo	10	11	21	22	22	21	19	52	67	57	67	369
Clima	4	1	0	0	2	3	5	11	5	0	10	41
Irrigação e drenagem	4	0	1	0	2	1	3	4	2	10	3	30
Engenharia e mecânica	4	6	0	9	14	11	5	2	1	2	1	55
Outras pesquisas	33	50	46	21	38	47	55	75	56	85	101	607
Total	157	209	323	336	364	412	429	757	655	656	737	5.035

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

4 - IMPACTOS NOS RENDIMENTOS DAS CULTURAS

Pareceu-nos conveniente iniciar a análise dos efeitos da pesquisa sobre os rendimentos das culturas com breve digressão metodológica. Preferimos nesse trabalho conceber a produção por unidade de área como uma função da tecnologia disponível, das características do solo e do clima e das condições do tempo. Essa formulação afigurou-se mais interessante face à alternativa, que implicaria incluir solo e clima entre os elementos usados para definir uma dada tecnologia. Segundo a perspectiva adotada, as características do solo e do clima determinam o rendimento potencial da tecnologia, enquanto as condições do tempo explicam sua variação anual.

No caso deste estudo supusemos uniformes no espaço as condições de clima e solo, pois do contrário teríamos que considerar a possibilidade de alterações na distribuição espacial das atividades afetarem os rendimentos. Desconsideramos também a perda de fertilidade do solo ao longo do tempo, que teria o mesmo efeito. Todas essas simplificações foram feitas devido à grande dificuldade, senão impossibilidade, de mensurar estes fatores para incorporá-los à análise. Quanto às condições do tempo, para atenuar os efeitos de suas variações sobre os rendimentos, trabalhamos com médias quinzenais. Esse procedimento foi adotado porque isolar o efeito do tempo sobre o rendimento de cada cultura em particular exigiria pesquisa específica, ultrapassando os limites deste estudo.

Com relação à tecnologia, foi postulada como função do trabalho desenvolvido pelas instituições públicas de pesquisa mantidas pelo Estado de São Paulo, medida pelo número de artigos científicos publicados. A omissão da pesquisa realizada em outros Estados, mas com efeitos em São Paulo, não parece constituir problema maior, face a evidências de que foi de pequena importância⁽¹³⁾. Constitui, entretanto, limi

(13) Silva; Fonseca; Martin (45) mostraram que o esforço de pesquisa fora de São Paulo foi responsável por 38% do número total de publicações científicas no período 1927-77. Mais importante, evidenciaram que das pesquisas conduzidas no resto do país, 60% foram realizadas recentemente, no período 1970-77.

tação mais sêria a não consideração de pesquisas feitas no exterior. Outra limitação é que, por se haver mostrado inviável, deixamos de considerar o esforço de difusão de conhecimentos dirigido a cada cultura em particular, para colocar à disposição dos agricultores as técnicas geradas pela pesquisa.

Nosso procedimento básico foi comparar a evolução dos rendimentos com o esforço de pesquisa, tendo em conta o seu efeito continuado e cumulativo, e as defasagens entre sua execução, a geração de inovações e o processo de difusão. Essa comparação foi feita com o auxílio de gráficos em que plotamos os rendimentos das principais culturas, em São Paulo e em outros importantes Estados produtores, ao longo de meio século: 1931-34 a 1980-84.

Adicionalmente, e para maior firmeza de nossas conclusões, estimamos regressões entre rendimentos (média quinquenal) e publicações científicas (número acumulado). Para essa análise utilizamos séries de rendimentos referentes ao período 1950-54 a 1980-84. A escolha desse intervalo deveu-se a indicações de que foi por volta do seu início que um conjunto importante de inovações tornou-se disponível para os agricultores, viabilizando ganhos de rendimento em várias culturas. O número de artigos científicos foi acumulado a partir de 1940 até o ano anterior ao início de cada quinquênio. Os resultados obtidos são apresentados na parte final deste capítulo ⁽¹⁵⁾.

Antes de iniciar a análise devemos mencionar as dificuldades surgidas com os dados de rendimento, no que diz respeito à seleção de fontes. Para o Estado de São Paulo duas fontes poderiam ser utilizadas: o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Instituto de Economia Agrícola (IEA). Quanto à qualidade, em princípio preferíamos os do IEA, levantados em uma amostra e durante a maior parte do tempo, através de amostra estatística de propriedades agrícolas. Não obs

⁽¹⁵⁾ Essa tentativa de mensurar mais precisamente o efeito da pesquisa sobre o rendimento das culturas foi incluída neste trabalho como complemento à análise desenvolvida em nossa tese Silva (42) e segue em linhas gerais o procedimento usado por Evenson e Kislev [17].

tante, no caso das culturas perenes, as séries do IEA apresentam o incomeniente de que em parte do período o rendimento foi calculado com base na área plantada e em parte na área colhida. Além disso, como as séries do IEA têm início em 1948 não se prestam a análise de mais longo prazo, que pode ser efetuada com os dados do IBGE desde 1931.

Comparando os Índices de rendimento segundo ambas fontes, apresentados nos quadros 5 e 6, podemos observar algumas discrepâncias. A direção dos movimentos observados é de um modo geral a mesma, mas sua velocidade em alguns casos é bastante diferente. Quanto às divergências de direção nas séries das duas fontes, chama atenção o caso do feijão e da banana.

Usamos preferencialmente os dados do IBGE, devido ao carãter de longo prazo de nossa análise e também porque eles asseguram maior comparabilidade com os rendimentos de outros Estados, para os quais o IBGE é a única fonte disponível. Não obstante, quando pareceu justificãvel apelamos para os dados do IEA (16).

As figuras 1, 2, 3, 4 ilustram a evolução dos rendimentos das principais culturas, em São Paulo e nos outros Estados selecionados, ao longo do período 1931-34 a 1980-84. Analisaremos primeiro os produtos exportáveis e em seguida os produtos domésticos.

No caso do café constatamos a partir da figura 1 declinio lento do rendimento em São Paulo até o período 1950-54. A partir de então, eleva-se com intensidade, apresentando quedas nos qüinqüênios 1960-64 e 1975-79. É provável que esses declínios estejam relacionados à ocorrência de condições meteorológicas particularmente adversas (geada e seca afetando principalmente as safras de 1964 e 1976) e incidência de ferrugem, bem como nematóides, a partir de 1970.

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

Examinando o quadro 7, constatamos grande densidade de pesquisa nas áreas de genética e melhoramento, e de pesquisas biológicas baixas.

[16] Chamamos a atenção do leitor para o fato de que os dados aqui apre-sentados e discutidos, tendo como fonte o IBGE, diferem substancialmente, no caso das culturas de algodão e café, dos que apareceram em outros trabalhos de nossa autoria. Isso resulta de falhas associadas a alterações nas especificações dos produtos que agora foram corrigidas, procedendo-se às necessárias compatibilizações ao longo da série, conforme indicado nas notas 2 e 3 do quadro 5.

QUADRO 5.- Rendimento Médio e Índice de Rendimento de Culturas Seleccionadas, Estado de São Paulo, 1931/84 (1)

Continua

Período	Cafê (2)		Algodão (3)		Laranja (4)		Cana		Amendoim (5)		Soja (6)		Mamona (7)		Milho (6)	
	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	1.000kg/ha	Índice	t/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice
1931-34	1.007	150	716	121	65.2	105	40.3	86	-	-	-	-	-	-	1.326	97
1935-39	855	127	710	120	63.5	102	25.6	54	-	-	-	-	1.116	135	1.290	94
1940-44	871	130	729	123	54.4	87	32.8	70	-	-	-	-	775	94	1.430	104
1945-49	698	104	507	85	56.3	90	45.3	96	1.166	91	-	-	740	90	1.342	98
1950-54	672	100	592	100	62.2	100	46.9	100	1.022	100	-	-	825	100	1.373	100
1955-59	738	110	733	123	70.0	113	49.1	105	1.329	130	-	-	880	107	1.374	100
1960-64	648	96	1.010	170	67.4	108	53.6	114	1.348	131	1.144	100	953	115	1.457	106
1965-69	1.053	157	1.042	176	72.9	117	55.3	118	1.252	122	1.393	122	998	121	1.703	124
1970-74	1.481	220	1.181	199	81.3	131	57.1	122	1.552	123	1.511	132	1.111	135	1.915	140
1975-79	1.183	176	1.508	254	87.1	140	64.1	136	1.459	142	1.660	145	1.223	148	2.042	149
1980-84	1.177	175	1.772	299	104.1	167	72.4	154	1.503	147	1.930	169	980	119	2.432	177

(1) Base dos Índices: 1950-54 = 100. No caso da soja 1960-64 = 100 e no trigo 1955-59 = 100

(2) Em côco. Os dados originais, no período 1931-58 referem-se a café beneficiado, e foram multiplicados por dois para obter-se café em côco; esse fator pareceu apropriado face aos valores geralmente encontrados pelo Instituto de Economia Agrícola.

(3) Em caroço. Os dados originais, no período 1939-56 separavam pluma e caroço, e foram somados para obter-se algodão em caroço.

(4) Não se considerou o ano de 1973, por demais incoerente com a série. Os dados originais, no período 1931-43 são expressos em caixas, e foram multiplicados por 178,55 para obter-se frutos; esse fator foi calculado a partir dos rendimentos do período 1944-47, publicados ambas unidades.

(5) Em casca.

(6) Em grão.

(7) Em baga.

(8) Não há dado para 1945.

(9) Não há dado para 1955 e 1956.

Fonte: Anuário Estatístico - IBGE. Para 1971 e 1972, Produção Agrícola - EAGRI/SUPLAN/MA, Para 1984 Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - IBGE (dados básicos).

QUADRO 5.- Rendimento Médio e Índice de Rendimento de Culturas Seleccionadas, Estado de São Paulo, 1931/84 (1)

Conclusão

Período	Batata		Feijão (6)		Arroz (5)		Mandioca		Trigo (6)		Tomate		Banana		Cebola	
	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	cacho/ha	Índice	kg/ha	Índice
1931-34	9.042	158	872	88	1.509	105	18.258	103	-	-	-	-	1.512	126	-	-
1935-39	4.808	84	559	56	1.237	86	8.721	49	-	-	-	-	832	69	-	-
1940-44	4.208	74	533	53	1.656	116	11.696	66	260	33	-	-	591	49	-	-
1945-49	4.793	84	657	66	1.486	104	17.330	98	365(8)	46	14.892	94	1.109	92	2.628	68
1950-54	5.722	100	996	100	1.426	100	17.690	100	661	84	15.885	100	1.200	100	3.859	100
1955-59	6.799	119	679	68	1.377	96	18.682	106	790	100	20.743(9)	131	1.011	84	4.139	107
1960-64	8.177	143	579	58	1.396	97	18.506	105	706	89	23.002	145	1.006	84	4.472	116
1965-69	8.611	150	595	60	1.263	88	18.939	107	837	106	13.818	150	1.316	110	4.967	129
1970-74	10.317	181	585	59	1.322	92	18.489	105	1.304	165	21.453	135	1.336	111	5.482	142
1975-79	14.083	247	551	55	1.028	72	20.422	115	742	94	25.256	159	1.188	99	11.916	309
1980-84	17.671	309	639	64	1.425	100	20.507	116	1.053	133	35.263	222	1.086	91	15.820	410

(1) Base dos Índices: 1950-54 = 100. No caso da soja 1960-64 = 100 e no trigo 1955-59 = 100

(2) Em côco. Os dados originais, no período 1931-58 referem-se a café beneficiado, e foram multiplicados por dois para obter-se café em côco; esse fator pareceu apropriado face aos valores geralmente encontrados pelo Instituto de Economia Agrícola.

(3) Em caroço. Os dados originais, no período 1939-56 separavam pluma e caroço, e foram somados para obter-se algodão em caroço.

(4) Não se considerou o ano de 1973, por demais incoerente com a série. Os dados originais, no período 1931-43 são expressos em caixas, e foram multiplicados por 178,55 para obter-se fratos; esse fator foi calculado a partir dos rendimentos do período 1944-47, publicados ambas unidades.

(5) Em casca.

(6) Em grão.

(7) Em baga

(8) Não há dado para 1945.

(9) Não há dado para 1955 e 1956.

Fonte: Anuário Estatístico - IBGE. Para 1971 e 1972, Produção Agrícola - EAGRI/SUPLAN/MA, Para 1984 Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - IBGE (dados básicos).

QUADRO 6.- Rendimento Médio e Índice de Rendimento de Culturas Seleccionadas, Estado de São Paulo, 1950-84 ⁽¹⁾

Período	Continua															
	Café ⁽²⁾		Algodão ⁽³⁾		Laranja ⁽⁴⁾		Cana ⁽⁵⁾		Amendoim ⁽⁶⁾		Soja ⁽⁷⁾		Mamona ⁽⁸⁾		Milho ⁽⁹⁾	
	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice
1950-54	343	100	612	100	8.091	100	43.782	100	1.075	100	966	85	1.027	100	1.322	100
1955-59	425	124	882	144	8.309	103	45.983	105	1.275	119	1.090	96	1.009	97	1.140	86
1960-64	365	106	1.037	169	9.019	111	48.652	111	1.129	105	1.130	100	1.079	104	1.459	110
1965-69	620	181	1.383	226	10.751	133	52.740	120	1.246	116	1.441	127	1.018	98	1.676	127
1970-74	676	197	1.198	196	9.286	115	51.968	119	1.272	118	1.499	133	1.120	108	1.915	145
1975-79	494	144	1.455	238	11.654	144	61.416	140	1.459	136	1.660	147	1.201	116	2.035	154
1980-84	537	156	1.788	292	16.593	205	73.583	168	1.576	147	2.086	185	1.109	107	2.461	186

⁽¹⁾ Base dos Índices: 1950-54 = 100. No caso da soja 1960-64 = 100 e no trigo 1955-59 = 100.

⁽²⁾ Beneficiado. A partir de 1965, o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽³⁾ Em caroço.

⁽⁴⁾ A partir de 1978 o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽⁵⁾ A partir de 1976 o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽⁶⁾ Em casca.

⁽⁷⁾ Em grão.

⁽⁸⁾ Em baga.

⁽⁹⁾ A partir de 1973 o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽¹⁰⁾ A partir de 1977 o rendimento foi calculado com base na área colhida.

Fonte: Banco de Dados - Instituto de Economia Agrícola (dados básicos).

QUADRO 6.- Rendimento Médio e Índice de Rendimento de Culturas Seleccionadas, Estado de São Paulo, 1950-84 ⁽¹⁾

Período	Conclusão															
	Batata		Feijão ⁽⁷⁾		Arroz ⁽⁶⁾		Mandioca ⁽⁹⁾		Trigo ⁽⁷⁾		Tomate		Banana ⁽¹⁰⁾		Cebola	
	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice	kg/ha	Índice
1950-54	6.080	100	584	100	1.306	100	14.832	100	706	-	14.295	100	6.958	100	3.553	100
1955-59	8.247	136	418	72	1.017	78	16.096	108	751	100	20.888	146	5.536	80	3.918	110
1960-64	10.479	172	390	67	1.068	82	16.850	114	841	112	25.621	179	10.881	156	4.410	124
1965-69	11.966	197	467	80	882	67	17.435	118	758	101	23.945	180	14.690	211	4.745	134
1970-74	11.774	194	493	84	1.107	85	17.636	119	1.241	165	21.626	153	16.813	242	5.833	164
1975-79	14.403	237	550	94	1.022	78	20.322	137	698	93	23.961	168	16.895	243	12.191	346
1980-84	18.107	298	642	110	1.440	110	21.125	142	1.083	144	35.745	250	18.937	272	15.103	425

⁽¹⁾ Base dos Índices: 1950-54 = 100. No caso da soja 1960-64 = 100 e no trigo 1955-59 = 100.

⁽²⁾ Beneficiado. A partir de 1965, o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽³⁾ Em caroço.

⁽⁴⁾ A partir de 1978 o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽⁵⁾ A partir de 1976 o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽⁶⁾ Em casca.

⁽⁷⁾ Em grão.

⁽⁸⁾ Em baga.

⁽⁹⁾ A partir de 1973 o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽¹⁰⁾ A partir de 1977 o rendimento foi calculado com base na área colhida.

Fonte: Banco de Dados - Instituto de Economia Agrícola (dados básicos).

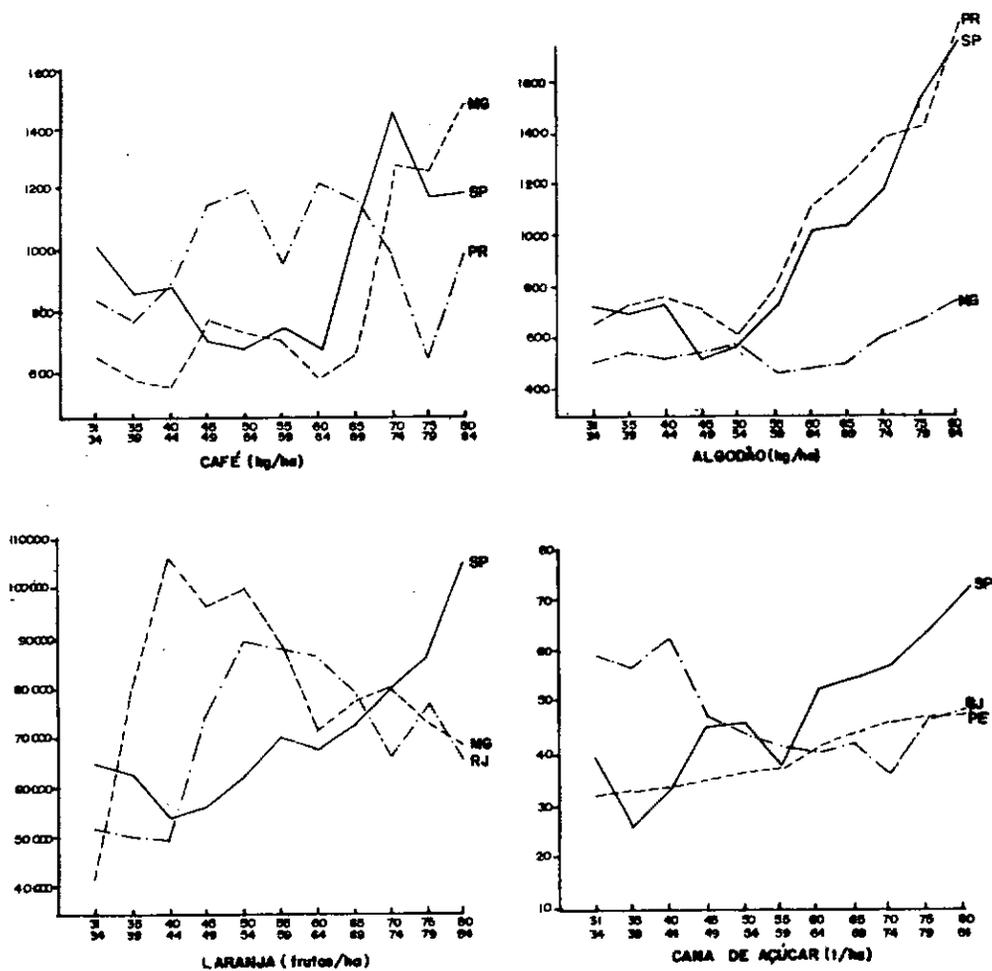


FIGURA 1.- Rendimento Médio de Café, Algodão, Laranja e Cana-de-açúcar nos Principais Estados Produtores, Brasil, 1931-1984.

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

QUADRO 7.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Café, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	-	2	9	11	8	15	14	18	4	3	13	97
Adução e calagem	5	1	-	-	-	1	1	13	5	7	5	38
Práticas culturais	3	3	4	-	7	11	11	13	8	6	4	70
Pragas e doenças	2	3	11	7	16	11	20	17	18	31	28	164
Pesquisas biológicas básicas	-	1	5	4	10	12	9	19	16	10	5	91
Total	10	10	29	22	41	50	55	80	51	57	55	460

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

sicas. Esse fato reflete a necessidade de gerar aqui conhecimentos que não estavam disponíveis em outra parte, MELO (39) já havia chamado a atenção para ele, afirmando não ter o café se beneficiado de importação de conhecimentos, o que ocorreu no caso de outras culturas. Uma sucessão de variedades foram desenvolvidas - Bourbon melhorado nos anos 30, Mundo Novo nos 40, Catuaí nos 60 e Caticar (resistente à "ferrugem") nos anos 70. Pesquisas sobre pragas e doenças foram certamente importantes para a manutenção dos ganhos de produtividade, ameaçados especialmente pela "broca" a partir dos anos 30 e pela "ferrugem" na última década. Os estudos sobre adubação e calagem permitiram a permanência da cultura em terras cansadas, a expansão em terras pouco férteis e colaboraram para viabilizar o potencial das novas variedades sempre mais produtivas. Para isso também contribuíram as pesquisas sobre práticas culturais (17).

A evolução do rendimento do café em outros Estados, particularmente em Minas Gerais, mas também no Paraná, indica claramente que eles se beneficiaram da pesquisa realizada em São Paulo, pois SILVA; FON SECA; MARTIN (45) mostraram que em outros Estados a pesquisa cafeeira praticamente tem início na década de 70. É possível que o clima reconhecidamente pouco favorável ao café no Paraná tenha dificultado a manutenção das elevadas produtividades alcançadas durante o período 1960-64 a 1970-74.

Passando ao algodão, verificamos pela figura 1 que o rendimento mantém-se bastante estável de 1931-34 a 1940-44, despensa até 1945-49, para então passar a crescer persistente e aceleradamente até 1980-84.

Pesquisa está na base desse processo. Algodão foi o segundo produto em termos de número de publicações, com uma apreciável parcela delas já nas décadas de 20 e de 30. O quadro 8 permite caracterizar mais em detalhe o esforço de pesquisa realizado. Diferentemente do café,

(17) Para maiores informações sobre os resultados da pesquisa em café ver Matiello & Carvalho (28).

QUADRO 8.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Algodão, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979.

Natureza da pesquisa	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	4	-	-	2	-	-	-	1	2	3	4	16
Adução e calagem	-	2	-	-	1	1	7	6	9	6	5	37
Práticas culturais	4	3	4	1	1	3	-	6	8	5	7	42
Pragas e doenças	2	-	35	7	8	17	13	30	24	11	8	155
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	1	1	2	4	5	2	5	11	31
Total	10	5	39	11	11	23	24	48	45	30	35	281

Fonte: Bragantia, Boletim Técnico do Instituto Agrônomo, Boletim da Agricultura, Arquivos do Instituto Biológico, O Biológico, Anais da ESAIQ e Revista de Agricultura (Informações básicas).

não se constata uma proporção elevada de trabalhos em genética e melhora-
mento, e em pesquisas biológicas básicas. Isso se deve, segundo MELO (87),
à possibilidade de importação de conhecimentos, que foi devidamente apro-
veitada, facilitando e reduzindo o tempo necessário à obtenção de varia-
des mais produtivas e com melhor qualidade de fibra, adaptadas às condi-
ções locais. O lançamento de variedades tem ocorrido com grande frequên-
cia contribuindo para elevar o potencial produtivo da cultura (18). As
pesquisas sobre adubação e práticas culturais facilitaram as condições
para manifestação desse potencial. Maior ênfase, entretanto, recebeu a
pesquisa na área de pragas e doenças, devido à particular vulnerabilidade
da cultura; foi seguramente muito importante o esforço destinado à manu-
tenção da produtividade no caso do algodão.

O comportamento do rendimento em outros Estados, onde o
esforço de pesquisa dirigido ao algodão foi inexpressivo, conforme mostra-
ram SILVA; FONSECA; MARTIN (45), indica que os resultados obtidos em
São Paulo ultrapassaram suas fronteiras, beneficiando especialmente o Pa-
raná e, em menor escala, Minas Gerais.

Quanto à laranja, observamos que o rendimento, ilustrado na
figura 1, declina de 1931-34 até 1940-44. Desse período em diante cresce
firmemente até 1980-84.

Dentre os produtos exportáveis, citrus foi o terceiro co-
locado em número de artigos publicados. Mais da metade deles, conforme da-
dos do quadro 9, referem-se a pragas e doenças. Entre as demais categori-
as apenas a de práticas culturais apresenta um volume mais significativo
de pesquisas. Essa ênfase reflete a gravidade dos problemas sanitários en-
frentados pela cultura e sugere que o efeito da pesquisa nesse caso deve
ser visto pelo lado da manutenção, além do aumento do rendimento. Com

(18) O IAC lançou 32 variedades entre 1932 e 1979. Sua denominação, crono-
logia e origem pode ser vista em Freire; Moreira; Medeiros (20). O
exame da origem mostra claramente o importante papel da importação de
conhecimentos.

QUADRO 9.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Citros, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da Pesquisa	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	-	-	-	3	-	3	-	-	-	-	1	7
Adubação e calagem	-	1	1	2	1	-	1	-	1	1	1	9
Práticas culturais	-	3	2	2	4	1	7	9	3	3	6	40
Pragas e doenças	1	7	20	21	9	9	21	20	9	7	8	132
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	6	2	-	-	5	1	1	-	15
Total	1	11	23	34	16	13	29	34	14	12	16	203

Fonte: *Bragantia*, Boletim Técnico do Instituto Agronômico, Boletim da Agricultura, Arquivos do Instituto Biológico, O Biológico, Anais da ESALQ e Revista de Agricultura (Informações Básicas).

efeito, diversas doenças perturbaram o desenvolvimento da citricultura, particularmente a "tristeza" que dizimou pomares e provocou declínio da produtividade ao longo da década de 40. Todas elas foram sendo controladas através da pesquisa. Presentemente o "cancro cítrico" e o "declínio" são os grandes desafios a serem vencidos. Os trabalhos de melhoramento da laranja, embora em pequeno número, geraram algumas variedades (baianinha, pera); qualidade foi aparentemente o principal objetivo orientando o programa de melhoramento (¹⁹). Com relação a variedades sabe-se que a citricultura também beneficiou-se com importações. A realidade é que a pesquisa criou condições para a permanência e expansão da cultura em São Paulo, o que permitiu ao país tornar-se o maior exportador mundial de sucos cítricos nos últimos anos.

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

A cana-de-açúcar comandou um grande esforço de pesquisa em São Paulo, ocupando a quarta posição entre os produtos exportáveis. E também a cultura com maior tradição de pesquisa fora de São Paulo. Um apreciável volume de publicações foi registrado no Rio de Janeiro e no Nordeste por SILVA; FONSECA; MARTIN (46). O quadro 10 mostra uma distribuição relativamente equilibrada dos diversos tipos de pesquisa. Os números indicam certo volume de trabalho na área de genética e melhoramento, complementado por pesquisas sobre adubação e práticas culturais. Também é expressivo o número de pesquisas sobre pragas e doenças, e pesquisas biológicas básicas.

Mostra a figura 1 que o rendimento da cana-de-açúcar caiu sensivelmente de 1931-34 para 1935-39. Tal queda reflete o efeito de doen

(¹⁹) Para um histórico a respeito da pesquisa dirigida à laranja ver Rodrigues (38).

QUADRO 10.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Cana-de-Açúcar, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	1	3	5	-	2	2	3	5	3	1	-	25
Adubação e calagem	-	2	3	1	1	2	8	12	5	2	5	41
Práticas culturais	2	3	-	1	-	1	1	1	3	2	2	16
Pragas e doenças	9	2	5	4	2	7	1	3	5	2	9	49
Pesquisas biológicas básicas	1	2	4	-	-	2	2	5	1	1	4	22
Total	13	12	17	6	5	14	15	26	17	8	20	153

Fonte: Bragantia, Boletim Técnico do Instituto Agronômico, Boletim da Agricultura, Arquivos do Instituto Biológico, O Biológico, Anais da ESAIQ e Revista de Agricultura (Informações básicas).

ças, primeiramente o "mosaico", depois o "carvão". Para contornar o problema as variedades então cultivadas foram substituídas por outras, originárias de Java (POJ), tendo sido também introduzidas variedades procedentes da Índia (CO) e variedades brasileiras (CB) produzidas no Estado do Rio de Janeiro no final dos anos 40. Mais tarde surgem as variedades paulistas (IAC) e argentinas (NA). O resultado desse processo de substituição de variedades foi a reversão de tendência do rendimento, que aumenta a princípio rapidamente, sofre uma redução no período 1955-59 e depois continua crescendo até 1980-84. É importante observar que ao final da década de 70 variedades CB ainda dominavam a área cultivada em São Paulo, seguidas pelas variedades NA, vindo só então as IAC. Esses fatos mostram que a importação de conhecimentos foi importante no passado, como mencionado por PARTORE; DIAS; CASTRO (36) e o é ainda hoje. Notamos, por outro lado, que a cana-de-açúcar apresenta grande proporção de pesquisa sobre adubação, que sem dúvida deve ter gerado conhecimentos importantes para viabilizar o potencial produtivo das variedades introduzidas ao Longo do tempo (20).

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

O esforço de pesquisa dirigido aos três produtos de exportação ainda não analisados - amendoim, soja e mamona - foi substancialmente menor. Além disso, é mais recente e um volume expressivo de publicações só aparece a partir dos anos cinquenta. Os quadros 11, 12 e 13 mostram a natureza da pesquisa realizada com cada produto. Entretanto, o pequeno número de artigos oferece pouca informação. O único fato chama-

(20) Sobre a contribuição da pesquisa no caso da cana-de-açúcar ver Carvalho (12).

QUADRO 11.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Amendoim, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	-	-	-	1	-	1	5	1	-	1	-	9
Adubação e calagem	-	-	-	-	-	-	2	-	2	8	2	14
Práticas culturais	-	-	-	-	1	-	1	4	5	4	4	19
Pragas e doenças	-	-	-	2	-	2	1	11	8	3	10	37
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	-	1	-	4	5	2	1	1	14
Total	-	-	-	3	2	3	13	21	17	17	17	93

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

!QUADRO 12.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Soja, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	2	5
Adução e calagem	-	-	-	-	-	-	2	3	5	5	5	20
Práticas culturais	1	2	2	-	1	-	-	1	1	1	5	14
Pragas e doenças	-	-	-	-	-	2	3	-	-	-	10	15
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6
Total	1	2	2	-	1	3	5	5	6	7	28	60

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

QUADRO 13.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Mamona, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	-	-	-	4	4	1	2	1	1	-	-	13
Adução e calagem	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	2	5
Práticas culturais	-	1	-	-	-	2	1	2	1	-	1	8
Pragas e doenças	-	-	3	1	-	-	-	1	-	-	-	5
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4
Total	-	1	3	5	4	3	4	6	2	4	3	35

Fonte: Bragantia, Boletim Técnico do Instituto Agronômico, Boletim da Agricultura, Arquivos do Instituto Biológico, O Biológico, Anais da ESAIQ e Revista de Agricultura (Informações básicas).

do maior atenção é a concentração de pesquisas em genética e melhoramento de mamona.

A contribuição da pesquisa no caso da soja é mais conhecida. KASTER & BONATO (25) mencionam a criação da variedade Santa Rosa como marcando o início do melhoramento da soja. Fato interessante é que essa variedade paulista ganhou importância a partir de 1963 no Rio Grande do Sul, passando depois a ser cultivada em todas as áreas produtoras. Na mesma época em que criou a variedade Santa Rosa o Instituto Agrônomico desenvolveu também a IAC-2, com vistas ao cultivo no cerrado e em baixas latitudes. Posteriormente outras variedades IAC foram produzidas. Tais fatos indicam que a pesquisa realizada em São Paulo foi importante suporte para a expansão da cultura não só nesse Estado mas no país. Devemos realçar, todavia, que esse resultado foi alcançado com um esforço de pesquisa comparativamente pequeno devido às facilidades de importação de conhecimento, na forma de material genético para cruzamento. Foi também muito importante para o desenvolvimento da cultura, como mostram Kaster & Bonato (26), a introdução direta de variedades originárias dos Estados Unidos.

A tendência ascendente do rendimento da soja em São Paulo, bem como no Paraná e no Rio Grande do Sul, ilustrada na figura 2, é coerente com os desenvolvimentos tecnológicos relatados.

Quanto ao amendoim, sua produtividade mostra flutuações quando consideramos os dados do IBGE (figura 2, quadro 5). Os dados do IEA (quadro 6) já indicam uma tendência mais definida de crescimento a partir de 1960-64.

No caso da mamona uma tendência persistente de crescimento pode ser detectada na figura 2 e no quadro 5 (dados do IBGE), a partir de 1940-44, após drástica queda no quinquênio anterior. Segundo os dados do IEA (quadro 6) essa tendência, muito fraca, restringe-se à última década. Os dados são por demais discrepantes, e não encontramos elementos para esclarecer qual dos comportamentos é mais aderente à realidade.

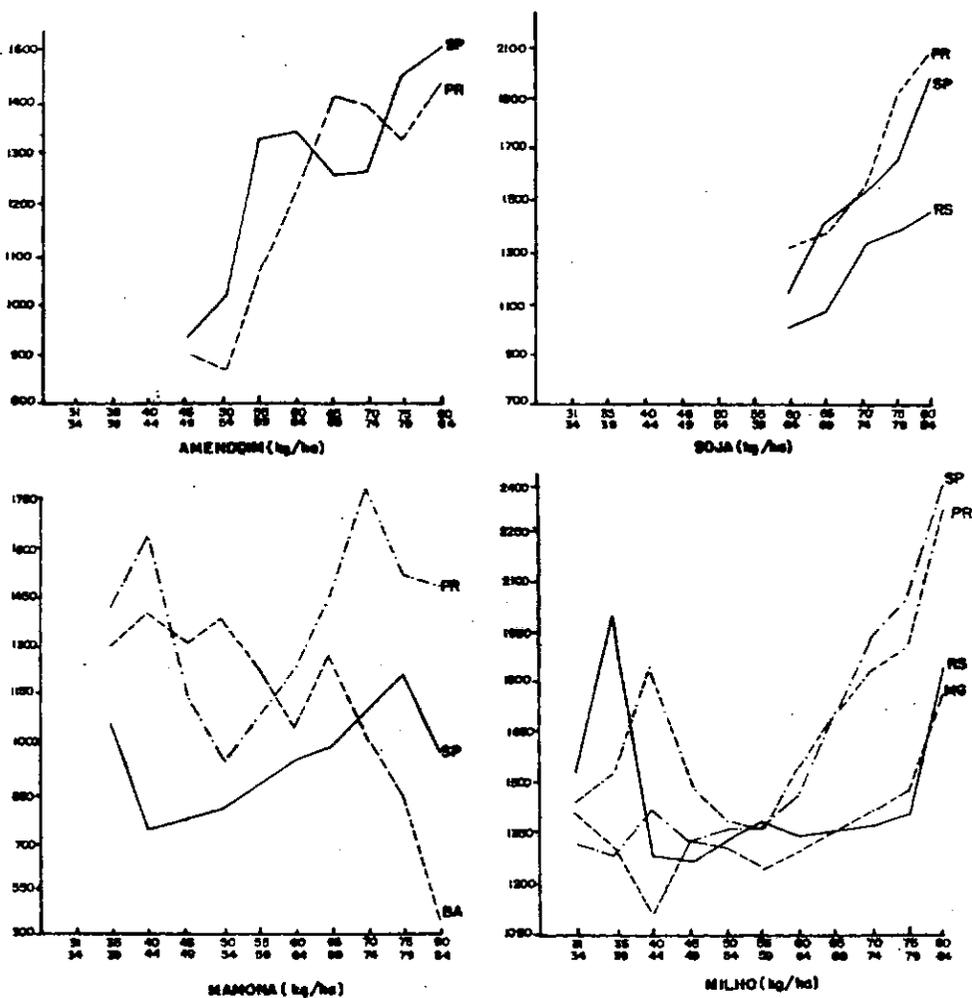


FIGURA 2.- Rendimento Médio de Amendoim, Soja, Mamona e Milho nos Principais Estados Produtores, Brasil, 1931-1984.

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

Amendoim e mamona são produtos que merecem estudos mais de talhados visando caracterizar técnicas eventualmente geradas e adotadas, bem como seus possíveis efeitos sobre os rendimentos. As evidências disponíveis parecem-nos insuficientes para sustentar quaisquer conclusões.

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

Podemos verificar, na figura 2, que o rendimento do milho, após oscilações entre 1931-34 e 1945-49, mostra-se estável até 1955-59, passando então a crescer com persistência e certa intensidade em São Paulo.

Esse comportamento reflete o esforço de pesquisa dirigido ao milho, que ostenta o maior número de artigos publicados sobre produtos domésticos, com um volume já apreciável desde os anos 30. Pelos dados do quadro 14 verificamos que a cultura foi submetida a intenso trabalho de melhoramento desde longa data, apresentando também grande número de pesquisas sobre adubação, que passam a ser mais enfatizadas a partir de 1955-59, em seqüência à maior concentração de pesquisas sobre melhoramento. Estudos sobre pragas e doenças e sobre práticas culturais surgem com menor intensidade, e pesquisas mais básicas em maior proporção apenas no último quinquênio.

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

É interessante discorrer um pouco mais sobre o melhoramento do milho. Esse trabalho começa nos anos 30 com o melhoramento da variedade Armour pelo Instituto Agrônomo, que na mesma época inicia a obtenção de híbridos, usando como base material genético local e também de

QUADRO 14.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Milho, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	-	8	7	4	6	8	3	3	-	1	5	45
Adubação e calagem	-	-	-	1	-	1	14	22	5	4	4	51
Práticas culturais	-	2	1	-	5	1	1	2	2	5	4	23
Pragas e doenças	-	1	2	1	-	7	2	5	4	7	5	34
Pesquisas biológicas básicas	-	2	-	-	2	-	-	3	5	2	12	26
Total	-	13	10	6	13	17	20	35	16	19	30	179

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

origem externa (aliás, diversas variedades americanas tinham sido já in troduzidas na década de 20). A difusão dos híbridos ocorre a partir dos anos 40. Dessa época até fins da década de 60 uma sucessão de híbridos foi lançada, sempre com maior potencial. É importante destacar também a contribuição da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" na criação de variedades durante esse período. Mais recentemente firmas privadas passaram a produzir e comercializar uma série de híbridos que também vêm sendo bastante difundidos. Para todo esse trabalho de melho ramento sempre contribuiu a importação de conhecimento, como indicado por MELO (39) ²¹ ().

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

O comportamento da produtividade do milho no Paraná é muito semelhante ao observado em São Paulo, sugerindo que aquele Estado tenha se beneficiado com a pesquisa desenvolvida pelas instituições pau listas. Isso deve ter ocorrido, uma vez que o esforço local de pesquisa foi muito pequeno, segundo SILVA; FONSECA; MARTIN (45). Em contrário, e segundo os mesmos autores, um programa de pesquisa de certa magnitude foi desenvolvido em Minas Gerais, contribuindo para o crescimento da pro dutividade do milho no Estado.

Dirigindo a atenção para a batata, que detêm a segunda co locação quanto ao número de publicações, constatamos que seu rendimento no Estado de São Paulo, reproduzido na figura 3, apresenta forte movimen to descendente no período 1931-34 a 1940-44. Daí em diante cresce sempre e rapidamente.

²¹
() Para mais informações ver Garcia, Ruas & Vencovsky (21).

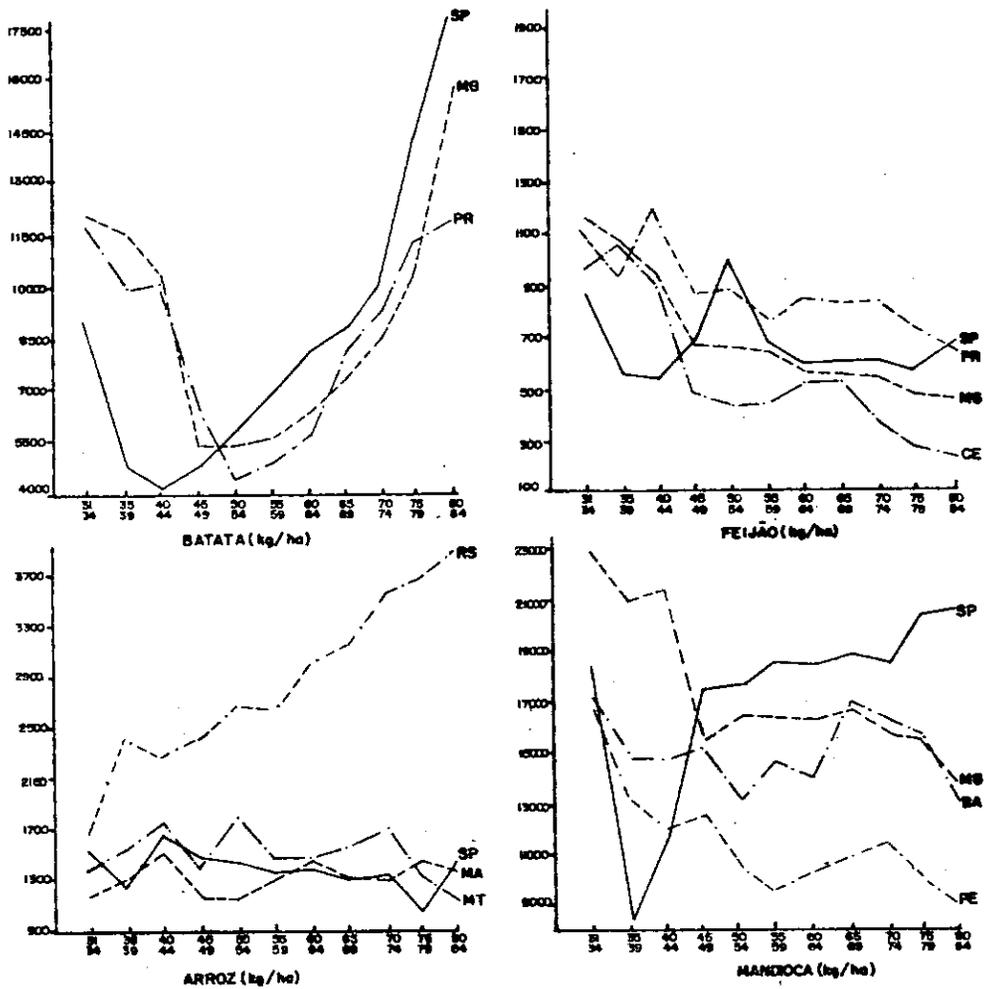


FIGURA 3.- Rendimento Médio de Batata, Feijão, Arroz e Mandioca nos Principais Estados Produtores, Brasil, 1931-1984.

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

A pesquisa sobre batata tem longa tradição em São Paulo e, conforme dados do quadro 15, foi preponderantemente dirigida para o controle de pragas e doenças, às quais a cultura é sabidamente muito suscetível. Houve, também, apreciável esforço em adubação e práticas culturais, bem como na área de melhoramento. Esse trabalho envolveu introdução, competição e criação de variedades. A importação de conhecimento, na forma de material genético, foi sempre importante. Na realidade em São Paulo ainda predominam as variedades estrangeiras, através da importação de batata-semente. Parece certo, todavia, que a pesquisa teve contribuição não desprezível para o desempenho da cultura (²²).

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

O feijão classifica-se em terceiro lugar, em termos de número de artigos publicados sobre produtos domésticos. Não tem entre tanto tradição de pesquisa. O quadro 16 mostra que o trabalho com essa cultura é muito recente, podendo-se considerar o quinquênio 1960-64 como marco de seu início. Atinge um máximo em 1965-69 para logo se reduzir nos períodos seguintes. As pesquisas dominantes referem-se à adubação, práticas culturais e pragas e doenças. Todavia, no último quinquênio a preciosa número delas aparece nas áreas de genética e melhoramento e de pesquisas biológicas, e esse é um fato que em princípio indica possibilidades de avanço no futuro. Não há indícios de importação de conhecimentos favorecendo a pesquisa com feijão.

O fato de a pesquisa ser tão recente parece ser importante fator explicando o declínio do rendimento do feijão em São Paulo, ilustrado na figura 3. O que sucedeu aqui repetiu-se nos demais Estados,

[²²] Algumas informações adicionais podem ser obtidas em Couto [14].

QUADRO 15.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Batata, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	-	1	1	1	3	3	1	2	4	-	-	16
Adução e calagem	-	-	1	-	1	3	3	16	3	2	-	29
Práticas culturais	-	-	5	2	5	4	3	10	5	-	-	34
Pragas e doenças	1	2	5	7	2	13	9	17	10	8	2	76
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	1	-	1	1	1	2	3	2	11
Total	1	3	12	11	11	24	17	46	24	13	4	166

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

QUADRO 16.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Feijão, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	-	-	-	2	-	-	-	3	3	1	6	15
Adubação e calagem	-	-	-	-	-	-	-	1	26	3	4	34
Práticas culturais	-	-	-	-	-	-	1	1	3	4	3	12
Pragas e doenças	-	-	-	4	1	-	1	8	10	8	2	34
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	-	-	-	-	4	5	5	10	24
Total	-	-	-	6	1	-	2	17	47	21	25	119

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

que não contaram com maior suporte de pesquisa, conforme mostram SILVA; FONSECA; MARTÍN (46).

Há indicações, felizmente, de que um processo de mudança dessa situação está em marcha em São Paulo. Assim, ao examinar os rendimentos calculados pelo IEA (quadro 6) notamos que indicam direção divergente dos levantados pelo IBGE (quadro 5 e figura 3) a partir de 1960-64. No período 1960-64 a 1970-74, o Índice de rendimento do IBGE mantém-se relativamente estável, subindo um pouco no último quinquênio. Em contrário, o Índice do IEA cresce continuamente, com um ganho de rendimento de 65% entre 1960-64 e 1980-84. Esses dados parecem ser mais coerentes com a realidade, segundo técnicos que têm acompanhado a evolução da cultura. A questão merece uma discussão mais detalhada.

É provável que parte do aumento de rendimento detectado para o Estado seja devido à mudança na localização da cultura. De fato ela sofreu um processo de concentração na Região de Sorocaba, perdendo importância relativa nas demais regiões do Estado. Sabe-se que as condições climáticas são relativamente mais favoráveis naquela região, que sempre apresentou rendimentos mais elevados. Isso, porém, não é tudo. No início dos anos 70 foi introduzida na região a variedade Carioca, testada e submetida à seleção no Instituto Agrônomo. Essa variedade apresentava potencial 30% superior à das variedades então cultivadas e estima-se que atualmente ocupa 80% da área plantada⁽²³⁾. Simultaneamente, expandiu-se a aplicação de fertilizantes e defensivos. Como resultado o rendimento do feijão nessa região cresceu 17% entre 1965-69 [antes da introdução da variedade Carioca] e 1975-79. Mais recentemente, começou a se desenvolver a cultura do feijão irrigado, cultivado no inver-

(23) As informações baseiam-se em Almeida; Leitão FQ; Miyasaka (1). São Paulo. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. CATI (39).

no, no norte do Estado, com rendimento mais elevado que os das tradicionais culturas das águas e da seca. Essas evidências sugerem que a pesquisa começa a contribuir para a recuperação da cultura do feijão em São Paulo.

O volume de pesquisas sobre arroz, medido por meio das publicações, é algo menor que no caso do feijão, como indicam os dados do quadro 17. Maior número de artigos aparece nas categorias de pragas e doenças, práticas culturais e adubação. Melhoramento e pesquisas básicas foram aparentemente áreas menos estudadas. A pesquisa rizícola é também pouco densa até 1954-59. Só a partir de 1960-64 encontramos um volume mais substancial de trabalhos. Importação de conhecimentos não parece ter sido importante. Em que pese o pequeno número de pesquisas publicadas sobre genética e melhoramento, GERMEK & BANZATTO (22) historicam o lançamento de uma série de variedades com crescente potencial produtivo, apropriadas a plantio de sequeiro (24).

A figura 3 mostra que o rendimento do arroz em São Paulo vem caindo desde 1940-44, elevando-se apenas no último quinquênio. Isso indica um gargalo tecnológico que a pesquisa não foi capaz de remover. O elevado risco associado a eventuais deficiências hídricas, característico da cultura parece não ter sido atenuado. Ao contrário, variedades mais produtivas provavelmente o aumentam, a menos que sejam também mais resistentes à seca, o que aparentemente ainda não foi conseguido. Essa parece ser uma explicação plausível para São Paulo e outros Estados que cultivam arroz de sequeiro, onde as variedades paulistas vêm se difundindo. Esse quadro contrasta com o observado no Rio Grande do Sul, onde predomina o arroz irrigado, como resultado de um bem orientado programa de pesquisas, que se reflete

(24) Blumenschein & Guazzelli (8) consideram a criação e adaptação de variedades como a maior contribuição da pesquisa à cultura do arroz

QUADRO 17.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Arroz, Segunda a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	-	-	1	1	-	-	-	2	-	1	1	6
Adubação e calagem	-	-	-	-	1	-	1	3	3	6	1	15
Práticas culturais	-	1	3	-	1	2	1	6	3	4	1	22
Pragas e doenças	-	-	-	1	1	6	-	4	3	9	11	35
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	1	-	1	-	1	4	1	3	11
Total	-	1	4	3	3	9	2	16	13	21	17	89

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

no apreciável número de publicações referido por SILVA; FONSECA; MARTIN (49); o rendimento cresce durante todo o horizonte analisado.

Entre os alimentos básicos, mandioca foi um dos que recebeu menor atenção da pesquisa. Apresenta, entretanto, maior número de artigos que arroz, feijão e trigo até 1950-54. Concentração de pesquisas sobre melhoramento caracteriza o quinquênio 1940-44. Por essa época foram também realizados muitos estudos sobre pragas, doenças e práticas culturais (quadro 18).

A julgar pela evolução do rendimento (figura 3) tais pesquisas devem ter sido importantes: a brusca redução observada entre 1931-34 e 1935-39 é rapidamente compensada. Atinge-se então um patamar por volta de 1945-49, que perdura até o presente, com pequena elevação em 1975-79.

É interessante observar que recuperação semelhante não ocorreu nos Estados de Minas Gerais, Bahia e Pernambuco, tendo entretanto se verificado em menor escala no Rio Grande do Sul. Faz-se necessário estudo mais detalhado para explicar a evolução do rendimento da mandioca.

O trigo praticamente começa a ser estudado em São Paulo nos anos 60. As informações sobre pesquisa (quadro 19) e rendimento (figura 4) são insuficientes para maiores comentários, mas não indicam resultados claros até o presente. De qualquer modo, variedades lançadas a partir de 1965 foram importantes para o estabelecimento da cultura (25). Investigação adicional é igualmente necessária no caso do trigo.

Passando dos alimentos básicos para as hortaliças e frutas, verificamos que o tomate foi beneficiado por amplo conjunto de pesquisas (quadro 20), o contrário ocorrendo com a cebola (quadro 21). Dominam no caso do tomate os estudos sobre pragas e doenças. Em cebola a pesquisa praticamente

[25]. Sobre a pesquisa tritícola ver Tomasini (47).

QUADRO 18.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Mandioca, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	-	-	-	5	-	-	-	-	2	-	1	8
Adução e calagem	-	-	-	-	-	2	2	-	3	-	1	8
Práticas culturais	2	2	1	1	2	1	-	-	1	1	1	12
Pragas e doenças	-	-	2	8	6	1	1	1	3	1	1	24
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	1	-	1	-	2	-	-	1	5
Total	2	2	3	15	8	5	3	3	9	2	5	57

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

QUADRO 19.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Trigo, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	-	-	-	-	-	1	-	1	-	3	3	8
Adução e calagem	-	-	-	-	-	-	1	-	4	9	6	20
Práticas culturais	4	-	2	-	1	-	1	3	-	-	1	12
Pragas e doenças	-	-	-	-	1	-	1	1	2	2	2	9
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5	3	10
Total	4	-	2	-	2	1	3	5	8	19	15	59

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

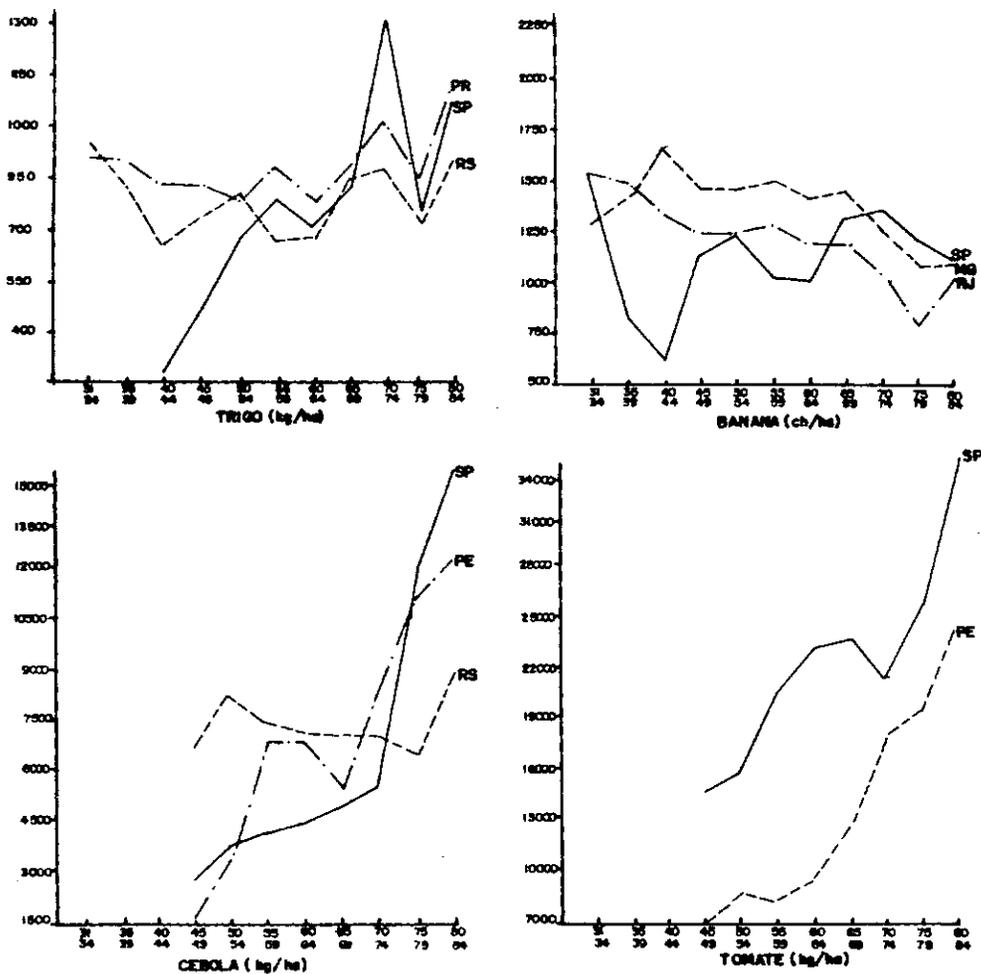


FIGURA 4.- Rendimento Médio de Trigo, Tomate, Cebola e Banana nos Principais Estados Produtores, Brasil, 1931-1984.

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

restringe-se às práticas culturais e ao controle de moléstias. Com respeito ao tomate notamos uma dinamização das pesquisas a partir de 1950/54.

O rendimento do tomate acompanha a intensificação da pesquisa, e o acelerado crescimento no último período parece estar associado à expansão do cultivo de novas variedades destinadas à industrialização. O rendimento da cebola aumenta lentamente de 1945/49 até 1970/74 e cresce explosivamente nos últimos períodos, ao que parece em decorrência da expansão da irrigação (por aspersão), do uso de sementes híbridas em portadas e do aprimoramento das práticas culturais ⁽²⁶⁾.

Finalmente, a pesquisa sobre banana foi limitada e dirigida para o controle de pragas e doenças e práticas culturais (quadro 22). Os dados sobre rendimentos são totalmente divergentes. Segundo o IBGE, (figura 4 e quadro 5) o rendimento medido em cachos sofreu drástica queda de 1931-34 a 1940-44, seguida de recuperação, com flutuações, a partir de então. Não obstante, segundo o IEA (quadro 6) o rendimento medido em quilos cresce contínua e intensamente até 1980-84. Esse comportamento deve refletir em parte resultados da pesquisa, mas também o aproveitamento de varzeas mais férteis, antigamente menos aproveitadas, e o surgimento da variedade de nanicao, bem mais produtiva, com cachos mais pesados.

Como complemento à análise até aqui desenvolvida, apresentamos a seguir estimativas das relações entre pesquisa e rendimento. Já mencionamos, mas vale relembra, que trabalhamos com médias quinquenais dos rendimentos, para atenuar o problema das flutuações anuais devidas às variações climáticas, e também que utilizamos o número acumulado de publicações científicas, para captar o efeito persistente e cumulativo da pesquisa. Quanto ao número de publicações, duas medidas foram tomadas: o número total de artigos e o número de artigos sobre os temas mais freqüentemente pesquisados (genética e melhoramento; adubação e calagem; práticas culturais; pragas e doenças; pesquisas biológicas básicas). Quan

⁽²⁶⁾ Agradecemos essas informações, colhidas de Paulo Augusto Wiesel, do Instituto de Economia Agrícola, que vem acompanhando o desenvolvimento e o mercado da cultura há muitos anos.

QUADRO 20 .- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Tomate, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

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

Fonte: Bragançia, Boletim Técnico do Instituto Agrônomo, Boletim da Agricultura, Arquivos do Instituto Biológico, O Biológico, Anais da ESALQ e Revista de Agricultura [Informações básicas].

QUADRO 21.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Cebola, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Adubação e calagem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Práticas culturais	-	-	-	1	1	2	1	2	4	-	-	11
Pragas e doenças	1	-	-	-	1	3	1	1	1	2	1	11
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2
Total	2	-	-	1	2	5	2	3	6	3	1	25

Fonte: *Bragantia*, Boletim Técnico do Instituto Agrônômico, Boletim da Agricultura, Arquivos do Instituto Biológico, O Biológico, Anais da ESALQ e Revista de Agricultura [Informações básicas].

QUADRO 22.- Número de Artigos Científicos Publicados sobre Banana, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979

Natureza da pesquisa	1925 1929	1930 1934	1935 1939	1940 1944	1945 1949	1950 1954	1955 1959	1960 1964	1965 1969	1970 1974	1975 1979	Total
Genética e melhoramento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Adubação e calagem	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	3
Práticas culturais	-	-	-	-	1	-	-	2	1	5	-	9
Pragas e doenças	-	1	3	1	-	2	4	2	1	3	8	25
Pesquisas biológicas básicas	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	4	7
Total	1	2	4	1	1	2	4	6	2	9	12	44

Fonte: *Bragantia*, *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo*, *Boletim da Agricultura*, *Arquivos do Instituto Biológico*, *O Biológico*, *Anais da ESALQ* e *Revista da Agricultura* (Informações básicas).

to aos rendimentos, face às já mencionadas discrepâncias entre fontes, utilizamos dados do IBGE e do IEA.

As regressões estimadas forneceram resultados muito parecidos independentemente da medida utilizada para representar o esforço de pesquisa, motivo pelo qual são apresentadas apenas as equações em que os argumentos são as publicações sobre os temas mais frequentemente pesquisados. Entretanto, para alguns produtos os resultados diferiram substancialmente, dependendo da fonte dos rendimentos, justificando sua apresentação completa (quadro 23).

De um modo geral os coeficientes de regressão apresentam sinais positivos, como seria de esperar, e estatisticamente significantes. Parâmetros nulos surgem apenas no caso do arroz e do trigo, para ambas as fontes de rendimentos. Já no caso da banana e do feijão os coeficientes são nulos apenas para os rendimentos do IBGE, e no do café apenas para os rendimentos do IEA.

Os coeficientes de determinação, bastante elevados em maitas das regressões, indicam que, através de seus efeitos diretos e indiretos, a pesquisa explica em grande parte a tendência ascendente dos rendimentos da maioria das culturas analisadas.

Em síntese, os resultados da investigação estatística reali-
zada confirmam, com maior rigor, a hipótese de que a pesquisa vem contribuindo para os ganhos de produtividade experimentados pela agricultura paulista.

QUADRO 23.- Equações com Número Acumulado de Artigos Científicos Publicados como Variável Explicativa do Rendimento Médio das Principais Culturas, Estado de São Paulo⁽¹⁾

Produto	Constante	Coefficiente	R ²	F
Continua				
<i>Café</i>				
IBGE	521,367	0,809	65,471	9,480***
IEA	341,159	0,659	43,450	3,842
<i>Laranja</i>				
IBGE	464,725	0,881	77,682	17,403***
IEA	4.640,949	0,797	63,556	8,720**
<i>Cana</i>				
IBGE	431,687	0,943	88,867	39,910***
IEA	38.573,422	0,902	81,402	21,884***
<i>Algodão</i>				
IBGE	505,193	0,969	93,934	77,430***
IEA	633,250	0,935	87,348	34,520***
<i>Amendoim</i>				
IBGE	1.179,529	0,755	57,074	6,648**
IEA	1.092,502	0,886	78,459	18,211***
<i>Soja</i>				
IBGE	1.144,024	0,944	89,115	24,560***
IEA	1.094,708	0,968	93,712	44,712***
<i>Mamona</i>				
IBGE	741,256	0,763	58,226	6,969**
IEA	956,484	0,725	52,597	5,548*
<i>Milho</i>				
IBGE	1.098,955	0,974	94,869	92,448***
IEA	965,522	0,967	93,568	72,742***

(1) Regressões estimadas pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários, com rendimentos correspondentes aos quinquênios 1950-54 a 1980-84 e número de artigos acumulados desde 1940 até o início de cada quinquênio.
Níveis de significância: 1%***, 5%** , 10%* .

QUADRO 23.- Equações com Número Acumulado de Artigos Científicos Publicados como Variável Explicativa do Rendimento Médio das Principais Culturas, Estado de São Paulo (1)

Produto	Constante	Coeficiente	R ²	Conclusão
				F
Arroz				
IBGE	1.392,772	-0,392	15,377	0,909
IEA	1.040,724	0,317	10,042	0,558
Feijão				
IBGE	727,342	-0,424	18,027	1,100
IEA	443,875	0,673	45,261	4,134*
Batata				
IBGE	3.338,953	0,869	75,573	15,469**
IEA	4.921,974	0,912	83,281	24,906***
Mandioca				
IBGE	6.160,484	0,700	49,024	4,809*
IEA	9.980,733	0,945	89,389	42,122***
Trigo				
IBGE	779,880	0,409	16,729	1,004
IEA	786,630	0,401	16,115	0,961
Tomate				
IBGE	15.101,437	0,868	75,363	15,295**
IEA	15.239,321	0,795	63,209	8,590**
Cebola				
IBGE	115,149	0,820	67,201	10,244**
IEA	-140,399	0,850	72,268	13,030**
Banana				
IBGE	1.149,111	0,086	0,743	0,037
IEA	7.273,614	0,890	79,236	19,080***

(1) Regressões estimadas pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários, com rendimentos correspondentes aos quinquênios 1950-54 a 1980-84 e número de artigos acumulados desde 1940 até o início de cada quinquênio. Níveis de significância: 1%***, 5%** , 10%* .

5 - IMPLICAÇÕES ECONÔMICAS

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

Mostramos que o esforço de pesquisa dirigido aos produtos exportáveis foi muito mais intenso que o voltado para os produtos domésticos. Esse fato, já conhecido anteriormente, fica reforçado pelas evidências aqui apresentadas, mais amplas em termos do número de produtos e do horizonte de tempo considerado ⁽²⁷⁾. Evidenciamos, por outro lado, que o esforço de pesquisa sobre produtos domésticos atingiu, de modo relativamente equilibrado, o grupo dos alimentos básicos e o grupo das hortaliças e frutas. Claramente, ambas as constatações são importantes, tanto do ponto de vista do crescimento da produção agrícola como dos efeitos distributivos a ela associados.

Comprovamos, também, a existência de uma estreita relação entre o esforço de pesquisa e a evolução do rendimento das culturas. Nessa análise procuramos sempre considerar o papel da importação de conhecimentos, seja como insumo para o desenvolvimento da pesquisa seja como insumo diretamente utilizável pela agricultura. Ao relacionar pesquisa e rendimento, procuramos investigar a questão da defasagem entre o trabalho científico e seus resultados. Verificamos que ela é sempre de magnitude apreciável, em alguns casos particularmente longa, de modo que os produtos que passaram a ser pesquisados mais recentemente ainda não tiveram condições para apresentar resultados mais significativos.

Em consequência de um maior esforço e com uma maior tradição de pesquisa, os produtos exportáveis experimentaram ganhos de ren

⁽²⁷⁾ Contribuíram para esse diagnóstico os trabalhos já mencionados de Pastore, Dias; Castro (36), Melo (31) e Silva; Fonseca; Martin (45, 46).

dimentos mais expressivos que os produtos domésticos, de um modo geral. Claramente, o pior desempenho foi o dos produtos alimentares básicos. Aliás, entre estes feijão e arroz apresentaram rendimento praticamente es
táveis entre os extremos do horizonte considerada, e decilnantes em muitos intermediários. Como consequência desta situação, de um lado a oferta agrícola agregada provavelmente cresceu menos do que poderia ter crescido com um melhor desempenho dos produtos domésticos; de outro, a composição da produção, modificando-se em favor dos exportáveis, con
tribuiu para o surgimento (ou agravamento) de um problema de suprimento de alimentos, com implicações distributivas.

Naturalmente esse processo - que não se restringiu a São Paulo, mas espalhou-se por todo o país, com efeitos mais graves em al
gumas regiões - foi induzido por diversos fatores, entre os quais enfat
izamos as condições favoráveis do mercado internacional nos primeiros a
nos 70 ⁽²⁸⁾ e, também, a opção por um esforço exportador de produtos a
grícolas como forma de compensar os "choques" do petróleo em 1973/74 e 1979/80, bem como a decisão de substituir derivados de petróleo por al
cool de cana-de-açúcar ⁽²⁹⁾.

Todavia, nem aquelas forças externas (preços internacio
nais) nem as internas (políticas comercial e energética) teriam produ
zido o acelerado processo de transformação, por que passou a agricultura no período 1968-80, na ausência de adequado suporte tecnológico. De ou
tra parte, esse processo teria ocorrido de modo mais equilibrado caso os produtos alimentares básicos dispusessem de apoio tecnológico seme
lhante ao que estava disponível para as culturas de exportação.

⁽²⁸⁾ O efeito do movimento de alta dos preços internacionais de produ
tos agrícolas foi fortalecido pela adoção da política de mini-des
valorização cambial em 1968.

⁽²⁹⁾ Sobre o efeito do PROALCOOL na composição da produção agrícola em São Paulo ver Veiga; Gatti; e Mello (48).

Em outras palavras, o progresso tecnológico ocorrendo no segmento exportador da agricultura melhorou sua rentabilidade relativa, criando condições para expansão de sua produção, não apenas pelo aumento da produção por unidade de recurso (terra, trabalho), mas pela crescente absorção desses recursos pela agricultura de exportação (e energética), em detrimento daquela destinada à alimentação popular.

O resultado, bem diagnosticado por MELO (30), foi uma redução das disponibilidades per capita de calorias e proteínas (provenientes dos alimentos mais tradicionais, arroz, feijão, batata, mandioca e milho), da ordem de 25% entre 1967 e 1979, compensado por algum aumento desses elementos a partir do açúcar e de produtos animais e de um ponderável aumento obtido via trigo, um produto crescentemente importado durante a última década.

Naturalmente, esse quadro acabou por provocar aumentos reais nos preços de alimentos, com efeitos regressivos sobre as camadas da população com mais baixas rendas, em cujos orçamentos os alimentos têm participação mais elevada. MELO (30) fez uma tentativa de medir o impacto distributivo desse movimento de preços relativos, concluindo que em São Paulo, de 1967 a 1979, o aumento acumulado do índice de preços nominais de alimentos foi 10% superior para a classe de menor renda, comparativamente à de maior renda (30). Chamando a atenção para o fato de que diversos fatores contribuíram para esse resultado, e ele enfatiza as inovações introduzidas na cultura da soja como um importante fator tecnológico afetando o processo.

Com efeito, não se tem notícia de outro desenvolvimento tecnológico que tenha sido capaz de provocar tão amplas transformações em tão curto intervalo de tempo. Não obstante, é possível que o efeito conjugado de avanços tecnológicos menos dramáticos, mas ocorrendo si

(30) No Nordeste a evolução foi muito pior, com a diferença alcançando 33%, Melo (30).

multaneamente em diversas culturas, possa ter tido efeito semelhante. As evidências que apresentamos, mostrando tantos casos de progresso tecnológico entre produtos exportáveis (café, laranja, cana-de-açúcar e algodão, além da soja), apontam nesse sentido.

Creemos ser muito difícil separar a contribuição específica do progresso tecnológico diferenciado na distribuição da renda real, que depende de um processo complexo onde interagem múltiplos fatores. Mais difícil ainda seria isolar a participação do progresso em cada cultura. De qualquer forma, entretanto, parece certo que em alguma medida o progresso técnico desequilibrado vem prejudicando os consumidores, particularmente os de baixa renda. Além disso, parece igualmente certo que venha também gerando efeitos distributivos entre categorias de produtores, discriminando os que se dedicam a atividades não beneficiadas por inovações, especialmente no caso daqueles que em decorrência de sua dotação de recursos e outras condições sócio-econômicas encontram dificuldades para mudar de atividades.

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

ções semelhantes, e nesse caso os consumidores em geral acabariam beneficiados.

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

Numa perspectiva histórica de muito longo prazo, quando da implantação das ciências agrárias no país, pode-se levantar a hipótese de que o predomínio de interesses ligados ao setor externo tenha sido um fator beneficiando a pesquisa dirigida a produtos de exportação.

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

O advento do processo de industrialização pode ter contribuído para a perpetuação dessa tendência, uma vez que implicou crescente demanda de divisas, que forçosamente tinha de ser suprida via exportações agrícolas ⁽³¹⁾. Assim, deve ter favorecido a alocação de recursos à pesquisa sobre produtos exportáveis.

(31) É interessante observar que a história se repete e, a partir de meados da década passada, a necessidade de tornar o país mais ativo no mercado internacional de produtos agrícolas induziu um crescimento das pesquisas sobre exportáveis no conjunto do país, detectado por Silva; Fonseca; Martin (45).

Aparentemente, apenas com a emergência de um problema mais grave de abastecimento no final dos anos 40 e início dos anos 50, que provocou uma série de medidas de incentivo às atividades agrícolas ⁽³²⁾, criaram-se condições capazes de induzir o sistema de pesquisa em São Paulo a se voltar, com alguma defasagem e grande timidez, para os produtos domésticos, segundo interpretação sugerida por SILVA; FONSECA; MARTIN (40).

Para uma compreensão mais apropriada desse processo entendemos ser muito importante a contribuição de PASTORE; DIAS; CASTRO (36). Analisando a questão pela ótica dos modelos de inovação induzida, procuram esses autores explicar porque, face a uma evolução de preços relativos dos fatores favorável à modernização da agricultura, esta se processou em produtos exportáveis, mas não atingiu os produtos domésticos. Para isso postularam condições adicionais necessárias a uma eficiente resposta da pesquisa às necessidades dos agricultores: concentração geográfica da produção, possibilidade de industrialização do produto e facilidade de transferência de tecnologia do exterior.

Dentro dessa perspectiva, a concentração geográfica certamente favoreceu a maioria dos produtos exportáveis. A possibilidade de industrialização e a facilidade de transferência de tecnologia devem igualmente ter ajudado a todos, exceto, neste último aspecto, o café. Entre os produtos domésticos por nós considerados, a batata certamente se beneficiou da concentração geográfica e da importação de conhecimentos, enquanto o milho, embora geograficamente disperso, contou com transferência de tecnologia e, no período mais recente, ganhou expressão como matéria-prima industrial. Já arroz e feijão não se beneficiaram de nenhuma dessas condições. Sua extrema dispersão geográfica (mesmo dentro do Esta

⁽³²⁾ A respeito da política agrícola nesse período ver Melo (29).

do], conforme PASTORE; DIAS; CASTRO (36) deve ter prejudicado a eficiência da pesquisa por duas razões básicas. Em primeiro lugar, por dificultar a formação de grupos de interesses e, portanto, a interação eficiente entre agricultores e pesquisadores. Em segundo, por tornar mais complexa a tarefa da pesquisa, em decorrência da maior diversidade de condições ecológicas. A própria dispersão dos consumidores constituiria fator negativo, pela dificuldade de articulação eficaz no sentido de exercer pressão sobre o governo, capaz de levar a uma intensificação das pesquisas. Tomate e cebola são produtos que também se beneficiaram pela concentração da produção, importação de conhecimentos e, no caso do tomate, possibilidade de industrialização.

Para completar essa discussão, faremos algumas considerações adicionais relacionadas à influência das condições de demanda do produto sobre o correspondente progresso tecnológico. Fomos levados a especular a questão ao perceber, analisando a história de um número apreciável de culturas, que aparentemente as que apresentam demandas mais elásticas ao preço e a renda experimentaram progresso mais acentuado. Quanto aos produtos exportáveis podemos considerar as respectivas demandas elásticas em comparação com as dos produtos de consumo interno. Com respeito aos produtos domésticos, algumas estimativas de suas elasticidades foram reunidas no quadro 24.

Desconsiderando o lado dos custos da pesquisa, parece intuitivo que seus benefícios tendem a ser maiores com demandas elásticas, uma vez que nesta circunstância os preços não tenderão a cair (ou cairão menos que no caso de demandas inelásticas) como resultado de uma expansão da produção. Pesquisando a literatura, encontramos suporte para essa observação no trabalho de BISWANGER (6). Mostra-se autor que, se a demanda for inelástica, melhoramentos técnicos podem inclusive reduzir os lucros da indústria experimentando progresso tecnológico. Numa situação assim extrema seria inibido o esforço de inovação, caracterizando-se um "mecanismo de auto-controle" não apenas

QUADRO 24. - Elasticidades da Demanda de Alguns Produtos Domésticos

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

Fonte: Elasticidades-preço da demanda extraídas de Alves (2) e elasticidades-renda da demanda obtidas de Kirsten (27).

na difusão de novas técnicas, como proposto por PAIVA (35), mas mesmo em sua geração. Em outras palavras, percebendo a dificuldade de internalizar ganhos do progresso tecnológico, devido à queda de preços que lhe segue, setores produtivos com tais características exerceriam menor pressão sobre o sistema de pesquisa (33). A questão envolve certa complexidade e sua discussão ultrapassa os limites definidos para esse trabalho, o que nos leva a encerrar aqui estes comentários.

Fechando toda a discussão, poderíamos concluir enfatizando a necessidade de o esforço de pesquisa ser melhor equilibrado, o que equivale a dizer que deve crescer a ritmo mais rápido no setor de produtos domésticos e principalmente de alimentos básicos. Caberia ao governo assumir ativamente o papel de catalizador de todo o processo de modernização tecnológica, promovendo e financiando o esforço de pesquisa, criando e agilizando os mecanismos de transferência de conhecimentos para o setor produtivo.

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

LITERATURA CITADA

1. ALMEIDA, L.D.; LEITÃO FQ., H.F.; MIYASAKA, S. *Características do feijão carioca*. Bragantia, 30 (1):XXIII, abr. 1971.
2. ALVES, Eliseu R. A Pesquisa e os ganhos de produtividade em culturas alimentares no Brasil. Brasília, EMBRAPA, 1981 27p.
3. ANAIS DA ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ". Piracicaba, 1944-1979.
4. ARQUIVOS DO INSTITUTO BIOLÓGICO. São Paulo, 1928-1979.
5. BARROS, J.R.M. de & GRAHM, D.H. *A agricultura brasileira e o problema da produção de alimentos*. In: SEMINÁRIO SOBRE ECONOMIA DA TECNOLOGIA, 1., São Paulo, 1978. 35p.
6. BINSWANGER, H.P. *Induced technical change: evolution of thought*. In: BINSWANGER, H.P. & RUTTAN, V.W. Induced innovation, technology, institutions and development. Baltimore, The Johns Hopkins Press, 1978. p.13-43. .
7. O BIOLÓGICO. São Paulo, Secretaria da Agricultura, Instituto Biológico, 1935-1979.
8. BLUMENSCHNEIN, A. & GUAZELLI, R.J. *A contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento agrícola do arroz e feijão*. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (3):435-446, jul./set. 1980.
9. BOLETIM DE AGRICULTURA. São Paulo, Secretaria da Agricultura, 1925-1940.
10. BOLETIM TÉCNICO. Campinas, Secretaria da Agricultura, IAC, 1928-1940.
11. BRAGANTIA. Campinas, Secretaria da Agricultura, IAC, 1941-1979.

12. CARVALHO, L.C.C. Contribuição da pesquisa para a implantação e desenvolvimento da agroindústria canavieira. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (3):519-535, jul./set. 1980.
13. CHRISTENSEN, L.R. Concepts and measurement of agricultural productivity. American Journal of Agricultural Economics, Lexington, 57 (5):910-915, dec. 1975.
14. COUTO, F.A.A. Algumas contribuições da pesquisa ao desenvolvimento da olericultura no Brasil. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (3):507-517, jul./set. 1980.
15. CRUZ, E.R.; PAIVA, V.; AVILA, A.F.D. Taxas de retorno dos investimentos da EMBRAPA: investimentos totais e capital físico. Brasília, EMBRAPA, 1982. 47p.
16. EVENSON, R.E. International diffusion of agrarian technology. The Journal of Economic History, 34(1): 51-73, 1974.
17. EVENSON, R.E. & KISLEY, V. Investment in agricultural research and extension: a survey of international data. Economic Development and Cultural Change, Chicago, 23 (3):507-521, 1975.
18. _____. Research and productivity in wheat and maize. Journal of Political Economy, Chicago, 81 (6): 1309-1329, nov./dec. 1973.
19. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estudo nacional da despesa familiar: despesas das famílias - dados preliminares - São Paulo. Rio de Janeiro, 1978. 85p.
20. FRETRE, R.C.; MOREIRA, J. de A.N.; MEDEIROS, L.C. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento: o caso do algodão. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (3):383-413, jul./set. 1980.
21. GARCIA, J.C.; RUIAS, D.G.G.; VENCOSKY, R. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento do milho e do sorgo. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (3):475-493, jul./set. 1980.

22. GERMEK, E.B. & BANZATTO, N.V. Melhoramento do Arroz no Instituto Agronômico de Campinas, IAC, Campinas, 1972 (Boletim Técnico 202).
23. GRILICHES, Z. Research costs and social returns: hybrid corn and related innovations. Journal of Political Economy, Chicago, 66: 419-431, 1958.
24. HAYAMI, Y. & YAMADA, S. Agricultural research organization in economic development: a review of the Japanese experience. In: SEMINÁRIO SOBRE ECONOMIA DA PESQUISA AGRÍCOLA, 1., São Paulo, 1975.
25. HAYAMI, Y. & RUTTAN, V.W. Agricultural development: an international perspective. Baltimore, The Johns Hopkins Press, 1971. 367p.
26. KASTER, M. & BONATO, E.R. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento: a pesquisa em soja. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (3):415-434, jul./set. 1980.
27. KIRSTEN, J.T. Elasticidade-renda da demanda de produtos agrícolas: um ensaio econométrico. São Paulo, USP/FEA/IPE, 1977. 57p. (Documento para discussão)
28. MATIELLO, J.B. & CARVALHO, F. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento: o caso do café. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (3):495-505, jul./set. 1980.
29. MELO, F.B.H. de. Agricultura brasileira: incerteza e disponibilidade de tecnologia. São Paulo, USP/FEA/IPE, 1978. 142p. (Tese Livre-Docência).
30. _____. Disponibilidade de alimentos no Brasil e impactos distributivos. São Paulo, USP/FEA/IPE, 1982. (Trabalho para discussão, n.44).
31. _____. Disponibilidade de tecnologia entre produtos da agricultura brasileira. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (20):221-249, abr./jun. 1980.

32. _____. *Technological change and income distribution: the case of a semi-open less developed economy.* In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF AGRICULTURAL ECONOMISTS, 18., Jakarta, 1982 .. 12p.
33. NADIRI, M.I. *Some approaches to the theory and measurement of total factor productivity: a survey.* The Journal of Economic Literature, Menasha, 8 (4):1137-1177, dec. 1970.
34. NELSON, R.R. *The simple economics of basic scientific research.* Journal of Political Economy, Chicago, 67 (3):297-306, jun.1969.
35. PAIVA, R.M. *Modernização e dualismo tecnológico na agricultura.* Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, 1 (2):171-234, dez. 1971.
36. PASTORE, J.; DIAS, G.L. da S.; CASTRO, M.C. de. *Condicionantes da produtividade da pesquisa agrícola no Brasil.* Estudos Econômicos, São Paulo, 6 (3):147-183, 1976.
37. REVISTA DE AGRICULTURA. Piracicaba, USP/ESALQ, 1926-1979.
38. RODRIGUEZ, O. *Citricultura paulista: história, percalços, progressos, pesquisas no IAC.* 1976.
39. SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. CATI. Profeijão: programa de feijão irrigado. Campinas, 1981. 63p. (Documento técnico, 36).
40. SCHULTZ, T.W. *The allocation of resources to research.* In: FI SHEL, W.L. Resource allocation in agricultural research. Minneapolis, University of Minnesota Press, 1971. p.90-120.
41. SAHOTA, G. Fertilizer in Economic Development: an econometric analysis. New York, F.A. Praeger Publishers, 1968.

42. SILVA, G.L.S.P. da. Rumo a uma Política de Pesquisa Agrícola, Journal do Engenheiro Agrônomo, São Paulo, fev. 1977, p.4-6.
43. SILVA, G.L.S.P. da. Evolução e Determinantes da Produtividade Agrícola : o caso da pesquisa e da extensão rural em São Paulo. USP/FEA, São Paulo, 1982 (Tese de Doutorado).
44. SILVA, G.L.S.P. da. Contribuição da Pesquisa e da Extensão Rural para a Produtividade Agrícola: o caso de São Paulo. Estudos Econômicos, São Paulo, 14 (2): 315-353, maio/ago. 1984.
45. SILVA, G.L.S.P. da; FONSECA, M.A.S. da; MARTIN, N.B. Pesquisa e produção agrícola no Brasil. Agricultura em São Paulo, SP, 26 (2):175-252, 1979.
46. _____. Os rumos da pesquisa e o problema da produção de alimentos: algumas evidências no caso de São Paulo. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (1):37-59, jan./mar. 1980.
47. TOMASINI, R.G.A. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento: o caso do trigo. Revista de Economia Rural, Brasília, 18 (3):359-381, jul./set. 1980.
48. VEIGA FÓ., A. de A.; GATTI, E.U.; MELLO, N.T.C. de. O Programa Nacional do Alcool e os impactos na agricultura paulista. São Paulo, Secretaria da Agricultura, IEA, 1980. 37p. (Relatório de Pesquisa, 8/80).

RESUMO

Nosso objetivo neste trabalho foi estudar a evolução da produtividade agrícola em conexão com o progresso tecnológico resultante da pesquisa agrícola. Começamos examinando alguns aspectos teóricos relacionados às medidas de produtividade, e também à natureza econômica da atividade de pesquisa agrícola e da tecnologia dela resultante. Procuramos então, ao nível de culturas específicas, relacionar o comportamento dos respectivos rendimentos ao esforço de pesquisa dirigido a cada uma delas, medido por meio do número de artigos científicos publicados. Comprovamos profundas discrepâncias de rendimento, com ganhos mais expressivos no caso dos produtos exportáveis e, dentre os produtos domésticos, no caso das hortaliças e frutas. Os produtos alimentares básicos apresentaram os piores resultados. Mostramos que o sucesso ou insucesso em conseguir ganhos de rendimento esteve diretamente relacionado ao trabalho de pesquisa com cada produto. Consequentemente, a prescrição que fazemos é a de reforçar a pesquisa sobre produtos alimentares. Acreditamos que tal medida poderá beneficiar os consumidores, especialmente os de baixa renda, mais prejudicados pelo pior desempenho dessas culturas, e também os produtores que a elas se dedicam. Enfim, deve-se procurar um melhor balanceamento do esforço de pesquisa, cabendo ao Governo a atuação catalizadora de todo o processo de modernização desse segmento essencial do setor agrícola, dados os fatores que explicam o padrão de pesquisa observado em São Paulo.

RESEARCH, TECHNOLOGY AND YIELD OF THE MAIN PRODUCTS OF THE SÃO PAULO
STATE'S AGRICULTURE

SUMMARY

Our objective in this paper was to study the evolution of the agricultural yield in connection with the technological progress resulting from agricultural research. We start examining some theoretical aspects related to productivity measures, and also to the economic nature of the agricultural research activity and the resulting technology. Then we tried to relate specific crop yield behaviors to the research effort, measured by the number of published scientific articles, directed to each of them. We proved deep yield discrepancies, with more expressive gains in the case of exportable products and, among the domestic products, in the case of vegetable and fruit. The basic food products showed the worst results. We proved that the success or insuccess in achieve yield gains was directly related to the research work with each product. Consequently, the prescription we do is to reinforce the research on food products. We believe that such a measure could benefit the consumers, specially the low income ones that have been more impaired by the worse behavior of these crops, and also the farmers that grow them. At last it should be searched a better balanced research effort, falling to the Government the catalyser action of the whole modernization process of this essencial segment of the agricultural sector, given the factors that explain the pattern of research observed in São Paulo.

PESQUISA, TECNOLOGIA E RENDIMENTO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS DA AGRICULTURA
PAULISTA

ANEXO

Publicações Científicas em Pesquisa Agrícola

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

De 1925 a 1940 os pesquisadores do Instituto Agrônomico publicaram resultados de suas pesquisas no BOLETIM DA AGRICULTURA (9), editado pela Secretaria da Agricultura, que aparentemente foi o primeiro veículo de divulgação dos trabalhos desenvolvidos naquele Instituto, que durante o mesmo período também publicou uma série denominada BOLETIM TÉCNICO (10). Como meio adicional de divulgação, desde aquela época até o presente os pesquisadores do Agrônomico valeram-se da REVISTA DE AGRICULTURA (37), editada por professores da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz". A partir de 1941 o Instituto Agrônomico passou a editar a revista BRAGANTIA (11), que então se torna o veículo de sua principal produção científica.

Os meios de divulgação de maior importância para os pesquisadores do Instituto Biológico sempre foram suas revistas ARQUIVOS DO INSTITUTO BIOLÓGICO (4) e O BIOLÓGICO (7).

Professores e pesquisadores da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queir6z" no per6odo 1925-1944 di vulgaram seus trabalhos atrav6s do BOLETIM DE AGRICULTURA (9) e da REVISTA DE AGRICULTURA (37), esta 6ltima utilizada at6 o presente. A partir de 1944 passaram a publicar principalmente atrav6s dos ANAIS DA ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUETROZ (3).

Reconhecemos que outros ve6culos coexistiram com os mencionados ao longo do per6odo analisado, mas a produ66o cient6fica mais relevante seguramente est6 contida nas publica66es selecionadas. No per6odo mais recente 6 poss66vel que se tenha perdido alguma informa66o divulgada atrav6s de novas revistas, especializadas em determinados produ tos e disciplinas, e que n6o foram consideradas neste trabalho. Com base em informa66es colhidas junto a pesquisadores n6o acreditamos, todavia, que isso possa comprometer os resultados de nossa investiga66o. O mesmo podemos afirmar com respeito 6 produ66o cient6fica que come6a a emergir das novas escolas de agronomia criadas em Botucatu e Jaboticabal, vinculadas 6 Universidade Estadual Paulista "J6lio de Mesquita Filho", tamb6m mantida pelo Governo do Estado.

As informa66es extra6idas do conjunto de publica66es aqui descrito foram anteriormente utilizadas por SILVA; FONSECA; MARTIN (46). Procedemos 6 sua revis6o no pe r6odo 1927-1977 e completamos os dados de modo a cobrir o per6odo 1925-1979.

**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA**

Comissão Editorial:

Coordenador: Celuta Moreira Cesar Machado

Membros: Antonio Ambrósio Amaro

Arthur Antonio Ghilardi

Flavio Condé de Carvalho

José Luis Teixeira Marques Vieira

Maria Carlota Meloni Vicente

Bibliografia: Fátima Maria Martins Saldanha Faria

Centro Estadual de Agricultura
Av. Miguel Estéfano, 3900
04301 - São Paulo - SP

Caixa Postal, 8114
01000 - São Paulo - SP
Telefone: 276-9266



Relatório de Pesquisa
Nº 12/86

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Coordenadoria Sócio-Econômica

Instituto de Economia Agrícola