



**O USO DA FUNÇÃO LOGÍSTICA E A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DAS
CULTURAS DO ARROZ, BANANA, FEIJÃO E TOMATE**

Zuleima A.P.S. Santos

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

Instituto de Economia Agrícola



**O USO DA FUNÇÃO LOGÍSTICA E A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DAS CULTURAS DO
ARROZ, BANANA, FEIJÃO E TOMATE**

Zuleima A. P. S. Santos

ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - MODELO DE ADOÇÃO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS.....	2
3 - EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DAS CULTURAS ESTUDADAS.....	6
3.1 - Arroz.....	6
3.2 - Banana.....	15
3.3 - Feijão.....	22
3.4 - Tomate.....	28
4 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	36
5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
LITERATURA CITADA.....	39

O USO DA FUNÇÃO LOGÍSTICA E A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DAS CULTURAS DO ARROZ, BANANA, FEIJÃO E TOMATE

Zuleima Alleoni P. S. Santos

1 - INTRODUÇÃO

Tradicionalmente a função logística tem sido utilizada para estudar o processo de adoção tecnológica.

ROGERS (20), citado por SANTOS (24), assinala que desde 1903 sociólogos como Tarde e Chaplin, em 1928, mencionavam que a proporção de adotantes de uma inovação segue uma distribuição ao longo do tempo, em forma de "S".

Anos depois, GRILICHES (11), em 1957, estudando o processo de adoção de milho híbrido nos Estados Unidos, ao examinar as proporções da área total com milho plantadas com sementes híbridas, observou que os dados estudados mostravam-se nitidamente em forma de "S". Observou também que, quando do seu início, o processo de adoção ocorria vagarosamente, após o que passava a crescer exponencialmente e, à medida que diminuíam as áreas plantadas com variedades não híbridas, a velocidade de crescimento da taxa de adoção tornava-se bastante reduzida. Para representar tal comportamento dos dados, GRILICHES (11) escolheu a função logística por esta possuir parâmetros mais facilmente interpretáveis dentro de um contexto sócio-econômico.

Na agricultura, a adoção de novas práticas resulta de uma série de decisões individuais, tomadas de forma relativamente independente por um grande número de agricultores (25). Ou seja, as mudanças tecnológicas ocorridas no setor provêm de múltiplas inovações introduzidas pelos agricultores e que podem resultar da própria capacidade inventiva destes, como também da contribuição dada pelas instituições de pesquisa através da contínua geração de novos conhecimentos.

No presente estudo, pretende-se analisar o processo de geração e adoção de inovações tecnológicas específicas as quatro culturas assinaladas, ou seja, arroz, banana, feijão e tomate, procurando mostrar a evolução tecnológica apresentada por essas culturas nos últimos anos.

Portanto, a modernização da agricultura paulista será aqui baseada nas indicações da adoção tecnológica para os referidos produtos.

Neste trabalho, uma distinção importante a ser feita diz respeito ao procedimento utilizado que pretende estimar curvas logísticas com base em da

dos de rendimento das culturas (¹).

Nesse sentido, na mesma linha, VERA (25), entende que o processo de mudança tecnológica gera uma nova fonte de variações no rendimento, condicionando sua taxa de crescimento no tempo.

Como já assinalado, entende-se, também, que as inovações consideradas para fins de análise estão relacionadas a vários aspectos da produção. Quanto à natureza dessas inovações, sabe-se que, em geral, resultam de melhoramentos biológicos de variedades, de melhorias nas práticas culturais e do controle de pragas e doenças, entre outras (²).

2 - O MODELO DE ADOÇÃO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS (³)

Mais especificamente, o modelo desenvolvido neste estudo pressupõe que, na agricultura, o processo de adoção tecnológica possa ser representado adequadamente por uma função logística definida por:

$$P_t = \frac{k}{1 + e^{-(a+bt)}}$$

onde a variável dependente P representa a proporção total cultivada sob nova tecnologia, no tempo t (⁴). O limite de P_t, para t tendendo ao infinito, é dado por k, assíntota superior da função, de valor igual ou inferior à unidade, que representa o nível de equilíbrio no longo prazo. O parâmetro b, coeficiente da taxa de adoção, está relacionado com a taxa de crescimento da variável P_t. A constante a é um parâmetro que posiciona a curva logística no sentido horizontal. A representação gráfica da curva logística é mostrada na figura 1.

A função logística está sendo utilizada neste estudo como uma maneira de se resumir o comportamento dos dados de adoção de tecnologia nas dife

(¹) Discussão mais detalhada sobre o uso da variável rendimento pode ser encontrada em SANTOS (24).

(²) A preocupação em não privilegiar uma inovação isolada liga-se à idéia de que aumentos de rendimentos referem-se não somente à adoção de uma particular inovação, mas de um conjunto de novas práticas ou técnicas.

(³) O presente capítulo baseia-se em SANTOS (24).

(⁴) Note que P_t representa a porcentagem da área total cultivada sob nova tecnologia e t não a proporção de agricultores adotantes da nova tecnologia. Em geral, pode-se esperar que as duas variáveis caminhem juntas, mas não a uma mesma taxa, dadas as diferenças na escala de produção existentes em cada cultura.

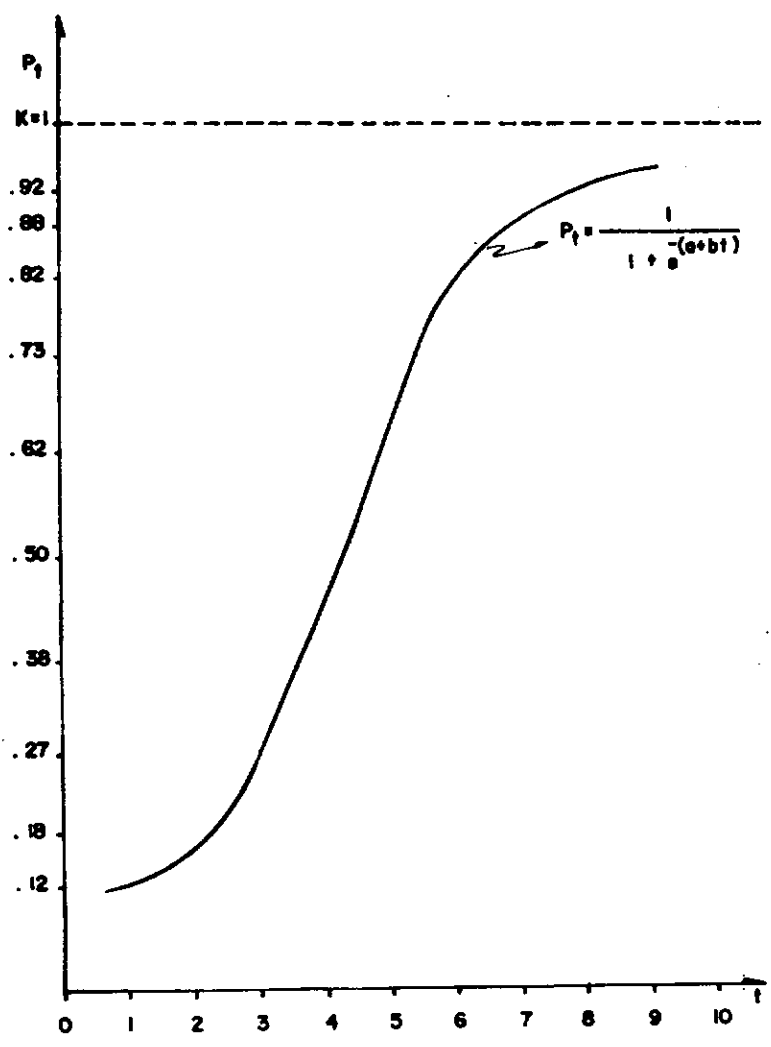


FIGURA 1. - Representação Gráfica da Função Logística.

rentes culturas. Griliches mostra que o parâmetro de posição a , que situa a curva logística no eixo horizontal do tempo está relacionado com as condições de oferta dos produtores de inovações. Variáveis como o mercado potencial de adotantes de novas tecnologias e o risco estariam correlacionados com a . Quanto maior o mercado potencial e menor o risco, maior o incentivo e, portanto, mais cedo a nova tecnologia estaria disponível no mercado, pronta para ser utilizada pelos agricultores. Com relação ao parâmetro b , coeficiente da taxa de adoção, Griliches mostra que o mesmo está associado às condições de lucratividade da técnica nova vis-à-vis à técnica antiga, ou seja, b está associado às condições do lado da demanda da nova tecnologia. O parâmetro k , taxa de adoção de equilíbrio, dependeria também das condições da demanda. Mais propriamente, este parâmetro estaria correlacionado com a distribuição da lucratividade entre os vários adotantes. Quanto menor a variância da lucratividade da nova técnica em relação à técnica antiga, mais alto deveria ser o k . Portanto, a curva logística, resumindo o comportamento do processo de adoção tecnológica para as várias culturas, mostra as diferenças nos padrões desse processo entre essas culturas através de diferenças nos coeficientes estimados, isto é, através de diferenças em k , a e b .

Supondo que nem todos os indivíduos reagem com a mesma intensidade e natureza diante de uma inovação, é lógico esperar-se que a adoção ocorra em instantes de tempo diferentes. Conseqüentemente, os rendimentos observados não irão mudar abruptamente do nível tecnológico pré-existente para aquele associado à nova tecnologia, crescendo em relação direta à taxa de adoção. Assim, dada a existência de dois níveis tecnológicos distintos, um deles referindo-se à tecnologia de baixo rendimento e um outro referindo-se à tecnologia de alto rendimento ⁽⁵⁾, pode-se definir o rendimento para cada produto num período de tempo t , pela seguinte média ponderada:

$$Y_t = P_t Y_a + (1 - P_t) Y_b = Y_b + (Y_a - Y_b) P_t$$

onde y representa o rendimento no período t ; P_t representa a proporção da área total cultivada sob nova tecnologia (ou cultivada sob tecnologia de alto ren

(5) Na realidade, no período estudado não se pode dicotomizar a tecnologia de produção a dois níveis apenas, um dito "moderno" e outro "antigo". Existiram na realidade diversas formas distintas de "como produzir" ao longo do tempo, que coexistiram simultaneamente. A hipótese simplificadora acima diz respeito ao conjunto de técnicas de produção existente no início do período estudado, a "tecnologia antiga" e o conjunto de técnicas disponíveis no final do período, a "tecnologia moderna".

dimento) no período t ; Y_a é a produção por área associada à tecnologia de alto rendimento; Y_b é a produção por área associada à tecnologia de baixo rendimento.

Por outro lado, assumindo-se também que o processo de adoção tecnológica obedece ao padrão logístico do tipo

$$P_t = \frac{k}{1 + e^{-(a+bt)}}, \text{ segue então que:}$$

$$Y_t = Y_b + (Y_a - Y_b) P_t$$

$$Y_t = Y_b + (Y_a - Y_b) \frac{k}{1 + e^{-(a + bt)}}$$

$$(Y_t - Y_b) = (Y_a - Y_b) \frac{k}{1 + e^{-(a + bt)}}$$

$$\frac{(Y_t - Y_b)}{(Y_a - Y_b)} = \frac{k}{1 + e^{-(a + bt)}}$$

Em outras palavras, as curvas obtidas para P_t e Y_t são semelhantes, apenas mudando a escala de valores definidos entre 0 e 1 para P_t ⁽⁶⁾. As estimativas dos valores de a , b e k resultam da aplicação do método de Gauss-Newton ⁽⁷⁾, sobre médias móveis dos dados originais de rendimento apresentado pelas culturas do arroz, banana, feijão e tomate (período 1948-78), no Estado de São Paulo. A utilização de médias móveis teve como objetivo a obtenção da tendência da produtividade de longo prazo, eliminando-se as flutuações devidas às causas aleatórias.

⁽⁶⁾ À primeira vista, o uso desta "proxy" para a proporção da área total plantada sob nova tecnologia pode configurar um raciocínio circular. O rendimento cresce porque a proporção cresce, mas como a "proxy" da proporção é a própria variável rendimento na escala 0 a 1, o crescimento desta se deve ao aumento do rendimento. Assim, o raciocínio pode parecer circular. Não o é simplesmente pelo fato que, caso fossem disponíveis as informações da área plantada com a nova tecnologia, elas estariam bastante correlacionadas com a "proxy" adotada. Assim, existe uma relação de causalidade bem definida, ou seja, a mudança no P_t ou em sua "proxy" implica alterações no nível de rendimento.

⁽⁷⁾ Maiores detalhes a respeito do método Gauss-Newton, ver SANTOS (24). Quanto à utilização do referido método, ver VERA FQ (25).

Aspecto importante refere-se ao fato de que não se trata apenas da adoção de uma determinada inovação tecnológica ou de um conjunto de inovações tecnológicas, mas sim de diferentes conjuntos de inovações introduzidas em diferentes momentos de tempo que se sobrepõe em maior ou menor grau de intensidade. Em outras palavras, dada a proporção máxima da área plantada sob um determinado conjunto de tecnologias e a velocidade de crescimento dessa proporção, o rendimento máximo possível de ser alcançado seria atingido num determinado número de ano. Mas, a introdução de outro conjunto de inovações tecnológicas com seus valores de k e de b , irá elevar novamente o rendimento a outro nível máximo.

A curva de rendimento de uma cultura mostra, portanto, pontos de diferentes curvas de rendimento características de cada um dos vários conjuntos de técnicas. Assim, a "proxy" da proporção da área plantada sob nova tecnologia reflete essa característica peculiar da curva de rendimento.

3 - EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DAS CULTURAS ESTUDADAS

3.1 - Arroz

Até o começo do século, o arroz era importado do Oriente, acreditando-se que, entre 1550 e 1557, tenha sido introduzido no Estado de São Paulo, na região de São Vicente.

De início começou a se expandir na forma de cultura intercalar nas linhas dos cafeeiros em produção e aos poucos foi se tornando uma cultura isolada.

Seu cultivo se espalhou por todo o Estado com certas áreas de concentração, sendo que atualmente, na maior parte, é cultivado sob a forma de sequeiro, com exceção da DIRA do Vale do Paraíba, onde se dá sob a forma irrigada. O arroz de várzea se apresenta em todas as regiões, mas sempre em pequena porcentagem.

Segundo SOUZA (23), a grande proporção do arroz de sequeiro no Estado de São Paulo é responsável pelo primarismo da cultura, somando-se a outros fatores nem sempre compreendidos pelo agricultor em relação à cultura, como por exemplo: a inexistência de preparo conveniente do solo, no que a cultura do arroz é muito exigente; o uso restrito de sementes melhoradas; a incidência cada vez maior de pragas e doenças e o uso inadequado de fertilizantes, agravado pela sua aplicação incorreta, já que a adubação do arroz é operação bastante delicada.

O problema maior do cultivo do arroz de sequeiro é a sua dependência ao clima. As chuvas têm papel importantíssimo no período vegetativo e em

especial no período de floração e "emborrachamento" (8).

Sobre a natureza do arroz de sequeiro, SOUZA (23) também acrescenta: "A planta do arroz é eminentemente hidrófila. Por isso, na maior parte onde é plantada, ou é sob condições de irrigação ou de muita umidade. Porém, devido às condições peculiares ao clima de São Paulo (distribuição pluviométrica regular durante período de crescimento da planta), a cultura de sequeiro instalou-se. No princípio, para ajudá-la, havia terras frescas, férteis e húmusas. As produções obtidas, sem nada de excepcional, contudo eram boas e econômicas sob o regime em que eram plantadas. Depois, com o tempo, com o esgotamento do solo, da fertilidade e do húmus principalmente, e com as irregularidades das chuvas provocadas - quem sabe - pelo desmatamento irrefletido e indiscriminado, as condições ambientais mudaram, e a cultura de sequeiro começou a declinar. Hoje, ela é um estrangulamento à perfeição e ao desenvolvimento da cultura".

Apesar dessa série de fatores concorrer para o não estabelecimento de uma orizicultura evoluída, fica a suspeita de que o problema não está de todo delineado. Ou seja, é necessário examinar mais cuidadosamente aspectos ligados à evolução tecnológica da cultura no Estado de São Paulo.

Conforme ANTUNIASI (2), na agricultura paulista, o arroz tornou-se um produto secundário dentro da propriedade agrícola, ao qual não se destina parcela significativa do capital e da área disponível. Nas grandes propriedades, seu cultivo ao encargo do arrendatário, do colono e principalmente do parceiro, provavelmente cultivado pela mão-de-obra familiar, podendo-se inferir desse quadro que a cultura do arroz tenderá a manter-se estacionária.

Também, segundo a autora, é preciso lembrar que a introdução de inovações na cultura do arroz de sequeiro apresenta resultados limitados quanto à produtividade, isto é, o aumento da produtividade em relação ao custo dessas inovações, principalmente utilização de insumos, não se revela compensador.

Portanto, o produto se enquadraria entre aqueles cuja produtividade não incentiva sua tecnificação, ou seja, a diferença de produtividade entre uma lavoura mecanizada e adubada e outra "tradicional" é pequena (9).

Nesse ponto, analisando o desempenho da rizicultura nos últimos anos, notadamente quanto à evolução do rendimento, chama a atenção a baixa produtividade da mesma, agindo provavelmente como fator de desestímulo à adoção de

(8) A necessidade de água no período de mais ou menos dez dias que antecedem o florescimento é a mais crítica para a produção de grãos e a falta desta, nesse período, causa grande proporção de esterilidade dos grãos, reduzindo drasticamente a produção final (4).

(9) Algumas inovações, como a adoção de sementes melhoradas, têm sido incorporadas pelos agricultores, mesmo num sistema tradicional de cultivo.

novas tecnologias.

Da observação dos quadros 1 e 2, verifica-se que a área cultivada cresce nos anos 50 e 60, expandindo-se mais intensamente a uma taxa de 3,42% a.a., nesses últimos. A partir de então, a área plantada com o produto decresce sensivelmente a uma taxa de 6,86% a.a., passando a ocupar 312,3 mil hectares em 1978/80, o que corresponde a cerca de 32% da área máxima alcançada em 1963/65.

Quanto ao rendimento, a tendência declinante do mesmo em todos os subperíodos analisados deixa claro não somente a existência de séria restrição ao atendimento de uma demanda sempre crescente, mas também de um caráter tecnológico importante.

Nesse sentido, chama a atenção a intensidade da pesquisa agrônômica voltada para o arroz, que se mostra pequena se comparada àquela dirigida a outros produtos (22). Aparentemente, também a pequena proporção de trabalhos relativos à área de genética e melhoramento (quadro 3) serviria para reforçar a opinião de alguns autores de que as pesquisas em rizicultura têm sido incapazes de criarem novas variedades mais produtivas e resistentes à seca, diminuindo os riscos decorrentes da ocorrência cíclica dos períodos de estiagem nas fases críticas de crescimento da cultura (10).

A despeito desse argumento, sabe-se que tem sido lançadas periodicamente novas variedades mais produtivas ou de características agrônômicas mais vantajosas, colocadas à disposição do agricultor ao longo desses anos.

Num breve retrospecto, verifica-se que o início efetivo dos trabalhos de melhoramento realizados pelo Instituto Agrônômico de Campinas (IAC) data de 1937, embora em épocas anteriores o IAC já se ocupasse de problemas referentes à cultura (11).

Anos depois, era lançada a variedade "Pérola" (em 1942), de elevado valor comercial, de notável resistência à seca e de grande produtividade (25% superior à produção da Jaguari), em culturas de sequeiro (9).

Posteriormente, após ampla experimentação, novas variedades foram liberadas aos agricultores, como o IAC-1, IAC-3, IAC-4, IAC-5, IAC-7, IAC-8 e IAC-9. O IAC-1246, lançado em 1965, apresentou, segundo resultados de numerosos ensaios, produtividade superior em mais de 25% à da variedade Pratão da qual deriva e que era anteriormente a mais cultivada. A variedade IAC-1246 pos

(10) Variedades mais produtivas, devido aos maiores requisitos hídricos, se não forem também resistentes à seca, podem apresentar quedas de rendimento mais elevadas, comparativamente às variedades comuns (13).

(11) Parte das informações que se seguem sobre o programa de melhoramento do arroz desenvolvido no IAC, baseiam-se em GERMEK & BANZATTO (9).

QUADRO 1. - Comportamento da Área e Rendimento da Cultura de Arroz, Estado de São Paulo, Média Móvel Trienal, 1948/50 - 1978/80

Ano	Área (1.000ha)	Rendimento (kg/ha)
1948/50	528,9	1.405,3
1951/53	471,9	1.310,7
1954/56	572,7	986,0
1957/59	534,0	1.074,7
1960/62	571,1	1.195,0
1963/65	978,0	906,3
1966/68	778,4	913,0
1969/71	655,8	851,7
1972/74	495,6	1.228,3
1975/77	497,0	1.193,3
1978/80	312,3	1.049,3

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

QUADRO 2. - Taxas Anuais de Crescimento da Área e Rendimento da Cultura do Arroz, Estado de São Paulo, Períodos Diversos, 1948-80

Item	1948-80	1950-59	1960-69	1970-79
Área (ha)	-0,45	1,22	3,42	-6,86
Rendimento (kg/ha)	-0,74	-3,97	-3,37	0,52

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

QUADRO 3. - Número de Artigos Técnicos Publicados sobre Pesquisa Agrícola para a Cultura do Arroz, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1927-31 a 1977-81

Natureza da pesquisa	1927-31	1932-36	1937-41	1942-46	1947-51	1952-56	1957-61	1962-66	1967-71	1972-76	1977-81	Total
Nutrição e adubação	0	0	0	0	1	1	1	5	5	2	0	15
Solos	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Pragas e doenças	0	0	0	1	5	2	1	4	3	12	3	31
Pesq. biol. básicas	0	0	1	0	1	0	0	3	2	3	1	11
Genética e melhoramento	0	0	1	1	0	0	0	2	0	2	0	6
Práticas culturais	1	0	3	1	1	1	4	3	5	2	0	21
Clima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irrigação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mecanização agrícola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1	0	6	3	8	4	7	17	15	21	4	86

Fonte: MARTIN, N.B. et alii (s.d.).

suía também característica de alta resistência às condições adversas, alcançando cerca de 60% da área de cultura de sequeiro no Estado, no ano de 1972 (12).

Para as culturas irrigadas, foram colocadas à disposição dos orizicultores as variedades IAC-120 e IAC-435, também lançadas em 1965.

Durante a década de 70, em prosseguimento aos trabalhos de seleção, foram lançadas as variedades IAC-47 e IAC-25, para cultivo de sequeiro.

No início dos anos 80, foram lançadas comercialmente as variedades IAC-164 e IAC-165 (Dourado Precoce X IAC-1246), ambas bastante produtivas e de ampla adaptação a todos os tipos de solo e também adaptadas tanto à colheita manual quanto à mecânica.

Mais recentemente, o cultivar IAC-1278, proveniente da Colômbia e trazido em 1976 para o IAC, foi indicado para o plantio em regiões de várzeas de todo o Estado de São Paulo.

Não obstante o lançamento de novas variedades, fica difícil detectar um elo de ligação bem definido entre um possível processo de adoção destas e a evolução do rendimento (período 1948-80), visto que não se constata durante esses anos, reversão da tendência declinante do mesmo. Na realidade, as causas prováveis da baixa produtividade, desestimulando a maior tecnificação da cultura, são de natureza diversa.

É opinião generalizada de que a cultura sofreu um intenso processo de substituição, explicado tanto pela concorrência regional da rizicultura extensiva e itinerante de algumas regiões de Mato Grosso, Goiás, Maranhão, entre outras, como pela moderna rizicultura gaúcha (2). Infere-se, assim, que para o orizicultor paulista não haveria vantagem em modernizar a sua lavoura, preferindo alocar recursos em atividades mais rentáveis.

Evidentemente, na tomada de decisão do agricultor está presente o elemento de incerteza representado pelo risco da cultura do arroz em condições de sequeiro, comprometendo a sua produtividade frente às variações do clima.

Assim, a ocorrência de condições climáticas adversas em maior ou menor frequência afetaria, em parte, o rendimento da cultura, às quais a mesma é bastante sensível.

Entretanto, a existência de limitação tecnológica, como já assinalado, ou seja, a criação de variedades produtivas e menos sensíveis às intempéries, parece ser o ponto principal da questão.

(12) A variedade IAC-1246, considerada mais produtiva que as demais cultivadas na época de seu lançamento (1965), conseguiu, aparentemente, elevar o rendimento da cultura, porém, não tão intensamente que se mantivesse nos anos subsequentes.

A despeito do esforço da pesquisa agrônômica na obtenção de variedades adaptadas ao cultivo de sequeiro, as evidências levam a crer que os resultados alcançados não são tão eficazes no sentido de criar variedades que assegurem produtividade elevada e principalmente mais estável (22).

A ausência de zoneamento ecológico para o arroz, fornecendo os elementos necessários quanto à duração e frequência dos períodos de estiagem ("veranicos") (13), nas diferentes regiões do Estado, também dificulta a experimentação regional de adaptação de novas variedades.

Por sua vez, os baixos índices de produtividade, permanecendo estáacionários, poderiam levar à conclusão de que a cultura do arroz manteve-se à parte do desenvolvimento alcançado pela agricultura paulista nas últimas décadas.

Na realidade, não são a substituição de variedades constituiu, de certa forma, um indicador de que os agricultores estavam interessados e atentos às inovações tecnológicas disponíveis, como também outros indicadores, como a intensificação do uso de fertilizantes e maquinaria, mostram que a lavoura arrozeira avançou um pouco mais no processo de modernização da agricultura em São Paulo.

Com relação ao uso de fertilizantes, acredita-se que numa utilização maior e mais adequada não se concorre para a elevação da produtividade, mas depende também de outros fatores, como (2):

- a) introdução de variedades que absorvam com maior eficiência os elementos nutritivos;
- b) grau de fertilidade dos solos;
- c) relação entre o preço do fertilizante e do produto.

No Estado de São Paulo, a proporção da área adubada aumenta na década de 70, elevando-se de 30% em 1971 para 61% em 1980 (quadro 4). Quanto à relação do preço do fertilizante - preço do produto, sabe-se que esta mostra-se mais favorável ao maior uso do mesmo no período 1964-73 (figura 2).

No que se refere ao emprego de maquinaria, conforme ANTUNIASI (2), em geral, a lavoura do arroz tende a ser mais mecanizada do que adubada, estando a mecanização associada ao destino da produção (venda ou auto-consumo), utilizando-se também da maquinaria existente na propriedade para o produto principal.

De fato, verifica-se que nas operações de cultivo (aração e plantio) e também na colheita com equipamento, o emprego de máquinas e implementos au

(13) Períodos secos na época úmida do ano, ocorrendo frequentemente entre janeiro e fevereiro, quando a cultura está, na maioria das regiões, em fase de florescimento (4).

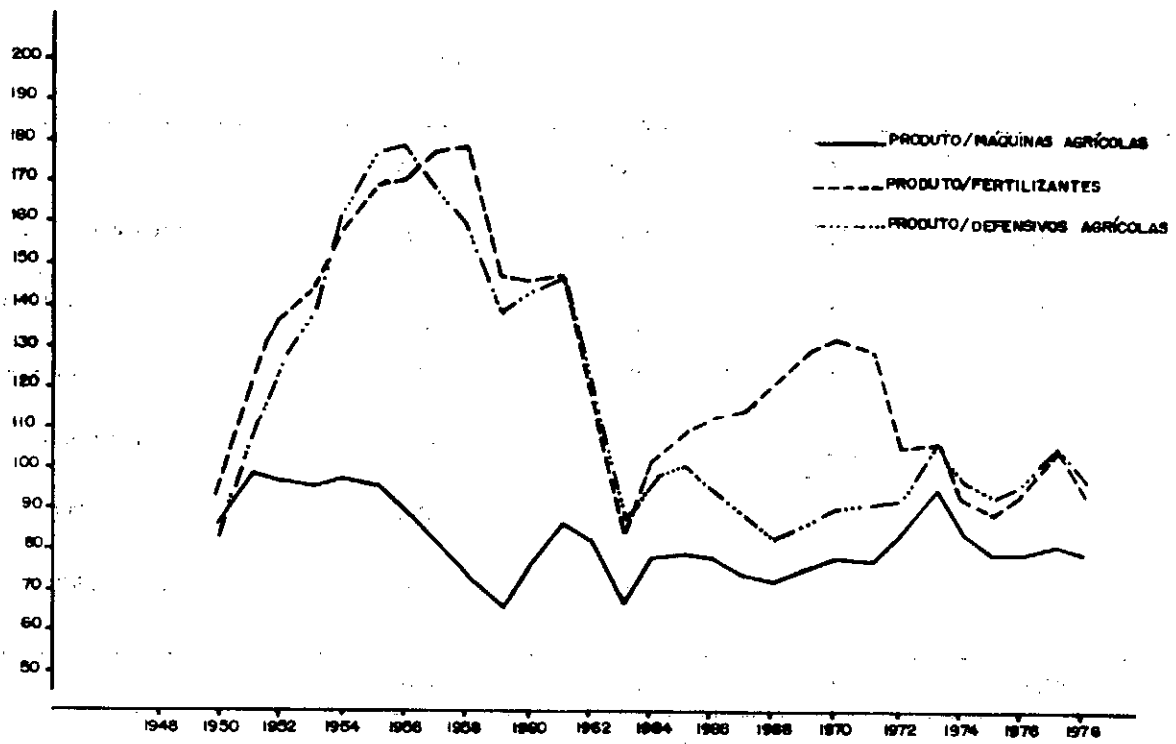


FIGURA 2. - Preços Relativos Arroz/Fertilizantes, Arroz/Máquinas Agrícolas, Arroz/Defensivos-Agrícolas, Estado de São Paulo, Média Móvel 1948/78.

QUADRO 4. - Medição da Técnica Empregada na Cultura do Arroz no Estado de São Paulo, 1971-80
(em porcentagem)

Técnica	1971	1972	1975	1976	1980
Aração com animal	27,5	25,5	13,2	-	11,7
Aração com trator	72,5	74,5	86,8	-	88,3
Plantio com equipamento	54,1	53,1	64,2	-	72,1
Capina com animal	40,4	40,0	36,9	-	33,1
Capina com trator	6	6,5	13,1	-	21,9
Colheita com equipamento	18,5	23,0	34,4	37,6	43,1
Adubação	30	37	49	52	61

Fonte: Levantamento de Previsão e Estimativas de Safras Agrícolas no Estado de São Paulo, IEA/SAA.

mentou na última década, ao mesmo tempo que a relação preço do arroz - preço de máquinas mostra-se favorável à maior adoção da prática no período 1964-74 e nos anos finais da década de 70 (figura 2).

Finalmente, no que se refere ao uso de defensivos agrícolas, não existem dados específicos relativos à cultura do arroz. Assim, a relação do preço do produto-preço de defensivos agrícolas indica que a utilização do insumo se tornou interessante para o rizicultor apenas na primeira parte dos anos 70 (figura 2).

3.2 - Banana

A bananeira talvez seja uma das poucas lavouras exploradas em quase todos os municípios brasileiros, em regiões de altitudes diversas, tanto em áreas com condições ecológicas favoráveis como também desfavoráveis.

Apesar disto, sua importância econômica é relativamente recente e as áreas de plantio comercial são restritas a certas regiões do sudeste brasileiro (3).

No caso da banana, a posição do País como exportador vem dependendo exclusivamente da produção situada no litoral paulista. Por sua vez, a presença da bananicultura no litoral de São Paulo se deveu mais à existência de um porto favorecendo o mercado de exportação do que a uma condição ecológica apropriada (6).

No Estado de São Paulo, os métodos de condução dos bananais mostram algumas modificações importantes no seu aspecto tecnológico, como, por exemplo, a implantação de cultivos intensivos iniciada na década de 60, deixando de ser tida como uma cultura simplesmente extrativa, de caráter nômade (16).

Além disso, os bananicultores passaram a se preocupar mais com a qualidade das frutas, principalmente a aparência, pressionados por exigências do mercado de frutas frescas, tornando imprescindível uma melhor condução técnica das lavouras:

Por outro lado, muitas das alterações no nível tecnológico de produção resultaram da introdução de informações obtidas de outros países e de estudos realizados em nossas condições, também nos anos 60, possibilitando o estabelecimento de conceitos básicos no que concerne à época de plantio, solo, clima, cultivares, fertilização, espaçamento e demais fatores que influenciam o processo produtivo (16).

Anteriormente, ou seja, por volta de 1950, o IAC já havia iniciado trabalhos experimentais sobre adubação verde e emprego de calagem, objetivan

do fornecer orientação aos produtores na condução da cultura, através de adu
bação e métodos de cultivo compatível com as exigências da planta (17).

Tomando como referência o período de 1927-77, no que se refere às
pesquisas realizadas com a banana no Estado de São Paulo, verifica-se que es
tas são recentes, mostrando-se em maior número a partir do qüinqüênio 1967-71,
destacando-se as pesquisas sobre pragas e doenças, práticas culturais e pesqui
sas biológicas básicas (quadro 5).

Conquanto para alguns a pesquisa bananícola realizada no País mos
trou-se ausente por longo período, não pode passar despercebido que, dentre os
produtos domésticos, a pesquisa agrícola relativa ao produto também proporcio
nou resultados significativos, notadamente quanto ao aumento da produtividade.
Para se ter uma idéia mais precisa da evolução do rendimento, os dados do qua
dro 6 mostram que este eleva-se de 7.895,7kg/ha, em 1948/50, para 12.582,3kg/
ha em 1963/65 e para 18.495,7kg/ha em 1979/80.

Por sua vez, o exame das taxas de crescimento põe em destaque al
guns aspectos interessantes. Primeiramente, se identifica clara tendência de
crescimento do rendimento para o total do período analisado, ou seja, 4,35%
a.a. em 1948-80, enquanto a área cultivada com o produto decresce a uma taxa
de 2,40% a.a. (quadro 7). Provavelmente, esta última diz respeito à diminui
ção da área com bananais comerciais, principalmente aquelas que por condições
de preço do produto se tornaram antieconômicas, notadamente as plantações si
tuadas em regiões montanhosas (6).

Nos demais subperíodos, verifica-se que a área e rendimento apresen
tam comportamentos diversos, principalmente nas décadas de 50 e 60; assim, en
quanto a área com o produto cresce a uma taxa de 6,09% a.a. em 1950-59, o ren
dimento decresce a uma taxa de 3,44% a.a. (quadro 7). A tendência decrescente
da produtividade no período assinalado pode ser conseqüência do "Mal de Siga
toka" (14) e da não utilização de técnicas culturais adequadas.

O "Mal de Sigatoka" (causado pelo fungo Mycosphaerella muscolaleach),
também conhecido por cercosporiose ou "Mal das Folhas", é uma doença
bastante séria, cujo método de controle é feito com pulverização de óleo mine
ral associado a um fungicida sistêmico. Porém, o êxito desse método depende
de boa programação das aplicações, de mão-de-obra especializada e de equipa
mentos, elevando bastante os custos de produção.

Também a aplicação do referido método passou a exigir uma mudança ra
dical na atitude do lavrador em relação ao trato cultural da banana, pela ne
cessidade de se fazer pulverizações sistemáticas e periódicas. Além disso, o

(14) O "Mal de Sigatoka" apareceu no litoral paulista em 1952.

QUADRO 5. - Número de Artigos Técnicos Publicados sobre Pesquisa Agrícola para a Cultura da Banana, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1927-31 a 1977-81

Natureza da pesquisa	1927-31	1932-36	1937-41	1942-46	1947-51	1952-56	1957-61	1962-66	1967-71	1972-76	1977-81	Total
Nutrição e adubação	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Solos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Pragas e doenças	1	1	3	0	0	5	3	0	4	1	1	13
Pesq. biol. básicas	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	5
Genética e melhoramento	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Práticas culturais	0	0	0	0	1	0	0	2	3	3	0	9
Clima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irrigação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mecanização agrícola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1	3	3	0	1	5	3	5	8	7	2	38

Fonte: MARTIN, N.B. et alii (s.d.).

QUADRO 6. - Comportamento da Área e Rendimento da Cultura da Banana, Estado de São Paulo, Média Móvel Trienal 1948/50 - 1978/80

Ano	Ano	Área (1.000ha)	Rendimento (kg/ha)
1948/50	1948/50	43,3	7.895,7
1951/53	1951/53	51,7	6.875,3
1954/56	1954/56	75,1	5.489,0
1957/59	1957/59	77,2	5.691,7
1960/62	1960/62	49,2	9.526,0
1963/65	1963/65	39,4	12.582,3
1966/68	1966/68	36,9	15.114,0
1969/71	1969/71	26,7	16.871,0
1972/74	1972/74	31,0	16.578,0
1975/77	1975/77	37,1	16.028,3
1978/80	1978/80	39,4	18.495,7

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).
 Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

QUADRO 7. - Taxas Anuais de Crescimento da Área e Rendimento da Cultura da Banana, Estado de São Paulo, Períodos Diversos, 1948-80

Item	1948-80	1950-59	1960-69	1970-79
Área (ha)	-2,40	-6,09	-5,43	4,87
Rendimento (kg/ha)	4,35	-3,44	6,25	0,79

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).
 Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

fato de que nem todo agricultor tinha condições econômicas ou técnicas para fazê-lo corretamente acabou sendo um dos fatores que afetaram negativamente o rendimento dos bananais em produção (6).

Na década de 60, o rendimento voltou a apresentar crescimento acelerado, de 6,25% a.a., bastante significativo, considerando a queda observada no período anterior. Em contraposição, a área cultivada com o produto decresceu também acentuadamente, 5,23% a.a. (quadro 7).

Tal retração de área provavelmente está ligada ao abandono das áreas de topografia acidentada (15) que, do ponto de vista do uso do solo, não são apropriadas ao cultivo da bananeira. Em outras palavras, passou-se a exigir maior produtividade das zonas ecologicamente mais favoráveis.

Um dos motivos dessa mudança foi a própria incidência do "Mal de Sigatoka", agindo como elemento de evolução técnica, cujo controle, ao acarretar custos elevados, só seria viável se houvesse maior produtividade das bananeiras em produção.

Num enfoque mais amplo, outro aspecto envolvido diz respeito à própria evolução do bananicultor, que lentamente foi deixando o estágio de nomadismo ou extrativismo, fixando suas lavouras nas áreas com maior potencial de racionalização.

Quanto ao crescimento do rendimento, este retrata a introdução de inovações tecnológicas significativas e específicas à cultura, naquele período. Merecem destaque os resultados alcançados pelo IAC com a seleção da cultivar nanicao-açu, originário do litoral paulista, apresentando qualidades excelentes quanto ao aspecto externo e palatabilidade (16).

Embora a implantação do nanicao em substituição ao nanica tenha se iniciado no princípio dos anos 50, somente a partir de 1960 é que se registrou programa efetivo de substituição de variedade, visando a produção de bananas mais longas e melhor conformadas, segundo as exigências vigentes do mercado internacional.

Se, por um lado, a mudança de cultivar vinha de encontro à melhor qualidade da fruta exigida para sua comercialização, por outro lado, o uso das embalagens em caixas de papelão, preservando melhor as pencas, concorreu sobremaneira para a mais rápida adoção do cultivar. Como consequência dessa expansão, a banana passou a ser cultivada também em terras de baixada, contribuindo muito provavelmente para o aumento do rendimento.

A década de 70 caracteriza-se pelo abandono das plantações de monta

(15) Levantamento aerofotogeométrico, realizado em 1962, mostra que 50% das bananeiras do litoral paulista situava-se em solos de topografia acidentada (6).

nha, pelo adensamento do número de pés por hectare com o abandono de cultivos marginais e pela restrição à fundação de novas lavouras (6).

Na área de genética e melhoramento, estudos realizados pela PESAGRO (Rio de Janeiro) com cultivares de bananeira do grupo Prata (Mysore, Prata e Branca de Santa Catarina, Padath e Branca), verificaram que a variedade Mysore é sensivelmente mais resistente ao "Mal de Sigatoka", comparativamente ao cultivar Branca, além de produzir cachos com maior peso e de possuir sistema radicular mais forte, proporcionando à planta melhor sustentação e defesa contra adversidades climáticas (7).

Com respeito ao maior uso de insumos modernos (corretivos do solo, fertilizantes e defensivos agrícolas) e de maquinaria agrícola, há carência de dados específicos à cultura.

No que se refere ao emprego de fertilizantes, levantamento realizado pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) em 1973, no litoral do Estado, mostrou que 76% dos agricultores pesquisados utilizavam adubos químicos formulados.

A calagem (aplicação do pó calcário dolomítico para corrigir a acidez do solo) é utilizada como prática agrícola rotineira devido aos bons resultados alcançados, não sendo aplicada mais intensivamente dadas as dificuldades em fazê-lo em bananais desalinhadados (6).

Também nesse tipo de bananal, o controle de ervas daninhas nas densidades recomendadas (2.000 a 2.500 bananeiras) é mais econômico quando feito por herbicidas de contato, além do que o alto teor de umidade comum nas regiões bananeiras dificulta e reduz a eficiência das capinas manuais. Nas áreas mecanizáveis e plantadas em linhas, porém, as roçadeiras mecânicas tornam o controle mais econômico.

Por sua vez, a relação de preço de banana-preço de fertilizantes e preço de banana-preço de defensivos agrícolas mostra que somente a partir da segunda metade dos anos 60 (fertilizantes) e no decorrer da década de 70 (defensivos) é que houve maior lucratividade no uso desses insumos (figura 3).

Quanto ao maior emprego de maquinaria na cultura, em todo o período analisado (1948-80), a relação preço do produto-preço de máquinas e implementos mostra-se mais favorável à sua adoção a partir da década de 70, refletindo maior lucratividade, o que motivaria os agricultores a ampliarem a mecanização da cultura.

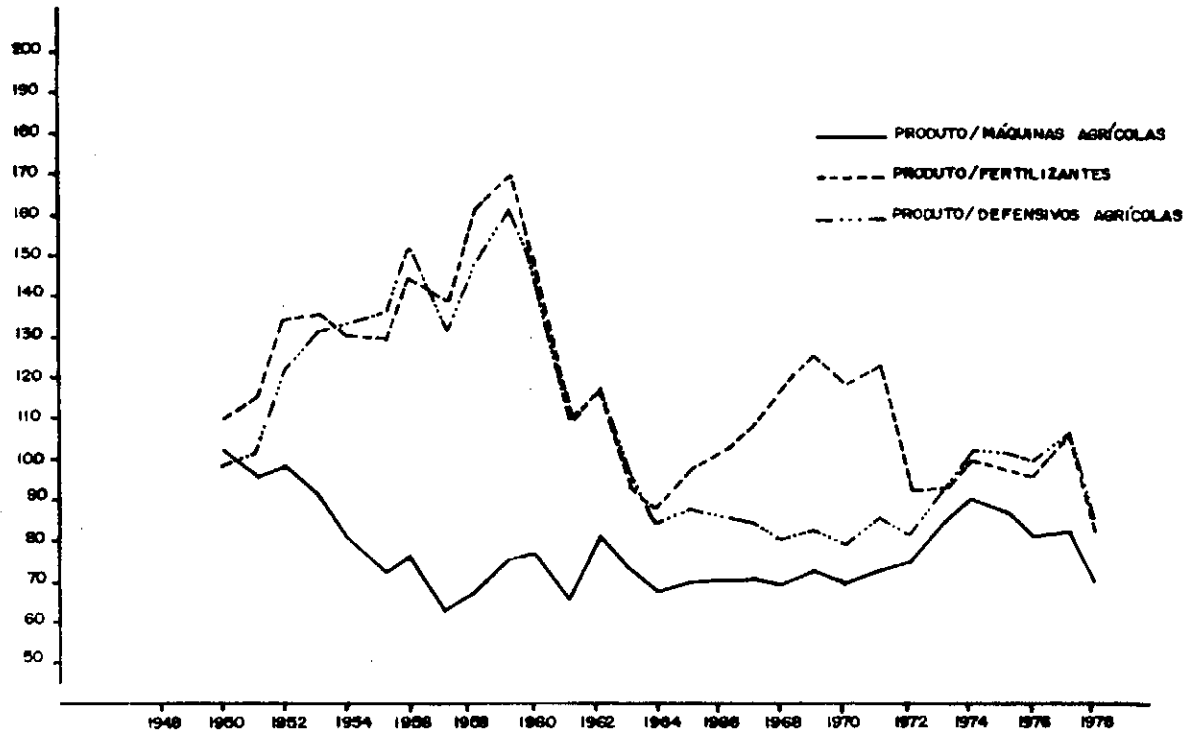


FIGURA 3. - Preços Relativos Banana/Fertilizantes, Banana/Máquinas Agrícolas, Banana/Defensivos Agrícolas, Estado de São Paulo, Média Móvel 1948/78.

3.3 - Feijão

No Brasil, o feijão estabeleceu-se como alimento básico de grande parcela da população, representando a sua principal fonte de proteína vegetal, sobretudo para a maioria da população rural do País, que mais sofre de deficiências protéicas gerais (1).

Historicamente, o Brasil se destaca como um dos principais países produtores. Contudo, a quase totalidade da produção brasileira de feijão destina-se ao abastecimento interno, praticamente inexistindo o comércio internacional do produto devido à pequena aceitação para o consumo em muitos países estrangeiros e à situação de auto-suficiência da maioria dos países produtores (1).

Segundo BLUMENSCHNEIN & GUAZZELLI (5), a queda mais brusca da produtividade do feijão no Brasil coincidiu com a expansão da produção dos produtos agrícolas exportáveis, especialmente da soja, ficando o feijão relegado às áreas menos férteis, ao cultivo consorciado e ao menor uso de insumos.

Por outro lado, recentes incentivos dados aos produtores através de uma política agrícola mais dirigida aos produtos de consumo interno, como o feijão, têm sido acompanhados de uma maior disposição por parte dos produtores em adotar maior nível tecnológico na exploração da cultura (21).

Entretanto, entende-se que tradicionalmente persistiu ao longo do tempo uma posição política de desinteresse para com o produto, repercutindo em múltiplos aspectos como por exemplo, o reduzido desenvolvimento das atividades de experimentação e pesquisa agrícola relacionadas à cultura. Sabe-se que, entre 1930 e 1950, estudos dispersos existentes limitavam-se a aspectos específicos como diagnósticos dos fatores que afetavam a cultura. Todavia, havia pouco conhecimento sobre a adaptabilidade climática e ecológica ou sobre o controle de pragas e doenças.

Principalmente com respeito à pesquisa agrícola, conforme PASTORE, DIAS & CASTRO (18) "pode-se até asseverar que o caráter de subsistência dessa cultura tende a retratar-se no caráter de subsistência de sua pesquisa". Segundo aqueles autores, as pesquisas com feijoeiro nunca receberam qualquer prioridade da parte do poder público, enfrentando os institutos de pesquisa sérios obstáculos quanto ao movimento de recursos financeiros e de pesquisadores qualificados. Tais circunstâncias acabaram por comprometer a atuação da pesquisa e experimentação com o produto, aparentemente incapazes de gerar e difundir tecnologias disponíveis aos produtores na resolução de problemas surgidos na cultura.

O reflexo da carência de recursos e de pessoal técnico especializado incide, por sua vez, nas diversas áreas de estudo da cultura, destacando-se

entre outras atividades relacionadas aos programas de melhoramento do feijoeiro dada a sua importância na seleção e obtenção de variedades mais produtivas e resistentes. Na opinião de especialistas do produto, os trabalhos de melhoramento constituem até hoje um dos problemas básicos da cultura feijoeira no Estado.

Em parte, isto se deve ao fato de que as variedades e linhagens de feijão recebidas de outras procedências vêm sempre apresentando bons resultados nas condições locais, sendo então descartadas em vista das características indesejáveis ou do seu pequeno valor frente às exigências dos mercados consumidores. Ademais, segundo ABRAHÃO (1), a grande maioria das variedades cultivadas em São Paulo (e em outros Estados), sobretudo variedades comerciais, via de regra sempre foram bastante suscetíveis ao elevado número de doenças que afetam a cultura do feijão. Em alguns casos, a importância dessas doenças chega mesmo a variar nas diferentes regiões paulistas, como ocorre, por exemplo, com a ferrugem, causada por Uromyces phaseoli var. typica Arth., devido à provável existência de raças fisiológicas do patógeno.

Em face de tais circunstâncias, desde cedo ficou evidente a necessidade de se implantar um plano de melhoramento visando a obtenção de variedades mais resistentes à seca e às doenças, mais produtivas e segundo a preferência do mercado consumidor, embora os trabalhos de pesquisa tivessem se iniciado por volta de 1930 (16). Atualmente numerosos cultivares são plantados em São Paulo, destacando-se: Rosinha G-2, Bico de Ouro e mais recentemente o Carioca, abrangendo cerca de 70% da área plantada com feijão no Estado.

A revisão das pesquisas com o feijoeiro mostra que apesar de iniciadas no final da década de 30, somente a partir dos anos 60, as pesquisas com feijoeiro ganharam ênfase, destacando-se dentre elas as relativas à nutrição e adubação e às pragas e doenças. Seguem-se, em menor número, pesquisas sobre genética e melhoramento e as relativas a práticas culturais (quadro 8).

É importante observar que os trabalhos de genética e melhoramento foram enfatizados, chamando a atenção para a necessidade de se obter novas variedades. Apenas recentemente sabe-se que novos cultivares estão sendo colocados à disposição dos agricultores como Carioca 80, Moruna 80, Aroana 80, Aysô e Aetê, com produtividade 10% a 15% superiores ao Carioca comum (19).

Nos últimos anos, tem-se estudado o comportamento de linhagens e cultivares de feijoeiro para o cultivo de inverno realizado em várzeas do Vale do Paraíba, nos meses de maio-junho (22). Embora algumas linhagens e cultivares tenham apresentado melhores produções médias, os cultivares Aroana (H40C1722),

(16) Esses trabalhos foram inicialmente desenvolvidos na Seção de Genética, do Instituto Agronômico, e posteriormente na Seção de Leguminosas.

QUADRO 8. - Número de Artigos Técnicos Publicados sobre Pesquisa Agrícola para a Cultura do Feijão, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1927-31 a 1977-81

Natureza da pesquisa	1927-31	1932-36	1937-41	1942-46	1947-51	1952-56	1957-61	1962-66	1967-71	1972-76	1977-81	Total
Nutrição e adubação	0	0	0	0	0	0	0	15	12	4	1	32
Solos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pragas e doenças	0	0	3	2	0	0	5	8	10	4	0	32
Pesq. biol. básicas	0	0	0	0	0	0	1	4	7	4	2	18
Genética e melhoramento	0	0	2	0	0	0	1	3	3	1	0	10
Práticas culturais	0	0	0	0	0	0	1	2	4	4	1	12
Clima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irrigação	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Mecanização agrícola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	5	2	0	0	8	32	37	17	4	105

Fonte: MARTIN, N.B. et alii (s.d.).

Moruna (H40C1725), Piratã-1 e Carioca foram os mais indicados para o plantio nessa região, em vista da elevada capacidade produtiva demonstrada também em outras regiões do Estado e pela maior facilidade na aquisição de sementes pelos agricultores.

No Estado de São Paulo, observa-se que, embora a área cultivada com o produto tenha aumentado, elevando-se de 232,7 mil hectares (1948/50) para 428,3 mil hectares (1978/80), o rendimento que era de 653,3kg/ha (1948/50) diminuiu para 565,3kg/ha (quadro 9). Entretanto, considerando apenas o crescimento do rendimento nas três últimas décadas, verifica-se que, nas de 60 e 70, o rendimento cresceu, respectivamente, a taxas de 2,06% e 2,26%, levando a crer que esse incremento esteja claramente associado a melhorias na condução técnica da cultura (quadro 10).

Aquí cabe destacar o fato de que nas chamadas lavouras "solteiras" (não consorciadas), realizadas em áreas de grande concentração do produto e voltadas exclusivamente para a comercialização, a cultura do feijão é conduzida com alta tecnologia, como ocorre, por exemplo, nas regiões pertencentes à Divisão Regional Agrícola (DIRA) de Sorocaba (SP), constituindo exceção ao quadro geralmente apontado para a cultura no Estado. Consta-se, assim, que a maior tecnificação do cultivo, através da adoção de técnicas modernas (uso de adubos, defensivos, herbicidas, novas variedades e mecanização dos tratamentos culturais), tem contribuído para que ocorram significativos ganhos de produtividade da cultura na região, elevando o rendimento médio do Estado.

Um detalhe importante a ser considerado prende-se ao fato de que condições climáticas bastante favoráveis ao cultivo do feijão prevalecem na região de Sorocaba. Embora sendo uma planta bastante exigente em relação ao clima, a localização do feijoeiro em áreas ecologicamente favoráveis à planta, possibilita obter elevados índices de rendimentos por área, a despeito da existência ou não de um maior grau de tecnificação da cultura. Em termos gerais, para o Estado de São Paulo observa-se situação inversa, em que a grande vulnerabilidade da cultura feijoeira às condições climáticas e também à incidência de pragas e doenças, compromete seriamente a produtividade da mesma, caracterizando-a como uma atividade sujeita a grandes riscos. Por outro lado, constata-se que no período 1970/71 e 1979/80 a proporção da cultura solteira em relação ao total cresce de 72% para 92%. Esta modalidade de cultivo, que no início do período já predominava na região de Sorocaba, ganha importância significativa também nas demais regiões (quadro 11).

Também deve ser assinalada a rápida expansão da aplicação de fertilizantes e de defensivos. Entre 1972 e 1980, a área adubada passou de 24% para 73%, enquanto a área tratada com defensivos elevou-se de 4% para 40%. Quanto ao preparo do solo com trator, que era realizado em 3% da área cultivada

QUADRO 9. - Comportamento da Área e Rendimento da Cultura do Feijão, Estado de São Paulo, Média Móvel Trienal, 1948/50 - 1978/80

Ano	Área (1.000ha)	Rendimento (kg/ha)
1948/50	232,7	653,3
1951/53	195,2	638,7
1954/56	276,4	377,7
1957/59	312,1	446,0
1960/62	387,4	384,0
1963/65	367,9	457,0
1966/68	305,8	475,0
1969/71	259,7	453,7
1972/74	269,9	480,7
1975/77	273,5	544,0
1978/80	428,3	565,3

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

QUADRO 10. - Taxas Anuais de Crescimento da Área e Rendimento da Cultura do Feijão, Estado de São Paulo, Períodos Diversos, 1948-80

Item	1948-80	1950-59	1960-69	1970-79
Área (ha)	0,98	6,52	-4,15	5,22
Rendimento (kg/ha)	-0,15	-3,86	2,06	2,26

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

QUADRO 11. - Área Cultivada com Feijão em Cultura Solteira e Intercalar nas DIRAs do Estado de São Paulo, 1970/71 e 1979/80
(em porcentagem)

Ano	DIRA	Presidente Prudente		Campinas		Vale do Paraíba		São Paulo		Sorocaba	
		Solteira	Intercalar	Solteira	Intercalar	Solteira	Intercalar	Solteira	Intercalar	Solteira	Intercalar
1970/71		38	62	68	31	46	54	100	-	97	3
1979/80		70	30	84	16	54	46	96	4	99	1

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

em 1972, passa a 74% em 1980. O plantio, com equipamento, que correspondia a 31% da área cultivada, eleva-se a 72% no mesmo período (quadro 12).

Por sua vez, as indicações obtidas através das relações de preços do produto-preços de defensivos e fertilizantes e preços do produto-preço de maquinaria revelam-se favoráveis à adoção dos insumos e mecanização da cultura a partir da década de 70 (figura 4).

3.4 - Tomate

Até a década de 40, a produção de tomate era realizada por imigrantes ibéricos e italianos, que mantinham chácaras ou arrendavam terras para tal finalidade nas proximidades da cidade.

Desde então, o cultivo do tomate tem-se intensificado em todo o País, havendo aumento significativo da produção, com as indústrias existentes ampliando sua capacidade e com novas sendo instaladas em diversas regiões (15).

Por outro lado, os elevados investimentos exigidos na condução da cultura, principalmente na de tomate envarado, bem como a necessidade de o agricultor ter conhecimentos específicos sobre o tomateiro para garantir sucesso na atividade têm levado quase sempre à adoção das inovações tecnológicas disponíveis e relativas ao produto.

Em São Paulo, a cultura do tomate é realizada sob duas tecnologias agronômicas até certo ponto distintas (17): com estaqueamento e sem estaqueamento, ou seja, visando o consumo do produto "in natura" ou com destino à industrialização.

As culturas estaqueadas são conduzidas com tecnologia mais aprimorada, sendo uma atividade que requer grande quantidade de serviços, dado que todas as operações culturais são feitas manualmente. Assim, além do preparo do solo, há a produção e preparo de mudas, envolvendo seleção de sementes, emprego de nematicidas e o uso intensivo de defensivos e fertilizantes, determinando um alto custo de produção. Ou seja, o cultivo do tomate envarado é feito de modo intensivo, exigindo constante trabalho na fase de crescimento da cultura, sendo que os frutos obtidos devem apresentar muito boa qualidade, pois destinam-se ao consumo "in natura". Além disso, deve-se assinalar que o rendimento das culturas envaradas é muito mais elevado comparativamente ao obtido nas cul

(17) Parte das informações que se seguem sobre essas tecnologias baseiam-se em GRAZIANO NETO (10) e em informações obtidas junto a técnicos da CATIE e do IAC.

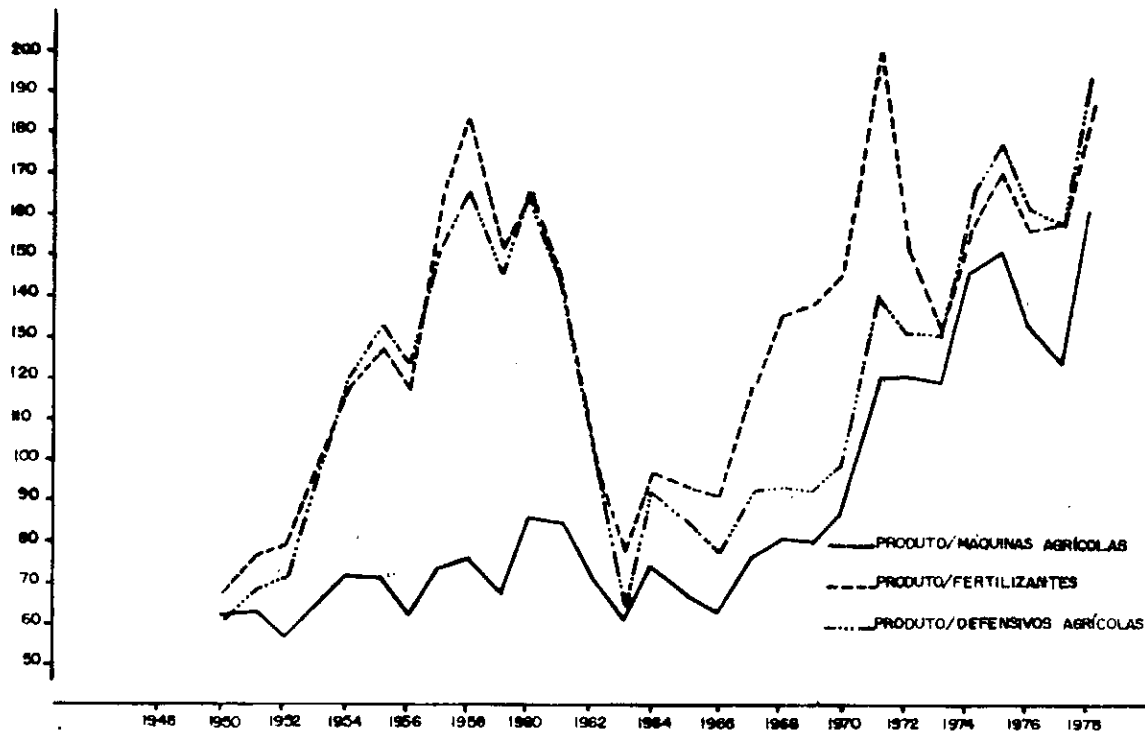


FIGURA 4. - Preços Relativos Feijão/Fertilizantes, Feijão/Máquinas Agrícolas, Feijão/Defensivos Agrícolas, Estado de São Paulo, Média Móvel 1948/78.

QUADRO 12. - Medição da Técnica Empregada na Cultura do Feijão no Estado de São Paulo, 1972-80
(em porcentagem)

Técnica	1972	1975	1976	1980
Aração com animal	62	48	52	26
Aração com trator	38	52	48	74
Plantio com equipamento	32	36	38	72
Capina com animal	40	38	42	36
Capina com trator	1	2	2	15
Colheita manual	99	99	99	94
Adução	24	39	47	73

Fonte: Levantamento de Previsão e Estimativas de Safras Agrícolas no Estado de São Paulo, IEA/SAA.

turas rasteiras (18).

Nestas, o tomate é cultivado extensivamente e com certo índice de mecanização; em apenas 30% da área cultivada (região do Noroeste Paulista) se verifica a condução da cultura com melhor tecnologia, caracterizada pelo em prego de irrigação (19), adubação química e controle fitossanitário.

Como a produção da cultura rasteira destina-se à industrialização, tem se notado, mais recentemente, tendência de cultivo de variedades mais apropriadas ao processamento industrial.

A partir dos dados do quadro 13, é possível observar o comportamento da área e rendimento da cultura do tomate no período 1948-80 e em alguns subperíodos.

De início, fica evidente o aumento da área com o produto, que se elevou de 6,6 mil hectares (1948/50) para 24,8 mil hectares (1978/80). Paralelamente ao aumento da área plantada, verifica-se o maior rendimento alcançado a partir da década de 50, notadamente no período 1950-59, crescendo a uma taxa de 8,20% a.a. (quadro 14) (20). Tal fato reflete claramente a utilização de melhores variedades, o uso de adubação química adequada e a adoção de medidas visando o controle fitossanitário da cultura.

Com respeito a essa última, sabe-se que o tomate é possivelmente a planta mais suscetível ao ataque de pragas e, principalmente, a doenças de difícil controle, como por exemplo as causadas por vírus e bactérias, que são as mais comprometedoras para a cultura.

A maior preocupação dos especialistas da cultura com relação aos seus aspectos fitossanitários é responsável pelo maior número de estudos na área de pragas e doenças, seguidas mais distante pelas pesquisas biológicas básicas (quadro 15).

Embora as plantas sejam agora mais resistentes a pragas e doenças, a prática agrícola mais recomendável e eficiente na prevenção de doenças do tomateiro tem sido a rotação de culturas, não se recomendando o plantio em áreas anteriormente cultivadas. Portanto, o produtor de tomate é, atualmente, arrendatário, não permanecendo mais do que três anos numa mesma área, procu

(18) O nome rasteiro é devido à condução da cultura sem nenhum tutoramento, ficando as plantas acamadas sobre o solo, emaranhando-se umas com as outras (10).

(19) Nas culturas irrigadas, o rendimento é significativamente superior ao das não irrigadas.

(20) Aparentemente as causas da queda de produtividade observada em alguns anos (período 1960-69) não são claras. Contudo, deve-se registrar a sensibilidade da cultura às intempéries climáticas como, por exemplo, a ocorrência de geadas.

QUADRO 13. - Comportamento da Área e Rendimento da Cultura do Tomate, Estado de São Paulo, Média Móvel Trienal, 1948/50 - 1978/80

Ano	Área (1.000ha)	Rendimento (kg/ha)
1948/50	6,6	15.118,3
1951/53	6,8	12.934,3
1954/56	7,8	17.170,7
1957/59	7,2	22.421,7
1960/62	8,5	28.938,0
1963/65	15,2	23.925,3
1966/68	14,7	26.529,7
1969/71	20,9	20.783,3
1972/74	24,2	22.580,0
1975/77	24,2	23.941,3
1978/80	24,8	27.678,7

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

QUADRO 14. - Taxas Anuais de Crescimento da Área e Rendimento da Cultura do Tomate, Estado de São Paulo, Períodos Diversos, 1948-80

Item	1948-80	1950-59	1960-69	1970-79
Área (ha)	5,59	-0,41	7,18	1,50
Rendimento (kg/ha)	1,71	8,20	-0,95	2,54

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

QUADRO 15. - Número de Artigos Técnicos Publicados sobre Pesquisa Agrícola para a Cultura do Tomate, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1927-31 a 1977-81

Natureza da pesquisa	1927-31	1932-36	1937-41	1942-46	1947-51	1952-56	1957-61	1962-66	1967-71	1972-76	1977-81	Total
Nutrição e adubação	0	0	0	0	0	0	1	3	1	3	0	8
Solos	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Pragas e doenças	1	1	4	4	9	7	10	8	10	11	0	65
Pesq.biol. básicas	0	0	0	1	1	2	1	2	3	5	4	19
Genética e melhoramento	0	0	0	0	2	0	1	0	1	1	0	5
Práticas culturais	0	0	0	0	2	0	1	0	1	3	0	7
Clima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irrigação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Mecanização agrícola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1	1	4	5	14	10	14	13	16	24	4	106

Fonte: MARTIN, N.B. et alii (s.d.).

rando, assim, evitar o ataque de doenças, pragas e infestação de ervas daninhas.

Quanto ao uso de novas variedades, são cultivados dois grupos distintos: o grupo Santa Cruz (variedades biloculares) e o grupo Salada (variedades pluriloculares).

A variedade Santa Cruz, originalmente, foi produto de um cruzamento natural entre as variedades Rei Humberto e Redondo Japonês. Na segunda metade da década de 40, essa variedade passou a ser cultivada em quase todos os tomais comerciais da Região Centro-Sul.

De lá para cá, predominam as variedades daquele grupo, embora, atualmente, o Santa Cruz original já tenha sido substituído por novas variedades melhoradas. Tem-se, assim, o Santa Elisa (IAC), Sul Brasil, Gigante de Piedade, Gigante Kobayashi, Samano, etc. Na realidade, tais variedades são simples linhagens melhoradas ou variedades resultantes do cruzamento do Santa Cruz com variedades pluriloculares importadas dos Estados Unidos.

Na década de 70, foram obtidos dois novos cultivares de tomate: o Angela, originado a partir da linhagem 'Angela L.C.', obtida em 1972, e o Angela Gigante, encontrado numa plantação de tomate "Angela", em Monte Mor (SP), obtido através de seleção massal de progênies.

As novas variedades apresentam maior tamanho, apesar de conservarem os dois lóculos, sendo algumas delas mais resistentes à rachadura. Na verdade, o predomínio das variedades biloculares é devido também à característica de maior resistência ao transporte de longa distância, mesmo em estradas precárias, permitindo o cultivo do tomate em regiões bem distantes das cidades (8).

Ainda na década de 70, verifica-se o aumento significativo da produção de tomate rasteiro estimulado pela implantação de novas fábricas de processamento, a partir de 1974.

Porém, a ocorrência de fortes geadas em 1975, seguida por condições climáticas anormais constatadas no ano seguinte, propiciou o aparecimento do fungo Phytophthora infestans, agente causador da doença conhecida por "requeima", determinando sérias quebras na produção de tomate.

Quanto ao emprego da adubação, sabe-se que o tomateiro responde prontamente à aplicação de fertilizantes, influenciando diretamente no rendimento da cultura (15).

Não se dispõe para o tomate de dados específicos no que se refere ao uso de adubação química. Assim, a relação de preço do produto-preço de fertilizantes indica que a utilização do insumo encontra condições favoráveis à sua adoção em certos períodos: na maior parte da década de 50 e em alguns anos da década de 60 (figura 5).

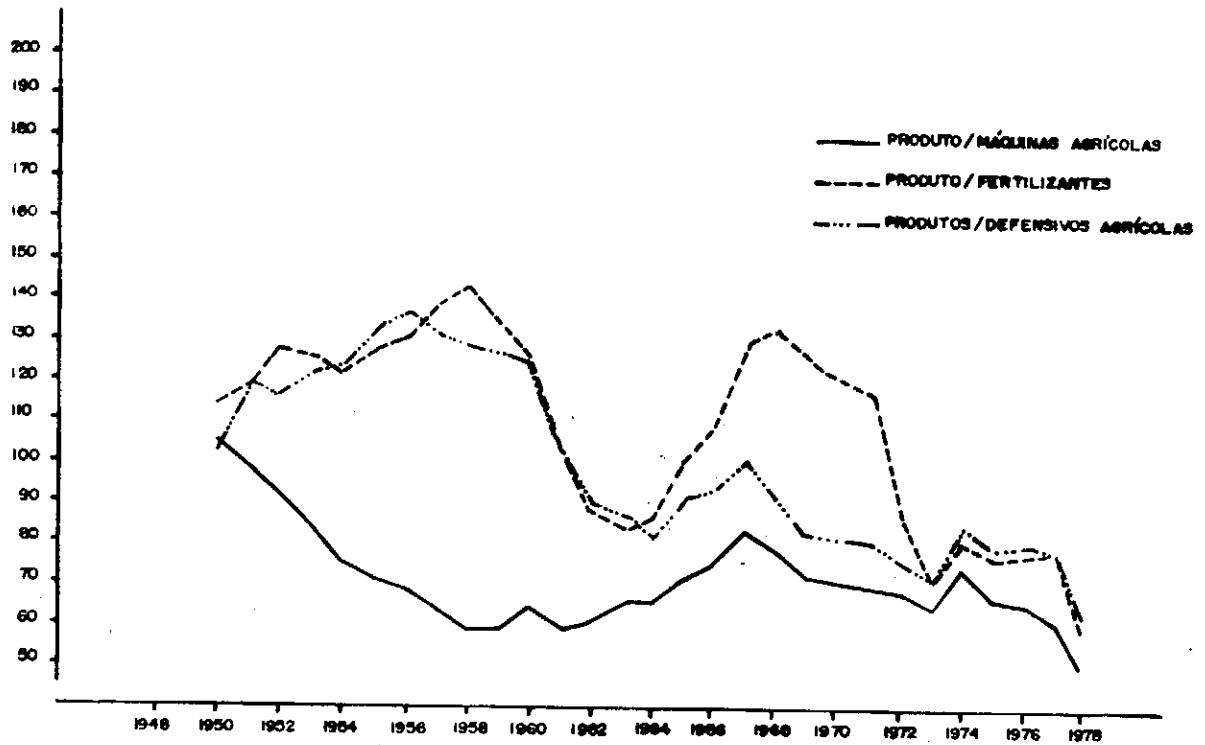


FIGURA 5. - Preços Relativos Tomate/Fertilizantes, Tomate/Máquinas Agrícolas, Tomate/Defensivos Agrícolas, Estado de São Paulo, Média Móvel 1948/78.

Quanto ao uso de defensivos agrícolas, é uma prática iniciada já no canteiro de sementeação, prolongando-se durante todo o ciclo da planta, embora diminuindo gradativamente a frequência de pulverização.

Também aqui, apesar da aplicação intensiva de defensivos, a relação de preço do produto-preço do insumo mostra-se favorável à adoção da prática apenas em alguns anos, principalmente na década de 50 (figura 5).

Finalmente, analisar a mecanização da cultura é difícil, pois, infelizmente, há carência de dados específicos neste aspecto. Por sua vez, a relação de preço do tomate-preço das máquinas é desfavorável ao emprego intensivo de maquinaria em quase todo o período analisado (figura 5).

4 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Como dito anteriormente, a importância da função logística reside no fato de ser esta uma forma simples e útil de resumir o comportamento do rendimento e do processo de adoção tecnológica de cada cultura. Assim, diferenças na evolução dos produtos são refletidas nos diferentes valores dos parâmetros da função logística.

Com relação às culturas do arroz e do feijão não foi obtido sucesso na aplicação do Método de Gauss-Newton. Para esses dois produtos não foi alcançada condição de convergência. Muito provavelmente, isso se deve ao comportamento extremamente irregular do rendimento dessas culturas como já apontado.

Para as culturas de banana e tomate, os resultados obtidos encontram-se sumariados no quadro 16. Observa-se serem estes perfeitamente adequados, tanto do ponto de vista estatístico como econômico.

Em termos estatísticos percebe-se, sem nenhuma exceção, serem todos os coeficientes estatisticamente diferentes de zero ao nível de pelo menos 1%.

Com relação à magnitude dos coeficientes, os resultados também se mostram bastante satisfatórios.

O parâmetro "a", que posiciona a função logística no eixo do tempo, parâmetro este associado à disponibilidade de tecnologia, possibilita o cálculo da data de início do processo de adoção tecnológica. Para o tomate, obteve-se o ano de 1953, enquanto que para a banana, o valor de "a" estimado indicou o ano de 1959. Estes valores estão bastante próximos das indicações já assinaladas. No caso da banana, o final da década de 50 e o início da de 60 marcam a introdução da variedade Nanicão em escala comercial. Quanto ao tomate, foi durante a década de 50 que se verificou a intensificação do uso de novas variedades, principalmente a Santa Cruz.

QUADRO 16. - Estimativa dos Parâmetros da Função Logística para Banana e Tomate (Método de Gauss-Newton)

Produto	Estimativa dos parâmetros			Graus de liberdade	Data $P_t = 0.10k$
	a	b	k		
Banana	-7.1128*	0.4742*	0.8379*	27	1959
Tomate	-6.2745*	0.9386*	0.7270*	27	1953

(*) Significância a nível de 1%.

O parâmetro "b" está ligado às condições de lucratividade entre a nova técnica e a técnica antiga. Quanto mais alto o valor de "b", mais rápido se processa a troca entre as duas tecnologias. Aqui também os resultados podem ser considerados bastante satisfatórios.

Dois razões explicam o maior valor de "b" encontrado para o tomate. Inicialmente, o fato de a banana ser uma cultura perene introduz um fator de inércia razoável no seu processo de adoção tecnológica. Não é econômico, do ponto de vista do agricultor, reformar totalmente o bananal, substituindo todas as touceiras em produção. Tal característica da cultura conduz normalmente a um processo mais lento de substituição de variedades.

Uma segunda razão seria, provavelmente, o grau de organização do mercado do tomate superior ao existente para a banana. O fato de que uma grande parcela do mercado está concentrada nas mãos de poucos compradores, com exigências bem definidas com relação ao fruto (tomate), impôs um ritmo mais intenso à transformação tecnológica da cultura.

Finalmente, com relação ao "k", o fato de a banana apresentar uma taxa de equilíbrio no processo de adoção superior ao do tomate revela maior homogeneidade na distribuição de tecnologias entre os agricultores. Para o tomate, o fato de existirem dois mercados distintos, um no atendimento da indústria, tomate rasteiro, e o outro para consumo "in natura", tomate envasado, mostra que persistem diferenças tecnológicas razoáveis, o que é refletido no seu valor de k.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Orientou-se o presente estudo para a escolha da função logística como sendo a que melhor representaria o processo de adoção de inovações tecnológicas, nos mesmos moldes do trabalho desenvolvido por GRILICHES (11).

Distinção importante, com relação ao trabalho de GRILICHES (11) refere-se ao procedimento aqui adotado: primeiramente, utilizou-se a variável rendimento (médias móveis) como "proxy" da proporção da área plantada sob a nova tecnologia. Definiram-se, para cada produto estudado, dois níveis de rendimento (relativos à alta e baixa tecnologia) e, a partir dessa hipótese, transformou-se a variável rendimento numa escala de 0 a 1, que caracterizaria a proporção da área total cultivada sob a nova tecnologia, isto é, P_t .

Uma crítica a esse procedimento é que a curva de P_t nada mais é que a própria curva de rendimento na nova escala, embora se saiba que tal "proxy" deva, provavelmente, acompanhar bem de perto o P_t verdadeiro.

Outro aspecto envolvido refere-se ao fato de que a análise restringe-se às inovações tecnológicas que interferem na produtividade da terra, como, por exemplo, o uso de sementes melhoradas e de fertilizantes, ou seja, tanto aquelas diretamente ligadas à melhoria da produtividade, como as responsáveis pela manutenção desta.

Tendo em vista que o aumento do rendimento reflete, na maioria das vezes, a atuação da pesquisa agrícola essencialmente do tipo poupadora de terra, considerou-se, então, a relação existente entre o volume de pesquisa destinada aos quatro produtos estudados e os ganhos de produtividade observados no período. Deste confronto ficou bastante claro que existe uma estreita relação entre a maior ênfase dada à pesquisa com o produto e o maior crescimento da produtividade no total do período e nos diversos subperíodos.

Também na tentativa de melhor caracterizar a adoção de inovações tecnológicas, estendendo-a para o caso de insumos (fertilizantes e defensivos agrícolas) e de máquinas e implementos agrícolas, foram utilizadas indicações indiretas quanto ao momento mais favorável à adoção destes, dada a relação de preço pago pelos insumos e preço recebido pelos produtos.

Os resultados encontrados mostraram, de certo modo, a importância da pesquisa agrícola e seus efeitos na elevação dos níveis de produtividade. Ao mesmo tempo, o presente trabalho procurou ressaltar a importância de focar a adoção de inovações tecnológicas através da análise de séries de rendimento, somando informações históricas sobre o processo de adoção de inovações tecnológicas a nível de produtos.

LITERATURA CITADA

1. ABRAHÃO, Ibrahim O. Melhoramento do feijoeiro. Bragantia, Campinas, 19(10):129-161, mar. 1960.
2. ANTUNIASI, Maria H.R. Multiplicidade tecnológica: a organização do trabalho na rizicultura do Estado de São Paulo. São Paulo, Fac. de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP, 1974. 165p.
3. ARAÚJO FQ., J.R. de. A cultura da banana no Brasil. Boletim Paulista de Geografia, São Paulo, (27):27-54, out. 1957.
4. ARRUDA, Hermano V. de.; PINTO, Hilton S.; ALFONSI, Rogério R. Probabilidade de estiagens nos meses de janeiro e fevereiro na região de Campi

- nas (SP). In: REUNIÃO DE TÉCNICOS EM RIZICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1., Campinas, 1979. Anais. Campinas, Secretaria de Agricultura, CATI, 1979. p.143-151.
5. BLUMENSCHNEIN, A. & GUAZELLI, R.J. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento agrícola do arroz e feijão. Revista de Economia Rural, Brasília, 18(3):435-446, jul./set. 1980.
6. BRASIL. Câmara dos Deputados. Comissão de Agricultura e Política Rural. Mesa Redonda da Bananicultura. Brasília, 1971.
7. BANANEIRAS mais resistentes ao Mal de Sigatoka. Dirigente Rural, São Paulo, 22(6):80, jun. 1983.
8. FILGUEIRA, Fernando A.R. Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças. São Paulo, Agronômica Ceres, 1972. (Ceres, 8)
9. GERMEK, Emílio B. & BANZATTO, Nicolau V. Melhoramento do arroz no Instituto Agronômico. Campinas, Secretaria da Agricultura, Instituto Agronômico, 1972. 56p. (Boletim, 202)
10. GRAZIANO NETO, Francisco. Agricultura e indústria: o caso do tomate em Taquaritinga, SP. Piracicaba, ESALQ/USP, 1977. 126p. (Tese-Mestrado)
11. GRILICHES, Z. Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change. In: FOX, Karl & JOHNSON, D. Gale. Readings in the economics of agriculture. Illinois, Richard D. Irwin, 1969. p.221-243.
12. MAKISHIMA, Nozomu. Cultura do tomateiro. Campinas, Secretaria da Agricultura, CATI, s.d. 79p. (Boletim Técnico, 32)
13. MARTIN, Nelson B. et alii. Geração de tecnologia e desenvolvimento de algumas culturas no Estado de São Paulo. São Paulo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, IEA, 1985. (Relatório de Pesquisa em andamento)
14. MEDINA, Julio C.; coord. Aspectos gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO FEIJÃO, 1., Campinas, 1971. Anais. Viçosa, Universidade Federal, 1972. p.1-106.

15. MINAMI, Keigo & HAAG, Henrique. O tomateiro. São Paulo, Fundação Car-gill, 1977. 352p.
16. MOREIRA, Raul S. Atuais conceitos sobre bananicultura. In: ————. Bananicultura: fruticultura tropical. Florianópolis, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Serviço de Extensão Rural, 1979. p.1-8.
17. O AGRÔNOMICO, Campinas, 1952.
18. PASTORE, José; DIAS, Guilherme L. da S.; CASTRO, Manuel C. Condicionan-tes da produtividade da pesquisa agrícola no Brasil. Estudos Econô-micos, São Paulo, 6(3):147-182, set./dez. 1976.
19. POMPEO, A.S. Aroana e moruna: cultivares de feijoeiro para o Estado de São Paulo. Bragantia, Campinas, 37:LXXIII-LXXVI, 1978.
20. ROGERS, E. Diffusion of innovations. New York, Free Press, 1962.
21. SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Comissão de Programação do feijão e outras leguminosas. Plano indicativo. São Paulo, 1976. 19p.
22. SILVA, Gabriel L.S.P. da; FONSECA, Maria A.S.; MARTIN, Nelson B. Pesqui-sa e produção agrícola no Brasil. São Paulo, Secretaria da Agricultu-ra, IEA, 1979. 78p. (Relatório de Pesquisa, 17)
23. SOUZA, A.J. de. Cultura de arroz: diagnóstico da situação, medidas cor-retivas. Campinas, Secretaria da Agricultura, CATI, 1969. 51p.
24. SANTOS, Zuleima A.P. de S. Adoção tecnológica na agricultura paulista. São Paulo, FEA/USP, 1983. 132p. (Tese-Mestrado)
25. VERA FQ., Francisco M. A study of change in North Carolina peanut, production, processes. Raleigh, North Carolina State University, 1976. 128p. (Tese-Doutorado)

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA

Comissão Editorial:

Coordenador: Celuta Moreira Cesar Machado

Membros: Antônio Augusto Botelho Junqueira

Antonio Ambrosio Amaro

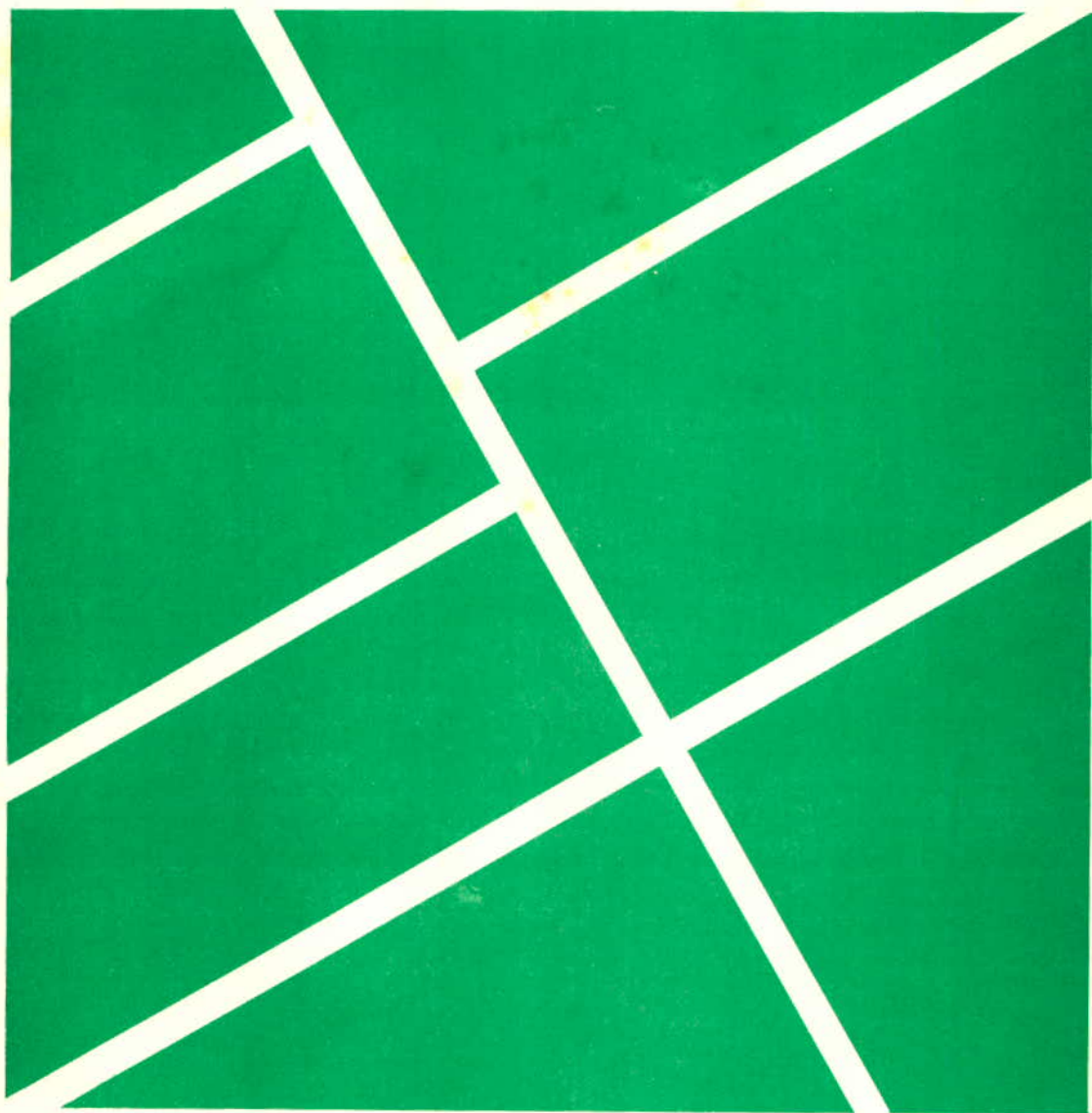
Arthur Antonio Ghilardi

Flavio Condé de Carvalho

José Luis Teixeira Marques Vieira

Maria Carlota Meloni Vicente

Bibliografia: Fátima Maria Martins Saldanha Faria



Relatório de Pesquisa
Nº 4/86

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

Instituto de Economia Agrícola



O USO DA FUNÇÃO LOGÍSTICA E A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DAS
CULTURAS DO ARROZ, BANANA, FEIJÃO E TOMATE

Zuleima A.P.S. Santos

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

Instituto de Economia Agrícola



**O USO DA FUNÇÃO LOGÍSTICA E A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DAS CULTURAS DO
ARROZ, BANANA, FEIJÃO E TOMATE**

Zuleima A. P. S. Santos

ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - MODELO DE ADOÇÃO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS.....	2
3 - EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DAS CULTURAS ESTUDADAS.....	6
3.1 - Arroz.....	6
3.2 - Banana.....	15
3.3 - Feijão.....	22
3.4 - Tomate.....	28
4 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	36
5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
LITERATURA CITADA.....	39

O USO DA FUNÇÃO LOGÍSTICA E A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DAS CULTURAS DO ARROZ, BANANA, FEIJÃO E TOMATE

Zuleima Alleoni P. S. Santos

1 - INTRODUÇÃO

Tradicionalmente a função logística tem sido utilizada para estudar o processo de adoção tecnológica.

ROGERS (20), citado por SANTOS (24), assinala que desde 1903 sociólogos como Tarde e Chaplin, em 1928, mencionavam que a proporção de adotantes de uma inovação segue uma distribuição ao longo do tempo, em forma de "S".

Anos depois, GRILICHES (11), em 1957, estudando o processo de adoção de milho híbrido nos Estados Unidos, ao examinar as proporções da área total com milho plantadas com sementes híbridas, observou que os dados estudados mostravam-se nitidamente em forma de "S". Observou também que, quando do seu início, o processo de adoção ocorria vagarosamente, após o que passava a crescer exponencialmente e, à medida que diminuíam as áreas plantadas com variedades não híbridas, a velocidade de crescimento da taxa de adoção tornava-se bastante reduzida. Para representar tal comportamento dos dados, GRILICHES (11) escolheu a função logística por esta possuir parâmetros mais facilmente interpretáveis dentro de um contexto sócio-econômico.

Na agricultura, a adoção de novas práticas resulta de uma série de decisões individuais, tomadas de forma relativamente independente por um grande número de agricultores (25). Ou seja, as mudanças tecnológicas ocorridas no setor provêm de múltiplas inovações introduzidas pelos agricultores e que podem resultar da própria capacidade inventiva destes, como também da contribuição dada pelas instituições de pesquisa através da contínua geração de novos conhecimentos.

No presente estudo, pretende-se analisar o processo de geração e adoção de inovações tecnológicas específicas as quatro culturas assinaladas, ou seja, arroz, banana, feijão e tomate, procurando mostrar a evolução tecnológica apresentada por essas culturas nos últimos anos.

Portanto, a modernização da agricultura paulista será aqui baseada nas indicações da adoção tecnológica para os referidos produtos.

Neste trabalho, uma distinção importante a ser feita diz respeito ao procedimento utilizado que pretende estimar curvas logísticas com base em da

dos de rendimento das culturas (¹).

Nesse sentido, na mesma linha, VERA (25), entende que o processo de mudança tecnológica gera uma nova fonte de variações no rendimento, condicionando sua taxa de crescimento no tempo.

Como já assinalado, entende-se, também, que as inovações consideradas para fins de análise estão relacionadas a vários aspectos da produção. Quanto à natureza dessas inovações, sabe-se que, em geral, resultam de melhoramentos biológicos de variedades, de melhorias nas práticas culturais e do controle de pragas e doenças, entre outras (²).

2 - O MODELO DE ADOÇÃO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS (³)

Mais especificamente, o modelo desenvolvido neste estudo pressupõe que, na agricultura, o processo de adoção tecnológica possa ser representado adequadamente por uma função logística definida por:

$$P_t = \frac{k}{1 + e^{-(a+bt)}}$$

onde a variável dependente P representa a proporção total cultivada sob nova tecnologia, no tempo t (⁴). O limite de P_t, para t tendendo ao infinito, é dado por k, assíntota superior da função, de valor igual ou inferior à unidade, que representa o nível de equilíbrio no longo prazo. O parâmetro b, coeficiente da taxa de adoção, está relacionado com a taxa de crescimento da variável P_t. A constante a é um parâmetro que posiciona a curva logística no sentido horizontal. A representação gráfica da curva logística é mostrada na figura 1.

A função logística está sendo utilizada neste estudo como uma maneira de se resumir o comportamento dos dados de adoção de tecnologia nas dife

(¹) Discussão mais detalhada sobre o uso da variável rendimento pode ser encontrada em SANTOS (24).

(²) A preocupação em não privilegiar uma inovação isolada liga-se à idéia de que aumentos de rendimentos referem-se não somente à adoção de uma particular inovação, mas de um conjunto de novas práticas ou técnicas.

(³) O presente capítulo baseia-se em SANTOS (24).

(⁴) Note que P_t representa a porcentagem da área total cultivada sob nova tecnologia e t não a proporção de agricultores adotantes da nova tecnologia. Em geral, pode-se esperar que as duas variáveis caminhem juntas, mas não a uma mesma taxa, dadas as diferenças na escala de produção existentes em cada cultura.

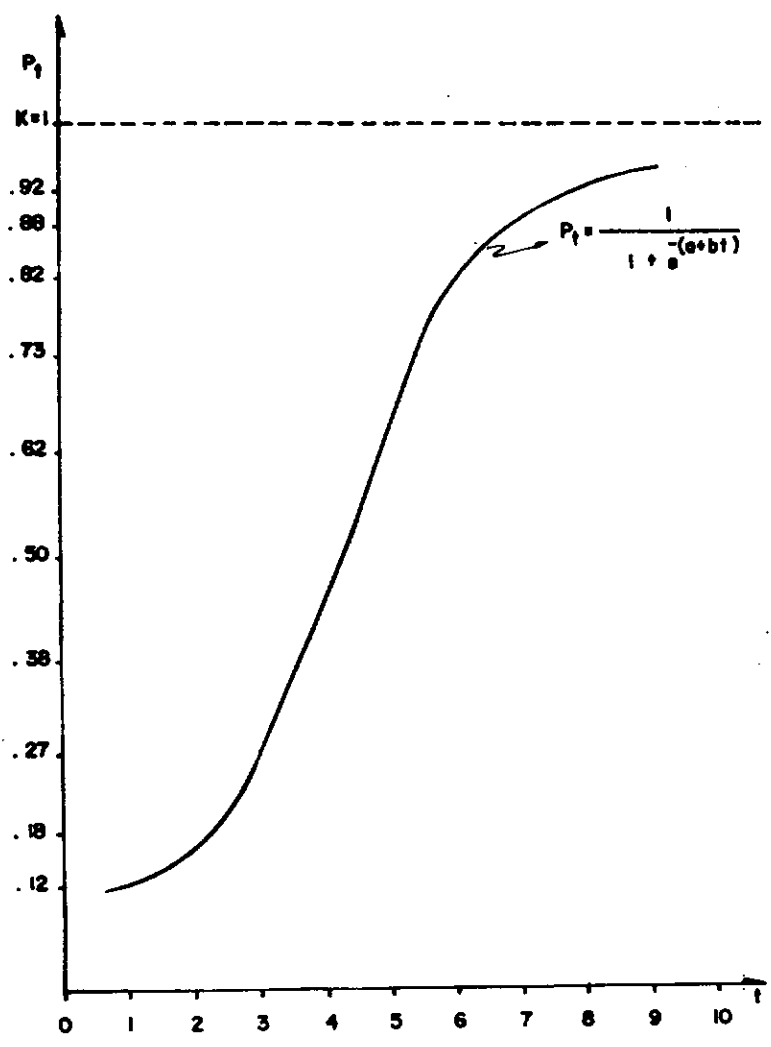


FIGURA 1. - Representação Gráfica da Função Logística.

rentes culturas. Griliches mostra que o parâmetro de posição a , que situa a curva logística no eixo horizontal do tempo está relacionado com as condições de oferta dos produtores de inovações. Variáveis como o mercado potencial de adotantes de novas tecnologias e o risco estariam correlacionados com a . Quanto maior o mercado potencial e menor o risco, maior o incentivo e, portanto, mais cedo a nova tecnologia estaria disponível no mercado, pronta para ser utilizada pelos agricultores. Com relação ao parâmetro b , coeficiente da taxa de adoção, Griliches mostra que o mesmo está associado às condições de lucratividade da técnica nova vis-à-vis à técnica antiga, ou seja, b está associado às condições do lado da demanda da nova tecnologia. O parâmetro k , taxa de adoção de equilíbrio, dependeria também das condições da demanda. Mais propriamente, este parâmetro estaria correlacionado com a distribuição da lucratividade entre os vários adotantes. Quanto menor a variância da lucratividade da nova técnica em relação à técnica antiga, mais alto deveria ser o k . Portanto, a curva logística, resumindo o comportamento do processo de adoção tecnológica para as várias culturas, mostra as diferenças nos padrões desse processo entre essas culturas através de diferenças nos coeficientes estimados, isto é, através de diferenças em k , a e b .

Supondo que nem todos os indivíduos reagem com a mesma intensidade e natureza diante de uma inovação, é lógico esperar-se que a adoção ocorra em instantes de tempo diferentes. Conseqüentemente, os rendimentos observados não irão mudar abruptamente do nível tecnológico pré-existente para aquele associado à nova tecnologia, crescendo em relação direta à taxa de adoção. Assim, dada a existência de dois níveis tecnológicos distintos, um deles referindo-se à tecnologia de baixo rendimento e um outro referindo-se à tecnologia de alto rendimento ⁽⁵⁾, pode-se definir o rendimento para cada produto num período de tempo t , pela seguinte média ponderada:

$$Y_t = P_t Y_a + (1 - P_t) Y_b = Y_b + (Y_a - Y_b) P_t$$

onde y representa o rendimento no período t ; P_t representa a proporção da área total cultivada sob nova tecnologia (ou cultivada sob tecnologia de alto ren

(5) Na realidade, no período estudado não se pode dicotomizar a tecnologia de produção a dois níveis apenas, um dito "moderno" e outro "antigo". Existiram na realidade diversas formas distintas de "como produzir" ao longo do tempo, que coexistiram simultaneamente. A hipótese simplificadora acima diz respeito ao conjunto de técnicas de produção existente no início do período estudado, a "tecnologia antiga" e o conjunto de técnicas disponíveis no final do período, a "tecnologia moderna".

dimento) no período t ; Y_a é a produção por área associada à tecnologia de alto rendimento; Y_b é a produção por área associada à tecnologia de baixo rendimento.

Por outro lado, assumindo-se também que o processo de adoção tecnológica obedece ao padrão logístico do tipo

$$P_t = \frac{k}{1 + e^{-(a+bt)}}, \text{ segue então que:}$$

$$Y_t = Y_b + (Y_a - Y_b) P_t$$

$$Y_t = Y_b + (Y_a - Y_b) \frac{k}{1 + e^{-(a + bt)}}$$

$$(Y_t - Y_b) = (Y_a - Y_b) \frac{k}{1 + e^{-(a + bt)}}$$

$$\frac{(Y_t - Y_b)}{(Y_a - Y_b)} = \frac{k}{1 + e^{-(a + bt)}}$$

Em outras palavras, as curvas obtidas para P_t e Y_t são semelhantes, apenas mudando a escala de valores definidos entre 0 e 1 para P_t ⁽⁶⁾. As estimativas dos valores de a , b e k resultam da aplicação do método de Gauss-Newton ⁽⁷⁾, sobre médias móveis dos dados originais de rendimento apresentado pelas culturas do arroz, banana, feijão e tomate (período 1948-78), no Estado de São Paulo. A utilização de médias móveis teve como objetivo a obtenção da tendência da produtividade de longo prazo, eliminando-se as flutuações devidas às causas aleatórias.

⁽⁶⁾ À primeira vista, o uso desta "proxy" para a proporção da área total plantada sob nova tecnologia pode configurar um raciocínio circular. O rendimento cresce porque a proporção cresce, mas como a "proxy" da proporção é a própria variável rendimento na escala 0 a 1, o crescimento desta se deve ao aumento do rendimento. Assim, o raciocínio pode parecer circular. Não o é simplesmente pelo fato que, caso fossem disponíveis as informações da área plantada com a nova tecnologia, elas estariam bastante correlacionadas com a "proxy" adotada. Assim, existe uma relação de causalidade bem definida, ou seja, a mudança no P_t ou em sua "proxy" implica alterações no nível de rendimento.

⁽⁷⁾ Maiores detalhes a respeito do método Gauss-Newton, ver SANTOS (24). Quanto à utilização do referido método, ver VERA FQ (25).

Aspecto importante refere-se ao fato de que não se trata apenas da adoção de uma determinada inovação tecnológica ou de um conjunto de inovações tecnológicas, mas sim de diferentes conjuntos de inovações introduzidas em diferentes momentos de tempo que se sobrepõe em maior ou menor grau de intensidade. Em outras palavras, dada a proporção máxima da área plantada sob um determinado conjunto de tecnologias e a velocidade de crescimento dessa proporção, o rendimento máximo possível de ser alcançado seria atingido num determinado número de ano. Mas, a introdução de outro conjunto de inovações tecnológicas com seus valores de k e de b , irá elevar novamente o rendimento a outro nível máximo.

A curva de rendimento de uma cultura mostra, portanto, pontos de diferentes curvas de rendimento características de cada um dos vários conjuntos de técnicas. Assim, a "proxy" da proporção da área plantada sob nova tecnologia reflete essa característica peculiar da curva de rendimento.

3 - EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DAS CULTURAS ESTUDADAS

3.1 - Arroz

Até o começo do século, o arroz era importado do Oriente, acreditando-se que, entre 1550 e 1557, tenha sido introduzido no Estado de São Paulo, na região de São Vicente.

De início começou a se expandir na forma de cultura intercalar nas linhas dos cafeeiros em produção e aos poucos foi se tornando uma cultura isolada.

Seu cultivo se espalhou por todo o Estado com certas áreas de concentração, sendo que atualmente, na maior parte, é cultivado sob a forma de sequeiro, com exceção da DIRA do Vale do Paraíba, onde se dá sob a forma irrigada. O arroz de várzea se apresenta em todas as regiões, mas sempre em pequena porcentagem.

Segundo SOUZA (23), a grande proporção do arroz de sequeiro no Estado de São Paulo é responsável pelo primarismo da cultura, somando-se a outros fatores nem sempre compreendidos pelo agricultor em relação à cultura, como por exemplo: a inexistência de preparo conveniente do solo, no que a cultura do arroz é muito exigente; o uso restrito de sementes melhoradas; a incidência cada vez maior de pragas e doenças e o uso inadequado de fertilizantes, agravado pela sua aplicação incorreta, já que a adubação do arroz é operação bastante delicada.

O problema maior do cultivo do arroz de sequeiro é a sua dependência ao clima. As chuvas têm papel importantíssimo no período vegetativo e em

especial no período de floração e "emborrachamento" (8).

Sobre a natureza do arroz de sequeiro, SOUZA (23) também acrescenta: "A planta do arroz é eminentemente hidrófila. Por isso, na maior parte onde é plantada, ou é sob condições de irrigação ou de muita umidade. Porém, devido às condições peculiares ao clima de São Paulo (distribuição pluviométrica regular durante período de crescimento da planta), a cultura de sequeiro instalou-se. No princípio, para ajudá-la, havia terras frescas, férteis e húmusas. As produções obtidas, sem nada de excepcional, contudo eram boas e econômicas sob o regime em que eram plantadas. Depois, com o tempo, com o esgotamento do solo, da fertilidade e do húmus principalmente, e com as irregularidades das chuvas provocadas - quem sabe - pelo desmatamento irrefletido e indiscriminado, as condições ambientais mudaram, e a cultura de sequeiro começou a declinar. Hoje, ela é um estrangulamento à perfeição e ao desenvolvimento da cultura".

Apesar dessa série de fatores concorrer para o não estabelecimento de uma orizicultura evoluída, fica a suspeita de que o problema não está de todo delineado. Ou seja, é necessário examinar mais cuidadosamente aspectos ligados à evolução tecnológica da cultura no Estado de São Paulo.

Conforme ANTUNIASI (2), na agricultura paulista, o arroz tornou-se um produto secundário dentro da propriedade agrícola, ao qual não se destina parcela significativa do capital e da área disponível. Nas grandes propriedades, seu cultivo ao encargo do arrendatário, do colono e principalmente do parceiro, provavelmente cultivado pela mão-de-obra familiar, podendo-se inferir desse quadro que a cultura do arroz tenderá a manter-se estacionária.

Também, segundo a autora, é preciso lembrar que a introdução de inovações na cultura do arroz de sequeiro apresenta resultados limitados quanto à produtividade, isto é, o aumento da produtividade em relação ao custo dessas inovações, principalmente utilização de insumos, não se revela compensador.

Portanto, o produto se enquadraria entre aqueles cuja produtividade não incentiva sua tecnificação, ou seja, a diferença de produtividade entre uma lavoura mecanizada e adubada e outra "tradicional" é pequena (9).

Nesse ponto, analisando o desempenho da rizicultura nos últimos anos, notadamente quanto à evolução do rendimento, chama a atenção a baixa produtividade da mesma, agindo provavelmente como fator de desestímulo à adoção de

(8) A necessidade de água no período de mais ou menos dez dias que antecedem o florescimento é a mais crítica para a produção de grãos e a falta desta, nesse período, causa grande proporção de esterilidade dos grãos, reduzindo drasticamente a produção final (4).

(9) Algumas inovações, como a adoção de sementes melhoradas, têm sido incorporadas pelos agricultores, mesmo num sistema tradicional de cultivo.

novas tecnologias.

Da observação dos quadros 1 e 2, verifica-se que a área cultivada cresce nos anos 50 e 60, expandindo-se mais intensamente a uma taxa de 3,42% a.a., nesses últimos. A partir de então, a área plantada com o produto decresce sensivelmente a uma taxa de 6,86% a.a., passando a ocupar 312,3 mil hectares em 1978/80, o que corresponde a cerca de 32% da área máxima alcançada em 1963/65.

Quanto ao rendimento, a tendência declinante do mesmo em todos os subperíodos analisados deixa claro não somente a existência de séria restrição ao atendimento de uma demanda sempre crescente, mas também de um caráter tecnológico importante.

Nesse sentido, chama a atenção a intensidade da pesquisa agrônômica voltada para o arroz, que se mostra pequena se comparada àquela dirigida a outros produtos (22). Aparentemente, também a pequena proporção de trabalhos relativos à área de genética e melhoramento (quadro 3) serviria para reforçar a opinião de alguns autores de que as pesquisas em rizicultura têm sido incapazes de criarem novas variedades mais produtivas e resistentes à seca, diminuindo os riscos decorrentes da ocorrência cíclica dos períodos de estiagem nas fases críticas de crescimento da cultura (10).

A despeito desse argumento, sabe-se que tem sido lançadas periodicamente novas variedades mais produtivas ou de características agrônômicas mais vantajosas, colocadas à disposição do agricultor ao longo desses anos.

Num breve retrospecto, verifica-se que o início efetivo dos trabalhos de melhoramento realizados pelo Instituto Agrônômico de Campinas (IAC) data de 1937, embora em épocas anteriores o IAC já se ocupasse de problemas referentes à cultura (11).

Anos depois, era lançada a variedade "Pérola" (em 1942), de elevado valor comercial, de notável resistência à seca e de grande produtividade (25% superior à produção da Jaguari), em culturas de sequeiro (9).

Posteriormente, após ampla experimentação, novas variedades foram liberadas aos agricultores, como o IAC-1, IAC-3, IAC-4, IAC-5, IAC-7, IAC-8 e IAC-9. O IAC-1246, lançado em 1965, apresentou, segundo resultados de numerosos ensaios, produtividade superior em mais de 25% à da variedade Pratão da qual deriva e que era anteriormente a mais cultivada. A variedade IAC-1246 pos

(10) Variedades mais produtivas, devido aos maiores requisitos hídricos, se não forem também resistentes à seca, podem apresentar quedas de rendimento mais elevadas, comparativamente às variedades comuns (13).

(11) Parte das informações que se seguem sobre o programa de melhoramento do arroz desenvolvido no IAC, baseiam-se em GERMEK & BANZATTO (9).

QUADRO 1. - Comportamento da Área e Rendimento da Cultura de Arroz, Estado de São Paulo, Média Móvel Trienal, 1948/50 - 1978/80

Ano	Área (1.000ha)	Rendimento (kg/ha)
1948/50	528,9	1.405,3
1951/53	471,9	1.310,7
1954/56	572,7	986,0
1957/59	534,0	1.074,7
1960/62	571,1	1.195,0
1963/65	978,0	906,3
1966/68	778,4	913,0
1969/71	655,8	851,7
1972/74	495,6	1.228,3
1975/77	497,0	1.193,3
1978/80	312,3	1.049,3

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

QUADRO 2. - Taxas Anuais de Crescimento da Área e Rendimento da Cultura do Arroz, Estado de São Paulo, Períodos Diversos, 1948-80

Item	1948-80	1950-59	1960-69	1970-79
Área (ha)	-0,45	1,22	3,42	-6,86
Rendimento (kg/ha)	-0,74	-3,97	-3,37	0,52

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

QUADRO 3. - Número de Artigos Técnicos Publicados sobre Pesquisa Agrícola para a Cultura do Arroz, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1927-31 a 1977-81

Natureza da pesquisa	1927-31	1932-36	1937-41	1942-46	1947-51	1952-56	1957-61	1962-66	1967-71	1972-76	1977-81	Total
Nutrição e adubação	0	0	0	0	1	1	1	5	5	2	0	15
Solos	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Pragas e doenças	0	0	0	1	5	2	1	4	3	12	3	31
Pesq. biol. básicas	0	0	1	0	1	0	0	3	2	3	1	11
Genética e melhoramento	0	0	1	1	0	0	0	2	0	2	0	6
Práticas culturais	1	0	3	1	1	1	4	3	5	2	0	21
Clima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irrigação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mecanização agrícola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1	0	6	3	8	4	7	17	15	21	4	86

Fonte: MARTIN, N.B. et alii (s.d.).

suía também característica de alta resistência às condições adversas, alcançando cerca de 60% da área de cultura de sequeiro no Estado, no ano de 1972 (12).

Para as culturas irrigadas, foram colocadas à disposição dos orizicultores as variedades IAC-120 e IAC-435, também lançadas em 1965.

Durante a década de 70, em prosseguimento aos trabalhos de seleção, foram lançadas as variedades IAC-47 e IAC-25, para cultivo de sequeiro.

No início dos anos 80, foram lançadas comercialmente as variedades IAC-164 e IAC-165 (Dourado Precoce X IAC-1246), ambas bastante produtivas e de ampla adaptação a todos os tipos de solo e também adaptadas tanto à colheita manual quanto à mecânica.

Mais recentemente, o cultivar IAC-1278, proveniente da Colômbia e trazido em 1976 para o IAC, foi indicado para o plantio em regiões de várzeas de todo o Estado de São Paulo.

Não obstante o lançamento de novas variedades, fica difícil detectar um elo de ligação bem definido entre um possível processo de adoção destas e a evolução do rendimento (período 1948-80), visto que não se constata durante esses anos, reversão da tendência declinante do mesmo. Na realidade, as causas prováveis da baixa produtividade, desestimulando a maior tecnificação da cultura, são de natureza diversa.

É opinião generalizada de que a cultura sofreu um intenso processo de substituição, explicado tanto pela concorrência regional da rizicultura extensiva e itinerante de algumas regiões de Mato Grosso, Goiás, Maranhão, entre outras, como pela moderna rizicultura gaúcha (2). Infere-se, assim, que para o orizicultor paulista não haveria vantagem em modernizar a sua lavoura, preferindo alocar recursos em atividades mais rentáveis.

Evidentemente, na tomada de decisão do agricultor está presente o elemento de incerteza representado pelo risco da cultura do arroz em condições de sequeiro, comprometendo a sua produtividade frente às variações do clima.

Assim, a ocorrência de condições climáticas adversas em maior ou menor frequência afetaria, em parte, o rendimento da cultura, às quais a mesma é bastante sensível.

Entretanto, a existência de limitação tecnológica, como já assinalado, ou seja, a criação de variedades produtivas e menos sensíveis às intempéries, parece ser o ponto principal da questão.

(12) A variedade IAC-1246, considerada mais produtiva que as demais cultivadas na época de seu lançamento (1965), conseguiu, aparentemente, elevar o rendimento da cultura, porém, não tão intensamente que se mantivesse nos anos subsequentes.

A despeito do esforço da pesquisa agronômica na obtenção de variedades adaptadas ao cultivo de sequeiro, as evidências levam a crer que os resultados alcançados não são tão eficazes no sentido de criar variedades que assegurem produtividade elevada e principalmente mais estável (22).

A ausência de zoneamento ecológico para o arroz, fornecendo os elementos necessários quanto à duração e frequência dos períodos de estiagem ("veranicos") (13), nas diferentes regiões do Estado, também dificulta a experimentação regional de adaptação de novas variedades.

Por sua vez, os baixos índices de produtividade, permanecendo estáacionários, poderiam levar à conclusão de que a cultura do arroz manteve-se à parte do desenvolvimento alcançado pela agricultura paulista nas últimas décadas.

Na realidade, não são a substituição de variedades constituiu, de certa forma, um indicador de que os agricultores estavam interessados e atentos às inovações tecnológicas disponíveis, como também outros indicadores, como a intensificação do uso de fertilizantes e maquinaria, mostram que a lavoura arrozeira avançou um pouco mais no processo de modernização da agricultura em São Paulo.

Com relação ao uso de fertilizantes, acredita-se que numa utilização maior e mais adequada não se concorre para a elevação da produtividade, mas depende também de outros fatores, como (2):

- a) introdução de variedades que absorvam com maior eficiência os elementos nutritivos;
- b) grau de fertilidade dos solos;
- c) relação entre o preço do fertilizante e do produto.

No Estado de São Paulo, a proporção da área adubada aumenta na década de 70, elevando-se de 30% em 1971 para 61% em 1980 (quadro 4). Quanto à relação do preço do fertilizante - preço do produto, sabe-se que esta mostra-se mais favorável ao maior uso do mesmo no período 1964-73 (figura 2).

No que se refere ao emprego de maquinaria, conforme ANTUNIASI (2), em geral, a lavoura do arroz tende a ser mais mecanizada do que adubada, estando a mecanização associada ao destino da produção (venda ou auto-consumo), utilizando-se também da maquinaria existente na propriedade para o produto principal.

De fato, verifica-se que nas operações de cultivo (aração e plantio) e também na colheita com equipamento, o emprego de máquinas e implementos au

(13) Períodos secos na época úmida do ano, ocorrendo frequentemente entre janeiro e fevereiro, quando a cultura está, na maioria das regiões, em fase de florescimento (4).

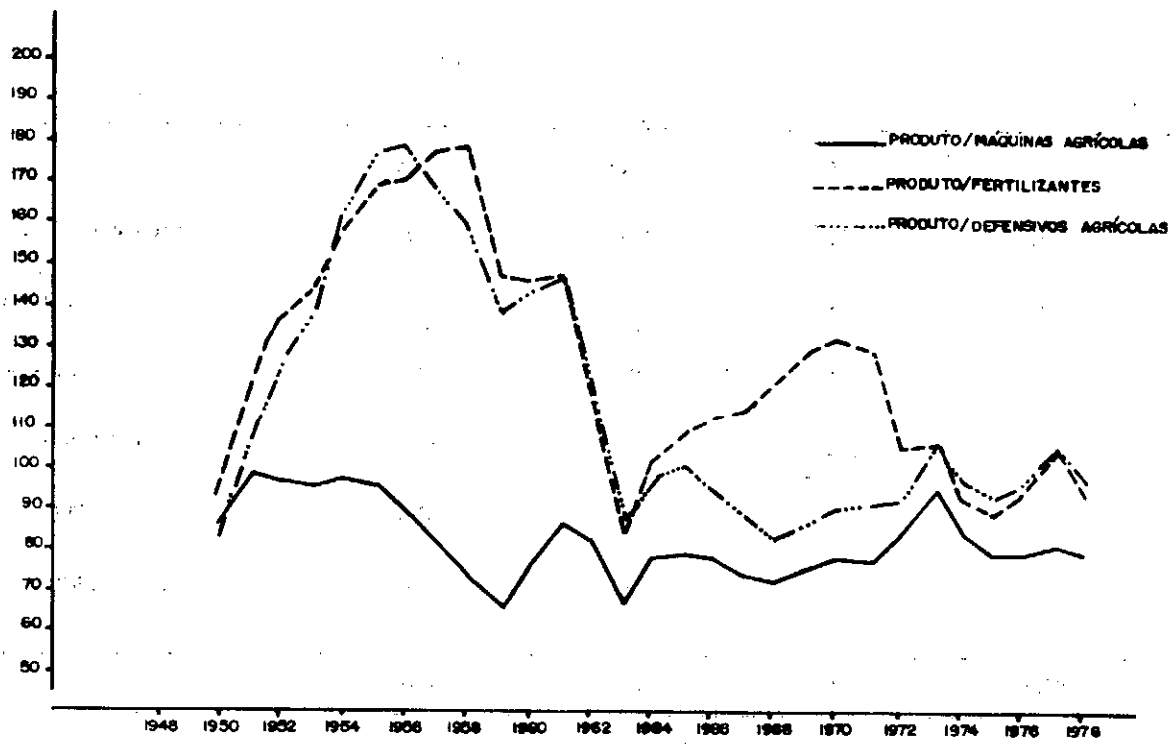


FIGURA 2. - Preços Relativos Arroz/Fertilizantes, Arroz/Máquinas Agrícolas, Arroz/Defensivos-Agrícolas, Estado de São Paulo, Média Móvel 1948/78.

QUADRO 4. - Medição da Técnica Empregada na Cultura do Arroz no Estado de São Paulo, 1971-80
(em porcentagem)

Técnica	1971	1972	1975	1976	1980
Aração com animal	27,5	25,5	13,2	-	11,7
Aração com trator	72,5	74,5	86,8	-	88,3
Plantio com equipamento	54,1	53,1	64,2	-	72,1
Capina com animal	40,4	40,0	36,9	-	33,1
Capina com trator	6	6,5	13,1	-	21,9
Colheita com equipamento	18,5	23,0	34,4	37,6	43,1
Adubação	30	37	49	52	61

Fonte: Levantamento de Previsão e Estimativas de Safras Agrícolas no Estado de São Paulo, IEA/SAA.

mentou na última década, ao mesmo tempo que a relação preço do arroz - preço de máquinas mostra-se favorável à maior adoção da prática no período 1964-74 e nos anos finais da década de 70 (figura 2).

Finalmente, no que se refere ao uso de defensivos agrícolas, não existem dados específicos relativos à cultura do arroz. Assim, a relação do preço do produto-preço de defensivos agrícolas indica que a utilização do insumo se tornou interessante para o rizicultor apenas na primeira parte dos anos 70 (figura 2).

3.2 - Banana

A bananeira talvez seja uma das poucas lavouras exploradas em quase todos os municípios brasileiros, em regiões de altitudes diversas, tanto em áreas com condições ecológicas favoráveis como também desfavoráveis.

Apesar disto, sua importância econômica é relativamente recente e as áreas de plantio comercial são restritas a certas regiões do sudeste brasileiro (3).

No caso da banana, a posição do País como exportador vem dependendo exclusivamente da produção situada no litoral paulista. Por sua vez, a presença da bananicultura no litoral de São Paulo se deveu mais à existência de um porto favorecendo o mercado de exportação do que a uma condição ecológica apropriada (6).

No Estado de São Paulo, os métodos de condução dos bananais mostram algumas modificações importantes no seu aspecto tecnológico, como, por exemplo, a implantação de cultivos intensivos iniciada na década de 60, deixando de ser tida como uma cultura simplesmente extrativa, de caráter nômade (16).

Além disso, os bananicultores passaram a se preocupar mais com a qualidade das frutas, principalmente a aparência, pressionados por exigências do mercado de frutas frescas, tornando imprescindível uma melhor condução técnica das lavouras:

Por outro lado, muitas das alterações no nível tecnológico de produção resultaram da introdução de informações obtidas de outros países e de estudos realizados em nossas condições, também nos anos 60, possibilitando o estabelecimento de conceitos básicos no que concerne à época de plantio, solo, clima, cultivares, fertilização, espaçamento e demais fatores que influenciam o processo produtivo (16).

Anteriormente, ou seja, por volta de 1950, o IAC já havia iniciado trabalhos experimentais sobre adubação verde e emprego de calagem, objetivan

do fornecer orientação aos produtores na condução da cultura, através de adu
bação e métodos de cultivo compatível com as exigências da planta (17).

Tomando como referência o período de 1927-77, no que se refere às
pesquisas realizadas com a banana no Estado de São Paulo, verifica-se que es
tas são recentes, mostrando-se em maior número a partir do qüinqüênio 1967-71,
destacando-se as pesquisas sobre pragas e doenças, práticas culturais e pesqui
sas biológicas básicas (quadro 5).

Conquanto para alguns a pesquisa bananícola realizada no País mos
trou-se ausente por longo período, não pode passar despercebido que, dentre os
produtos domésticos, a pesquisa agrícola relativa ao produto também proporcio
nou resultados significativos, notadamente quanto ao aumento da produtividade.
Para se ter uma idéia mais precisa da evolução do rendimento, os dados do qua
dro 6 mostram que este eleva-se de 7.895,7kg/ha, em 1948/50, para 12.582,3kg/
ha em 1963/65 e para 18.495,7kg/ha em 1979/80.

Por sua vez, o exame das taxas de crescimento põe em destaque al
guns aspectos interessantes. Primeiramente, se identifica clara tendência de
crescimento do rendimento para o total do período analisado, ou seja, 4,35%
a.a. em 1948-80, enquanto a área cultivada com o produto decresce a uma taxa
de 2,40% a.a. (quadro 7). Provavelmente, esta última diz respeito à diminui
ção da área com bananais comerciais, principalmente aquelas que por condições
de preço do produto se tornaram antieconômicas, notadamente as plantações si
tuadas em regiões montanhosas (6).

Nos demais subperíodos, verifica-se que a área e rendimento apresen
tam comportamentos diversos, principalmente nas décadas de 50 e 60; assim, en
quanto a área com o produto cresce a uma taxa de 6,09% a.a. em 1950-59, o ren
dimento decresce a uma taxa de 3,44% a.a. (quadro 7). A tendência decrescente
da produtividade no período assinalado pode ser conseqüência do "Mal de Siga
toka" (14) e da não utilização de técnicas culturais adequadas.

O "Mal de Sigatoka" (causado pelo fungo Mycosphaerella muscolaleach),
também conhecido por cercosporiose ou "Mal das Folhas", é uma doença
bastante séria, cujo método de controle é feito com pulverização de óleo mine
ral associado a um fungicida sistêmico. Porém, o êxito desse método depende
de boa programação das aplicações, de mão-de-obra especializada e de equipa
mentos, elevando bastante os custos de produção.

Também a aplicação do referido método passou a exigir uma mudança ra
dical na atitude do lavrador em relação ao trato cultural da banana, pela ne
cessidade de se fazer pulverizações sistemáticas e periódicas. Além disso, o

(14) O "Mal de Sigatoka" apareceu no litoral paulista em 1952.

QUADRO 5. - Número de Artigos Técnicos Publicados sobre Pesquisa Agrícola para a Cultura da Banana, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1927-31 a 1977-81

Natureza da pesquisa	1927-31	1932-36	1937-41	1942-46	1947-51	1952-56	1957-61	1962-66	1967-71	1972-76	1977-81	Total
Nutrição e adubação	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Solos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Pragas e doenças	1	1	3	0	0	5	3	0	4	1	1	13
Pesq. biol. básicas	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	5
Genética e melhoramento	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Práticas culturais	0	0	0	0	1	0	0	2	3	3	0	9
Clima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irrigação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mecanização agrícola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1	3	3	0	1	5	3	5	8	7	2	38

Fonte: MARTIN, N.B. et alii (s.d.).

QUADRO 6. - Comportamento da Área e Rendimento da Cultura da Banana, Estado de São Paulo, Média Móvel Trienal 1948/50 - 1978/80

Ano	Ano	Área (1.000ha)	Rendimento (kg/ha)
1948/50	1948/50	43,3	7.895,7
1951/53	1951/53	51,7	6.875,3
1954/56	1954/56	75,1	5.489,0
1957/59	1957/59	77,2	5.691,7
1960/62	1960/62	49,2	9.526,0
1963/65	1963/65	39,4	12.582,3
1966/68	1966/68	36,9	15.114,0
1969/71	1969/71	26,7	16.871,0
1972/74	1972/74	31,0	16.578,0
1975/77	1975/77	37,1	16.028,3
1978/80	1978/80	39,4	18.495,7

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).
 Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

QUADRO 7. - Taxas Anuais de Crescimento da Área e Rendimento da Cultura da Banana, Estado de São Paulo, Períodos Diversos, 1948-80

Item	1948-80	1950-59	1960-69	1970-79
Área (ha)	-2,40	-6,09	-5,43	4,87
Rendimento (kg/ha)	4,35	-3,44	6,25	0,79

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).
 Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

fato de que nem todo agricultor tinha condições econômicas ou técnicas para fazê-lo corretamente acabou sendo um dos fatores que afetaram negativamente o rendimento dos bananais em produção (6).

Na década de 60, o rendimento voltou a apresentar crescimento acelerado, de 6,25% a.a., bastante significativo, considerando a queda observada no período anterior. Em contraposição, a área cultivada com o produto decresceu também acentuadamente, 5,23% a.a. (quadro 7).

Tal retração de área provavelmente está ligada ao abandono das áreas de topografia acidentada (15) que, do ponto de vista do uso do solo, não são apropriadas ao cultivo da bananeira. Em outras palavras, passou-se a exigir maior produtividade das zonas ecologicamente mais favoráveis.

Um dos motivos dessa mudança foi a própria incidência do "Mal de Sigatoka", agindo como elemento de evolução técnica, cujo controle, ao acarretar custos elevados, só seria viável se houvesse maior produtividade das bananeiras em produção.

Num enfoque mais amplo, outro aspecto envolvido diz respeito à própria evolução do bananicultor, que lentamente foi deixando o estágio de nomadismo ou extrativismo, fixando suas lavouras nas áreas com maior potencial de racionalização.

Quanto ao crescimento do rendimento, este retrata a introdução de inovações tecnológicas significativas e específicas à cultura, naquele período. Merecem destaque os resultados alcançados pelo IAC com a seleção da cultivar nanicao-açu, originário do litoral paulista, apresentando qualidades excelentes quanto ao aspecto externo e palatabilidade (16).

Embora a implantação do nanicao em substituição ao nanica tenha se iniciado no princípio dos anos 50, somente a partir de 1960 é que se registrou programa efetivo de substituição de variedade, visando a produção de bananas mais longas e melhor conformadas, segundo as exigências vigentes do mercado internacional.

Se, por um lado, a mudança de cultivar vinha de encontro à melhor qualidade da fruta exigida para sua comercialização, por outro lado, o uso das embalagens em caixas de papelão, preservando melhor as pencas, concorreu sobremaneira para a mais rápida adoção do cultivar. Como consequência dessa expansão, a banana passou a ser cultivada também em terras de baixada, contribuindo muito provavelmente para o aumento do rendimento.

A década de 70 caracteriza-se pelo abandono das plantações de monta

(15) Levantamento aerofotogeométrico, realizado em 1962, mostra que 50% das bananeiras do litoral paulista situava-se em solos de topografia acidentada (6).

nha, pelo adensamento do número de pés por hectare com o abandono de cultivos marginais e pela restrição à fundação de novas lavouras (6).

Na área de genética e melhoramento, estudos realizados pela PESAGRO (Rio de Janeiro) com cultivares de bananeira do grupo Prata (Mysore, Prata e Branca de Santa Catarina, Padath e Branca), verificaram que a variedade Mysore é sensivelmente mais resistente ao "Mal de Sigatoka", comparativamente ao cultivar Branca, além de produzir cachos com maior peso e de possuir sistema radicular mais forte, proporcionando à planta melhor sustentação e defesa contra adversidades climáticas (7).

Com respeito ao maior uso de insumos modernos (corretivos do solo, fertilizantes e defensivos agrícolas) e de maquinaria agrícola, há carência de dados específicos à cultura.

No que se refere ao emprego de fertilizantes, levantamento realizado pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) em 1973, no litoral do Estado, mostrou que 76% dos agricultores pesquisados utilizavam adubos químicos formulados.

A calagem (aplicação do pó calcário dolomítico para corrigir a acidez do solo) é utilizada como prática agrícola rotineira devido aos bons resultados alcançados, não sendo aplicada mais intensivamente dadas as dificuldades em fazê-lo em bananais desalinhadados (6).

Também nesse tipo de bananal, o controle de ervas daninhas nas densidades recomendadas (2.000 a 2.500 bananeiras) é mais econômico quando feito por herbicidas de contato, além do que o alto teor de umidade comum nas regiões bananeiras dificulta e reduz a eficiência das capinas manuais. Nas áreas mecanizáveis e plantadas em linhas, porém, as roçadeiras mecânicas tornam o controle mais econômico.

Por sua vez, a relação de preço de banana-preço de fertilizantes e preço de banana-preço de defensivos agrícolas mostra que somente a partir da segunda metade dos anos 60 (fertilizantes) e no decorrer da década de 70 (defensivos) é que houve maior lucratividade no uso desses insumos (figura 3).

Quanto ao maior emprego de maquinaria na cultura, em todo o período analisado (1948-80), a relação preço do produto-preço de máquinas e implementos mostra-se mais favorável à sua adoção a partir da década de 70, refletindo maior lucratividade, o que motivaria os agricultores a ampliarem a mecanização da cultura.

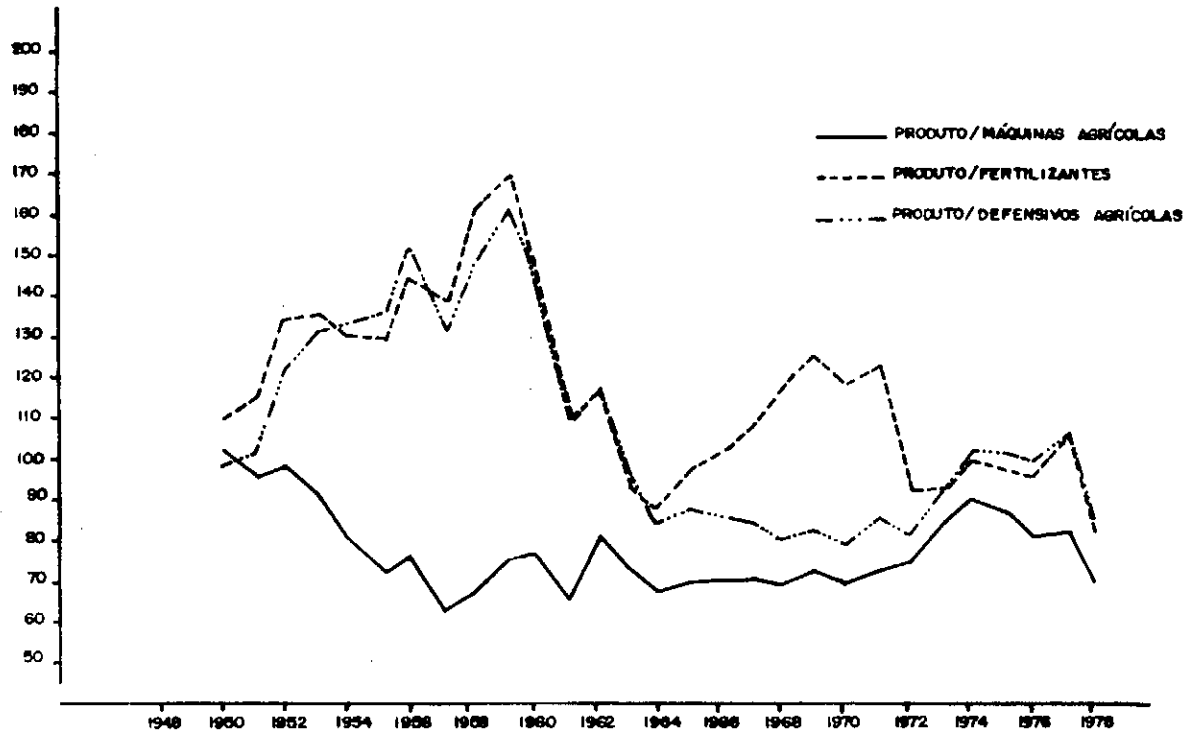


FIGURA 3. - Preços Relativos Banana/Fertilizantes, Banana/Máquinas Agrícolas, Banana/Defensivos Agrícolas, Estado de São Paulo, Média Móvel 1948/78.

3.3 - Feijão

No Brasil, o feijão estabeleceu-se como alimento básico de grande parcela da população, representando a sua principal fonte de proteína vegetal, sobretudo para a maioria da população rural do País, que mais sofre de deficiências protéicas gerais (1).

Historicamente, o Brasil se destaca como um dos principais países produtores. Contudo, a quase totalidade da produção brasileira de feijão destina-se ao abastecimento interno, praticamente inexistindo o comércio internacional do produto devido à pequena aceitação para o consumo em muitos países estrangeiros e à situação de auto-suficiência da maioria dos países produtores (1).

Segundo BLUMENSCHNEIN & GUZZELLI (5), a queda mais brusca da produtividade do feijão no Brasil coincidiu com a expansão da produção dos produtos agrícolas exportáveis, especialmente da soja, ficando o feijão relegado às áreas menos férteis, ao cultivo consorciado e ao menor uso de insumos.

Por outro lado, recentes incentivos dados aos produtores através de uma política agrícola mais dirigida aos produtos de consumo interno, como o feijão, têm sido acompanhados de uma maior disposição por parte dos produtores em adotar maior nível tecnológico na exploração da cultura (21).

Entretanto, entende-se que tradicionalmente persistiu ao longo do tempo uma posição política de desinteresse para com o produto, repercutindo em múltiplos aspectos como por exemplo, o reduzido desenvolvimento das atividades de experimentação e pesquisa agrícola relacionadas à cultura. Sabe-se que, entre 1930 e 1950, estudos dispersos existentes limitavam-se a aspectos específicos como diagnósticos dos fatores que afetavam a cultura. Todavia, havia pouco conhecimento sobre a adaptabilidade climática e ecológica ou sobre o controle de pragas e doenças.

Principalmente com respeito à pesquisa agrícola, conforme PASTORE, DIAS & CASTRO (18) "pode-se até asseverar que o caráter de subsistência dessa cultura tende a retratar-se no caráter de subsistência de sua pesquisa". Segundo aqueles autores, as pesquisas com feijoeiro nunca receberam qualquer prioridade da parte do poder público, enfrentando os institutos de pesquisa sérios obstáculos quanto ao movimento de recursos financeiros e de pesquisadores qualificados. Tais circunstâncias acabaram por comprometer a atuação da pesquisa e experimentação com o produto, aparentemente incapazes de gerar e difundir tecnologias disponíveis aos produtores na resolução de problemas surgidos na cultura.

O reflexo da carência de recursos e de pessoal técnico especializado incide, por sua vez, nas diversas áreas de estudo da cultura, destacando-se

entre outras atividades relacionadas aos programas de melhoramento do feijoeiro dada a sua importância na seleção e obtenção de variedades mais produtivas e resistentes. Na opinião de especialistas do produto, os trabalhos de melhoramento constituem até hoje um dos problemas básicos da cultura feijoeira no Estado.

Em parte, isto se deve ao fato de que as variedades e linhagens de feijão recebidas de outras procedências vêm sempre apresentando bons resultados nas condições locais, sendo então descartadas em vista das características indesejáveis ou do seu pequeno valor frente às exigências dos mercados consumidores. Ademais, segundo ABRAHÃO (1), a grande maioria das variedades cultivadas em São Paulo (e em outros Estados), sobretudo variedades comerciais, via de regra sempre foram bastante suscetíveis ao elevado número de doenças que afetam a cultura do feijão. Em alguns casos, a importância dessas doenças chega mesmo a variar nas diferentes regiões paulistas, como ocorre, por exemplo, com a ferrugem, causada por Uromyces phaseoli var. typica Arth., devido à provável existência de raças fisiológicas do patógeno.

Em face de tais circunstâncias, desde cedo ficou evidente a necessidade de se implantar um plano de melhoramento visando a obtenção de variedades mais resistentes à seca e às doenças, mais produtivas e segundo a preferência do mercado consumidor, embora os trabalhos de pesquisa tivessem se iniciado por volta de 1930 (16). Atualmente numerosos cultivares são plantados em São Paulo, destacando-se: Rosinha G-2, Bico de Ouro e mais recentemente o Carioca, abrangendo cerca de 70% da área plantada com feijão no Estado.

A revisão das pesquisas com o feijoeiro mostra que apesar de iniciadas no final da década de 30, somente a partir dos anos 60, as pesquisas com feijoeiro ganharam ênfase, destacando-se dentre elas as relativas à nutrição e adubação e às pragas e doenças. Seguem-se, em menor número, pesquisas sobre genética e melhoramento e as relativas a práticas culturais (quadro 8).

É importante observar que os trabalhos de genética e melhoramento foram enfatizados, chamando a atenção para a necessidade de se obter novas variedades. Apenas recentemente sabe-se que novos cultivares estão sendo colocados à disposição dos agricultores como Carioca 80, Moruna 80, Aroana 80, Aysô e Aetê, com produtividade 10% a 15% superiores ao Carioca comum (19).

Nos últimos anos, tem-se estudado o comportamento de linhagens e cultivares de feijoeiro para o cultivo de inverno realizado em várzeas do Vale do Paraíba, nos meses de maio-junho (22). Embora algumas linhagens e cultivares tenham apresentado melhores produções médias, os cultivares Aroana (H40C1722),

(16) Esses trabalhos foram inicialmente desenvolvidos na Seção de Genética, do Instituto Agronômico, e posteriormente na Seção de Leguminosas.

QUADRO 8. - Número de Artigos Técnicos Publicados sobre Pesquisa Agrícola para a Cultura do Feijão, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1927-31 a 1977-81

Natureza da pesquisa	1927-31	1932-36	1937-41	1942-46	1947-51	1952-56	1957-61	1962-66	1967-71	1972-76	1977-81	Total
Nutrição e adubação	0	0	0	0	0	0	0	15	12	4	1	32
Solos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pragas e doenças	0	0	3	2	0	0	5	8	10	4	0	32
Pesq. biol. básicas	0	0	0	0	0	0	1	4	7	4	2	18
Genética e melhoramento	0	0	2	0	0	0	1	3	3	1	0	10
Práticas culturais	0	0	0	0	0	0	1	2	4	4	1	12
Clima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irrigação	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Mecanização agrícola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	5	2	0	0	8	32	37	17	4	105

Fonte: MARTIN, N.B. et alii (s.d.).

Moruna (H40C1725), Piratã-1 e Carioca foram os mais indicados para o plantio nessa região, em vista da elevada capacidade produtiva demonstrada também em outras regiões do Estado e pela maior facilidade na aquisição de sementes pelos agricultores.

No Estado de São Paulo, observa-se que, embora a área cultivada com o produto tenha aumentado, elevando-se de 232,7 mil hectares (1948/50) para 428,3 mil hectares (1978/80), o rendimento que era de 653,3kg/ha (1948/50) diminuiu para 565,3kg/ha (quadro 9). Entretanto, considerando apenas o crescimento do rendimento nas três últimas décadas, verifica-se que, nas de 60 e 70, o rendimento cresceu, respectivamente, a taxas de 2,06% e 2,26%, levando a crer que esse incremento esteja claramente associado a melhorias na condução técnica da cultura (quadro 10).

Aquí cabe destacar o fato de que nas chamadas lavouras "solteiras" (não consorciadas), realizadas em áreas de grande concentração do produto e voltadas exclusivamente para a comercialização, a cultura do feijão é conduzida com alta tecnologia, como ocorre, por exemplo, nas regiões pertencentes à Divisão Regional Agrícola (DIRA) de Sorocaba (SP), constituindo exceção ao quadro geralmente apontado para a cultura no Estado. Consta-se, assim, que a maior tecnificação do cultivo, através da adoção de técnicas modernas (uso de adubos, defensivos, herbicidas, novas variedades e mecanização dos tratamentos culturais), tem contribuído para que ocorram significativos ganhos de produtividade da cultura na região, elevando o rendimento médio do Estado.

Um detalhe importante a ser considerado prende-se ao fato de que condições climáticas bastante favoráveis ao cultivo do feijão prevalecem na região de Sorocaba. Embora sendo uma planta bastante exigente em relação ao clima, a localização do feijoeiro em áreas ecologicamente favoráveis à planta, possibilita obter elevados índices de rendimentos por área, a despeito da existência ou não de um maior grau de tecnificação da cultura. Em termos gerais, para o Estado de São Paulo observa-se situação inversa, em que a grande vulnerabilidade da cultura feijoeira às condições climáticas e também à incidência de pragas e doenças, compromete seriamente a produtividade da mesma, caracterizando-a como uma atividade sujeita a grandes riscos. Por outro lado, constata-se que no período 1970/71 e 1979/80 a proporção da cultura solteira em relação ao total cresce de 72% para 92%. Esta modalidade de cultivo, que no início do período já predominava na região de Sorocaba, ganha importância significativa também nas demais regiões (quadro 11).

Também deve ser assinalada a rápida expansão da aplicação de fertilizantes e de defensivos. Entre 1972 e 1980, a área adubada passou de 24% para 73%, enquanto a área tratada com defensivos elevou-se de 4% para 40%. Quanto ao preparo do solo com trator, que era realizado em 3% da área cultivada

QUADRO 9. - Comportamento da Área e Rendimento da Cultura do Feijão, Estado de São Paulo, Média Móvel Trienal, 1948/50 - 1978/80

Ano	Área (1.000ha)	Rendimento (kg/ha)
1948/50	232,7	653,3
1951/53	195,2	638,7
1954/56	276,4	377,7
1957/59	312,1	446,0
1960/62	387,4	384,0
1963/65	367,9	457,0
1966/68	305,8	475,0
1969/71	259,7	453,7
1972/74	269,9	480,7
1975/77	273,5	544,0
1978/80	428,3	565,3

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

QUADRO 10. - Taxas Anuais de Crescimento da Área e Rendimento da Cultura do Feijão, Estado de São Paulo, Períodos Diversos, 1948-80

Item	1948-80	1950-59	1960-69	1970-79
Área (ha)	0,98	6,52	-4,15	5,22
Rendimento (kg/ha)	-0,15	-3,86	2,06	2,26

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

QUADRO 11. - Área Cultivada com Feijão em Cultura Solteira e Intercalar nas DIRAs do Estado de São Paulo, 1970/71 e 1979/80
(em porcentagem)

Ano	DIRA	Presidente Prudente		Campinas		Vale do Paraíba		São Paulo		Sorocaba	
		Solteira	Intercalar	Solteira	Intercalar	Solteira	Intercalar	Solteira	Intercalar	Solteira	Intercalar
1970/71		38	62	68	31	46	54	100	-	97	3
1979/80		70	30	84	16	54	46	96	4	99	1

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

em 1972, passa a 74% em 1980. O plantio, com equipamento, que correspondia a 31% da área cultivada, eleva-se a 72% no mesmo período (quadro 12).

Por sua vez, as indicações obtidas através das relações de preços do produto-preços de defensivos e fertilizantes e preços do produto-preço de maquinaria revelam-se favoráveis à adoção dos insumos e mecanização da cultura a partir da década de 70 (figura 4).

3.4 - Tomate

Até a década de 40, a produção de tomate era realizada por imigrantes ibéricos e italianos, que mantinham chácaras ou arrendavam terras para tal finalidade nas proximidades da cidade.

Desde então, o cultivo do tomate tem-se intensificado em todo o País, havendo aumento significativo da produção, com as indústrias existentes ampliando sua capacidade e com novas sendo instaladas em diversas regiões (15).

Por outro lado, os elevados investimentos exigidos na condução da cultura, principalmente na de tomate envarado, bem como a necessidade de o agricultor ter conhecimentos específicos sobre o tomateiro para garantir sucesso na atividade têm levado quase sempre à adoção das inovações tecnológicas disponíveis e relativas ao produto.

Em São Paulo, a cultura do tomate é realizada sob duas tecnologias agronômicas até certo ponto distintas (17): com estaqueamento e sem estaqueamento, ou seja, visando o consumo do produto "in natura" ou com destino à industrialização.

As culturas estaqueadas são conduzidas com tecnologia mais aprimorada, sendo uma atividade que requer grande quantidade de serviços, dado que todas as operações culturais são feitas manualmente. Assim, além do preparo do solo, há a produção e preparo de mudas, envolvendo seleção de sementes, emprego de nematicidas e o uso intensivo de defensivos e fertilizantes, determinando um alto custo de produção. Ou seja, o cultivo do tomate envarado é feito de modo intensivo, exigindo constante trabalho na fase de crescimento da cultura, sendo que os frutos obtidos devem apresentar muito boa qualidade, pois destinam-se ao consumo "in natura". Além disso, deve-se assinalar que o rendimento das culturas envaradas é muito mais elevado comparativamente ao obtido nas cul

(17) Parte das informações que se seguem sobre essas tecnologias baseiam-se em GRAZIANO NETO (10) e em informações obtidas junto a técnicos da CATIE e do IAC.

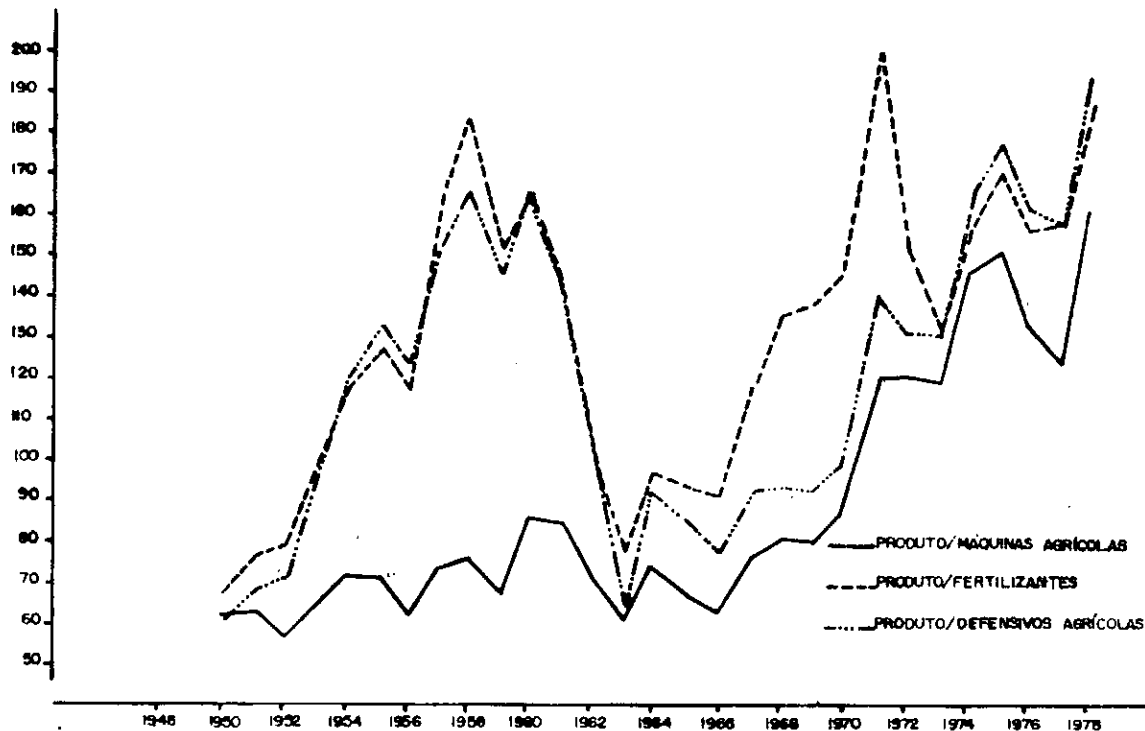


FIGURA 4. - Preços Relativos Feijão/Fertilizantes, Feijão/Máquinas Agrícolas, Feijão/Defensivos Agrícolas, Estado de São Paulo, Média Móvel 1948/78.

QUADRO 12. - Medição da Técnica Empregada na Cultura do Feijão no Estado de São Paulo, 1972-80
(em porcentagem)

Técnica	1972	1975	1976	1980
Aração com animal	62	48	52	26
Aração com trator	38	52	48	74
Plantio com equipamento	32	36	38	72
Capina com animal	40	38	42	36
Capina com trator	1	2	2	15
Colheita manual	99	99	99	94
Adução	24	39	47	73

Fonte: Levantamento de Previsão e Estimativas de Safras Agrícolas no Estado de São Paulo, IEA/SAA.

turas rasteiras (18).

Nestas, o tomate é cultivado extensivamente e com certo índice de mecanização; em apenas 30% da área cultivada (região do Noroeste Paulista) se verifica a condução da cultura com melhor tecnologia, caracterizada pelo em prego de irrigação (19), adubação química e controle fitossanitário.

Como a produção da cultura rasteira destina-se à industrialização, tem se notado, mais recentemente, tendência de cultivo de variedades mais apropriadas ao processamento industrial.

A partir dos dados do quadro 13, é possível observar o comportamento da área e rendimento da cultura do tomate no período 1948-80 e em alguns subperíodos.

De início, fica evidente o aumento da área com o produto, que se elevou de 6,6 mil hectares (1948/50) para 24,8 mil hectares (1978/80). Paralelamente ao aumento da área plantada, verifica-se o maior rendimento alcançado a partir da década de 50, notadamente no período 1950-59, crescendo a uma taxa de 8,20% a.a. (quadro 14) (20). Tal fato reflete claramente a utilização de melhores variedades, o uso de adubação química adequada e a adoção de medidas visando o controle fitossanitário da cultura.

Com respeito a essa última, sabe-se que o tomate é possivelmente a planta mais suscetível ao ataque de pragas e, principalmente, a doenças de difícil controle, como por exemplo as causadas por vírus e bactérias, que são as mais comprometedoras para a cultura.

A maior preocupação dos especialistas da cultura com relação aos seus aspectos fitossanitários é responsável pelo maior número de estudos na área de pragas e doenças, seguidas mais distante pelas pesquisas biológicas básicas (quadro 15).

Embora as plantas sejam agora mais resistentes a pragas e doenças, a prática agrícola mais recomendável e eficiente na prevenção de doenças do tomateiro tem sido a rotação de culturas, não se recomendando o plantio em áreas anteriormente cultivadas. Portanto, o produtor de tomate é, atualmente, arrendatário, não permanecendo mais do que três anos numa mesma área, procu

(18) O nome rasteiro é devido à condução da cultura sem nenhum tutoramento, ficando as plantas acamadas sobre o solo, emaranhando-se umas com as outras (10).

(19) Nas culturas irrigadas, o rendimento é significativamente superior ao das não irrigadas.

(20) Aparentemente as causas da queda de produtividade observada em alguns anos (período 1960-69) não são claras. Contudo, deve-se registrar a sensibilidade da cultura às intempéries climáticas como, por exemplo, a ocorrência de geadas.

QUADRO 13. - Comportamento da Área e Rendimento da Cultura do Tomate, Estado de São Paulo, Média Móvel Trienal, 1948/50 - 1978/80

Ano	Área (1.000ha)	Rendimento (kg/ha)
1948/50	6,6	15.118,3
1951/53	6,8	12.934,3
1954/56	7,8	17.170,7
1957/59	7,2	22.421,7
1960/62	8,5	28.938,0
1963/65	15,2	23.925,3
1966/68	14,7	26.529,7
1969/71	20,9	20.783,3
1972/74	24,2	22.580,0
1975/77	24,2	23.941,3
1978/80	24,8	27.678,7

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

QUADRO 14. - Taxas Anuais de Crescimento da Área e Rendimento da Cultura do Tomate, Estado de São Paulo, Períodos Diversos, 1948-80

Item	1948-80	1950-59	1960-69	1970-79
Área (ha)	5,59	-0,41	7,18	1,50
Rendimento (kg/ha)	1,71	8,20	-0,95	2,54

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

QUADRO 15. - Número de Artigos Técnicos Publicados sobre Pesquisa Agrícola para a Cultura do Tomate, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1927-31 a 1977-81

Natureza da pesquisa	1927-31	1932-36	1937-41	1942-46	1947-51	1952-56	1957-61	1962-66	1967-71	1972-76	1977-81	Total
Nutrição e adubação	0	0	0	0	0	0	1	3	1	3	0	8
Solos	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Pragas e doenças	1	1	4	4	9	7	10	8	10	11	0	65
Pesq. biol. básicas	0	0	0	1	1	2	1	2	3	5	4	19
Genética e melhoramento	0	0	0	0	2	0	1	0	1	1	0	5
Práticas culturais	0	0	0	0	2	0	1	0	1	3	0	7
Clima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irrigação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Mecanização agrícola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1	1	4	5	14	10	14	13	16	24	4	106

Fonte: MARTIN, N.B. et alii (s.d.).

rando, assim, evitar o ataque de doenças, pragas e infestação de ervas daninhas.

Quanto ao uso de novas variedades, são cultivados dois grupos distintos: o grupo Santa Cruz (variedades biloculares) e o grupo Salada (variedades pluriloculares).

A variedade Santa Cruz, originalmente, foi produto de um cruzamento natural entre as variedades Rei Humberto e Redondo Japonês. Na segunda metade da década de 40, essa variedade passou a ser cultivada em quase todos os tomais comerciais da Região Centro-Sul.

De lá para cá, predominam as variedades daquele grupo, embora, atualmente, o Santa Cruz original já tenha sido substituído por novas variedades melhoradas. Tem-se, assim, o Santa Elisa (IAC), Sul Brasil, Gigante de Piedade, Gigante Kobayashi, Samano, etc. Na realidade, tais variedades são simples linhagens melhoradas ou variedades resultantes do cruzamento do Santa Cruz com variedades pluriloculares importadas dos Estados Unidos.

Na década de 70, foram obtidos dois novos cultivares de tomate: o Angela, originado a partir da linhagem 'Angela L.C.', obtida em 1972, e o Angela Gigante, encontrado numa plantação de tomate "Angela", em Monte Mor (SP), obtido através de seleção massal de progênies.

As novas variedades apresentam maior tamanho, apesar de conservarem os dois lóculos, sendo algumas delas mais resistentes à rachadura. Na verdade, o predomínio das variedades biloculares é devido também à característica de maior resistência ao transporte de longa distância, mesmo em estradas precárias, permitindo o cultivo do tomate em regiões bem distantes das cidades (8).

Ainda na década de 70, verifica-se o aumento significativo da produção de tomate rasteiro estimulado pela implantação de novas fábricas de processamento, a partir de 1974.

Porém, a ocorrência de fortes geadas em 1975, seguida por condições climáticas anormais constatadas no ano seguinte, propiciou o aparecimento do fungo Phytophthora infestans, agente causador da doença conhecida por "requeima", determinando sérias quebras na produção de tomate.

Quanto ao emprego da adubação, sabe-se que o tomateiro responde prontamente à aplicação de fertilizantes, influenciando diretamente no rendimento da cultura (15).

Não se dispõe para o tomate de dados específicos no que se refere ao uso de adubação química. Assim, a relação de preço do produto-preço de fertilizantes indica que a utilização do insumo encontra condições favoráveis à sua adoção em certos períodos: na maior parte da década de 50 e em alguns anos da década de 60 (figura 5).

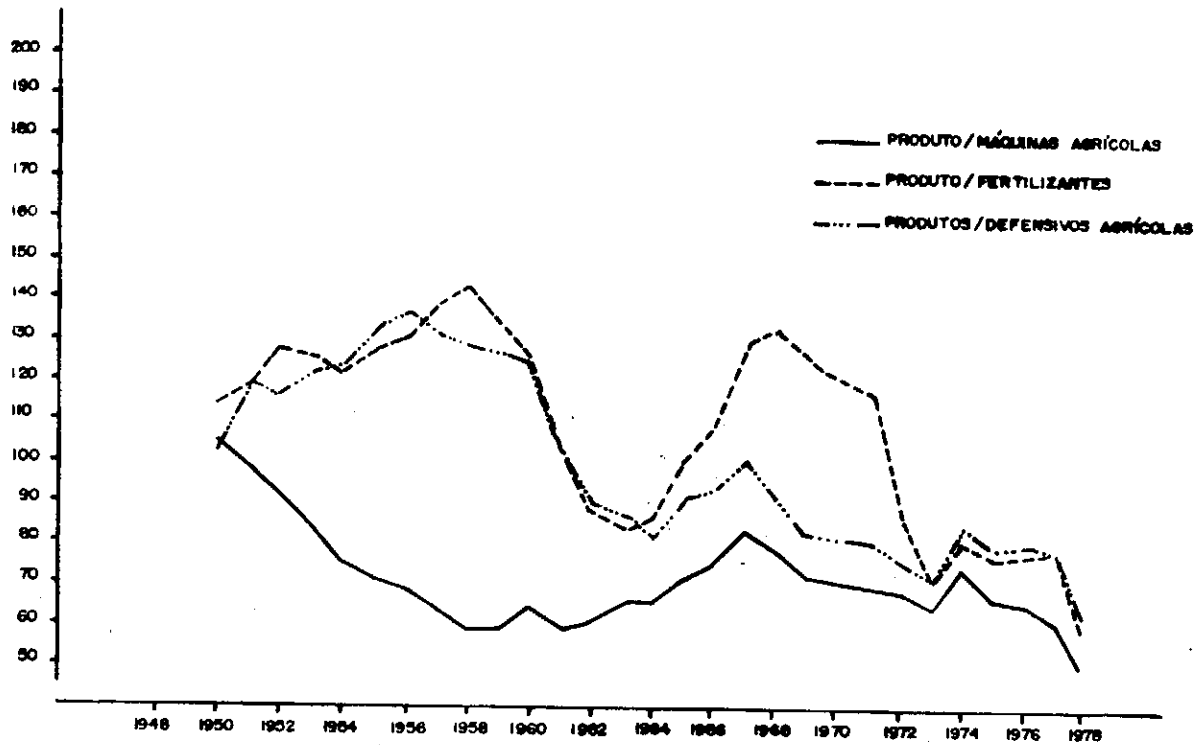


FIGURA 5. - Preços Relativos Tomate/Fertilizantes, Tomate/Máquinas Agrícolas, Tomate/Defensivos Agrícolas, Estado de São Paulo, Média Móvel 1948/78.

Quanto ao uso de defensivos agrícolas, é uma prática iniciada já no canteiro de sementeação, prolongando-se durante todo o ciclo da planta, embora diminuindo gradativamente a frequência de pulverização.

Também aqui, apesar da aplicação intensiva de defensivos, a relação de preço do produto-preço do insumo mostra-se favorável à adoção da prática apenas em alguns anos, principalmente na década de 50 (figura 5).

Finalmente, analisar a mecanização da cultura é difícil, pois, infelizmente, há carência de dados específicos neste aspecto. Por sua vez, a relação de preço do tomate-preço das máquinas é desfavorável ao emprego intensivo de maquinaria em quase todo o período analisado (figura 5).

4 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Como dito anteriormente, a importância da função logística reside no fato de ser esta uma forma simples e útil de resumir o comportamento do rendimento e do processo de adoção tecnológica de cada cultura. Assim, diferenças na evolução dos produtos são refletidas nos diferentes valores dos parâmetros da função logística.

Com relação às culturas do arroz e do feijão não foi obtido sucesso na aplicação do Método de Gauss-Newton. Para esses dois produtos não foi alcançada condição de convergência. Muito provavelmente, isso se deve ao comportamento extremamente irregular do rendimento dessas culturas como já apontado.

Para as culturas de banana e tomate, os resultados obtidos encontram-se sumariados no quadro 16. Observa-se serem estes perfeitamente adequados, tanto do ponto de vista estatístico como econômico.

Em termos estatísticos percebe-se, sem nenhuma exceção, serem todos os coeficientes estatisticamente diferentes de zero ao nível de pelo menos 1%.

Com relação à magnitude dos coeficientes, os resultados também se mostram bastante satisfatórios.

O parâmetro "a", que posiciona a função logística no eixo do tempo, parâmetro este associado à disponibilidade de tecnologia, possibilita o cálculo da data de início do processo de adoção tecnológica. Para o tomate, obteve-se o ano de 1953, enquanto que para a banana, o valor de "a" estimado indicou o ano de 1959. Estes valores estão bastante próximos das indicações já assinaladas. No caso da banana, o final da década de 50 e o início da de 60 marcam a introdução da variedade Nanicao em escala comercial. Quanto ao tomate, foi durante a década de 50 que se verificou a intensificação do uso de novas variedades, principalmente a Santa Cruz.

QUADRO 16. - Estimativa dos Parâmetros da Função Logística para Banana e Tomate (Método de Gauss-Newton)

Produto	Estimativa dos parâmetros			Graus de liberdade	Data $P_t = 0.10k$
	a	b	k		
Banana	-7.1128*	0.4742*	0.8379*	27	1959
Tomate	-6.2745*	0.9386*	0.7270*	27	1953

(*) Significância a nível de 1%.

O parâmetro "b" está ligado às condições de lucratividade entre a nova técnica e a técnica antiga. Quanto mais alto o valor de "b", mais rápido se processa a troca entre as duas tecnologias. Aqui também os resultados podem ser considerados bastante satisfatórios.

Dois razões explicam o maior valor de "b" encontrado para o tomate. Inicialmente, o fato de a banana ser uma cultura perene introduz um fator de inércia razoável no seu processo de adoção tecnológica. Não é econômico, do ponto de vista do agricultor, reformar totalmente o bananal, substituindo todas as touceiras em produção. Tal característica da cultura conduz normalmente a um processo mais lento de substituição de variedades.

Uma segunda razão seria, provavelmente, o grau de organização do mercado do tomate superior ao existente para a banana. O fato de que uma grande parcela do mercado está concentrada nas mãos de poucos compradores, com exigências bem definidas com relação ao fruto (tomate), impôs um ritmo mais intenso à transformação tecnológica da cultura.

Finalmente, com relação ao "k", o fato de a banana apresentar uma taxa de equilíbrio no processo de adoção superior ao do tomate revela maior homogeneidade na distribuição de tecnologias entre os agricultores. Para o tomate, o fato de existirem dois mercados distintos, um no atendimento da indústria, tomate rasteiro, e o outro para consumo "in natura", tomate envasado, mostra que persistem diferenças tecnológicas razoáveis, o que é refletido no seu valor de k.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Orientou-se o presente estudo para a escolha da função logística como sendo a que melhor representaria o processo de adoção de inovações tecnológicas, nos mesmos moldes do trabalho desenvolvido por GRILICHES (11).

Distinção importante, com relação ao trabalho de GRILICHES (11) refere-se ao procedimento aqui adotado: primeiramente, utilizou-se a variável rendimento (médias móveis) como "proxy" da proporção da área plantada sob a nova tecnologia. Definiram-se, para cada produto estudado, dois níveis de rendimento (relativos à alta e baixa tecnologia) e, a partir dessa hipótese, transformou-se a variável rendimento numa escala de 0 a 1, que caracterizaria a proporção da área total cultivada sob a nova tecnologia, isto é, P_t .

Uma crítica a esse procedimento é que a curva de P_t nada mais é que a própria curva de rendimento na nova escala, embora se saiba que tal "proxy" deva, provavelmente, acompanhar bem de perto o P_t verdadeiro.

Outro aspecto envolvido refere-se ao fato de que a análise restringe-se às inovações tecnológicas que interferem na produtividade da terra, como, por exemplo, o uso de sementes melhoradas e de fertilizantes, ou seja, tanto aquelas diretamente ligadas à melhoria da produtividade, como as responsáveis pela manutenção desta.

Tendo em vista que o aumento do rendimento reflete, na maioria das vezes, a atuação da pesquisa agrícola essencialmente do tipo poupadora de terra, considerou-se, então, a relação existente entre o volume de pesquisa destinada aos quatro produtos estudados e os ganhos de produtividade observados no período. Deste confronto ficou bastante claro que existe uma estreita relação entre a maior ênfase dada à pesquisa com o produto e o maior crescimento da produtividade no total do período e nos diversos subperíodos.

Também na tentativa de melhor caracterizar a adoção de inovações tecnológicas, estendendo-a para o caso de insumos (fertilizantes e defensivos agrícolas) e de máquinas e implementos agrícolas, foram utilizadas indicações indiretas quanto ao momento mais favorável à adoção destes, dada a relação de preço pago pelos insumos e preço recebido pelos produtos.

Os resultados encontrados mostraram, de certo modo, a importância da pesquisa agrícola e seus efeitos na elevação dos níveis de produtividade. Ao mesmo tempo, o presente trabalho procurou ressaltar a importância de focar a adoção de inovações tecnológicas através da análise de séries de rendimento, somando informações históricas sobre o processo de adoção de inovações tecnológicas a nível de produtos.

LITERATURA CITADA

1. ABRAHÃO, Ibrahim O. Melhoramento do feijoeiro. Bragantia, Campinas, 19(10):129-161, mar. 1960.
2. ANTUNIASI, Maria H.R. Multiplicidade tecnológica: a organização do trabalho na rizicultura do Estado de São Paulo. São Paulo, Fac. de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP, 1974. 165p.
3. ARAÚJO FQ., J.R. de. A cultura da banana no Brasil. Boletim Paulista de Geografia, São Paulo, (27):27-54, out. 1957.
4. ARRUDA, Hermano V. de.; PINTO, Hilton S.; ALFONSI, Rogério R. Probabilidade de estiagens nos meses de janeiro e fevereiro na região de Campi

- nas (SP). In: REUNIÃO DE TÉCNICOS EM RIZICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1., Campinas, 1979. Anais. Campinas, Secretaria de Agricultura, CATI, 1979. p.143-151.
5. BLUMENSCHNEIN, A. & GUAZELLI, R.J. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento agrícola do arroz e feijão. Revista de Economia Rural, Brasília, 18(3):435-446, jul./set. 1980.
6. BRASIL. Câmara dos Deputados. Comissão de Agricultura e Política Rural. Mesa Redonda da Bananicultura. Brasília, 1971.
7. BANANEIRAS mais resistentes ao Mal de Sigatoka. Dirigente Rural, São Paulo, 22(6):80, jun. 1983.
8. FILGUEIRA, Fernando A.R. Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças. São Paulo, Agronômica Ceres, 1972. (Ceres, 8)
9. GERMEK, Emílio B. & BANZATTO, Nicolau V. Melhoramento do arroz no Instituto Agronômico. Campinas, Secretaria da Agricultura, Instituto Agronômico, 1972. 56p. (Boletim, 202)
10. GRAZIANO NETO, Francisco. Agricultura e indústria: o caso do tomate em Taquaritinga, SP. Piracicaba, ESALQ/USP, 1977. 126p. (Tese-Mestrado)
11. GRILICHES, Z. Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change. In: FOX, Karl & JOHNSON, D. Gale. Readings in the economics of agriculture. Illinois, Richard D. Irwin, 1969. p.221-243.
12. MAKISHIMA, Nozomu. Cultura do tomateiro. Campinas, Secretaria da Agricultura, CATI, s.d. 79p. (Boletim Técnico, 32)
13. MARTIN, Nelson B. et alii. Geração de tecnologia e desenvolvimento de algumas culturas no Estado de São Paulo. São Paulo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, IEA, 1985. (Relatório de Pesquisa em andamento)
14. MEDINA, Julio C.; coord. Aspectos gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO FEIJÃO, 1., Campinas, 1971. Anais. Viçosa, Universidade Federal, 1972. p.1-106.

15. MINAMI, Keigo & HAAG, Henrique. O tomateiro. São Paulo, Fundação Car-gill, 1977. 352p.
16. MOREIRA, Raul S. Atuais conceitos sobre bananicultura. In: ————. Bananicultura: fruticultura tropical. Florianópolis, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Serviço de Extensão Rural, 1979. p.1-8.
17. O AGRÔNOMICO, Campinas, 1952.
18. PASTORE, José; DIAS, Guilherme L. da S.; CASTRO, Manuel C. Condicionan-tes da produtividade da pesquisa agrícola no Brasil. Estudos Econô-micos, São Paulo, 6(3):147-182, set./dez. 1976.
19. POMPEO, A.S. Aroana e moruna: cultivares de feijoeiro para o Estado de São Paulo. Bragantia, Campinas, 37:LXXIII-LXXVI, 1978.
20. ROGERS, E. Diffusion of innovations. New York, Free Press, 1962.
21. SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Comissão de Programação do feijão e outras leguminosas. Plano indicativo. São Paulo, 1976. 19p.
22. SILVA, Gabriel L.S.P. da; FONSECA, Maria A.S.; MARTIN, Nelson B. Pesqui-sa e produção agrícola no Brasil. São Paulo, Secretaria da Agricultu-ra, IEA, 1979. 78p. (Relatório de Pesquisa, 17)
23. SOUZA, A.J. de. Cultura de arroz: diagnóstico da situação, medidas cor-retivas. Campinas, Secretaria da Agricultura, CATI, 1969. 51p.
24. SANTOS, Zuleima A.P. de S. Adoção tecnológica na agricultura paulista. São Paulo, FEA/USP, 1983. 132p. (Tese-Mestrado)
25. VERA FQ., Francisco M. A study of change in North Carolina peanut, production, processes. Raleigh, North Carolina State University, 1976. 128p. (Tese-Doutorado)

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA

Comissão Editorial:

Coordenador: Celuta Moreira Cesar Machado

Membros: Antônio Augusto Botelho Junqueira

Antonio Ambrosio Amaro

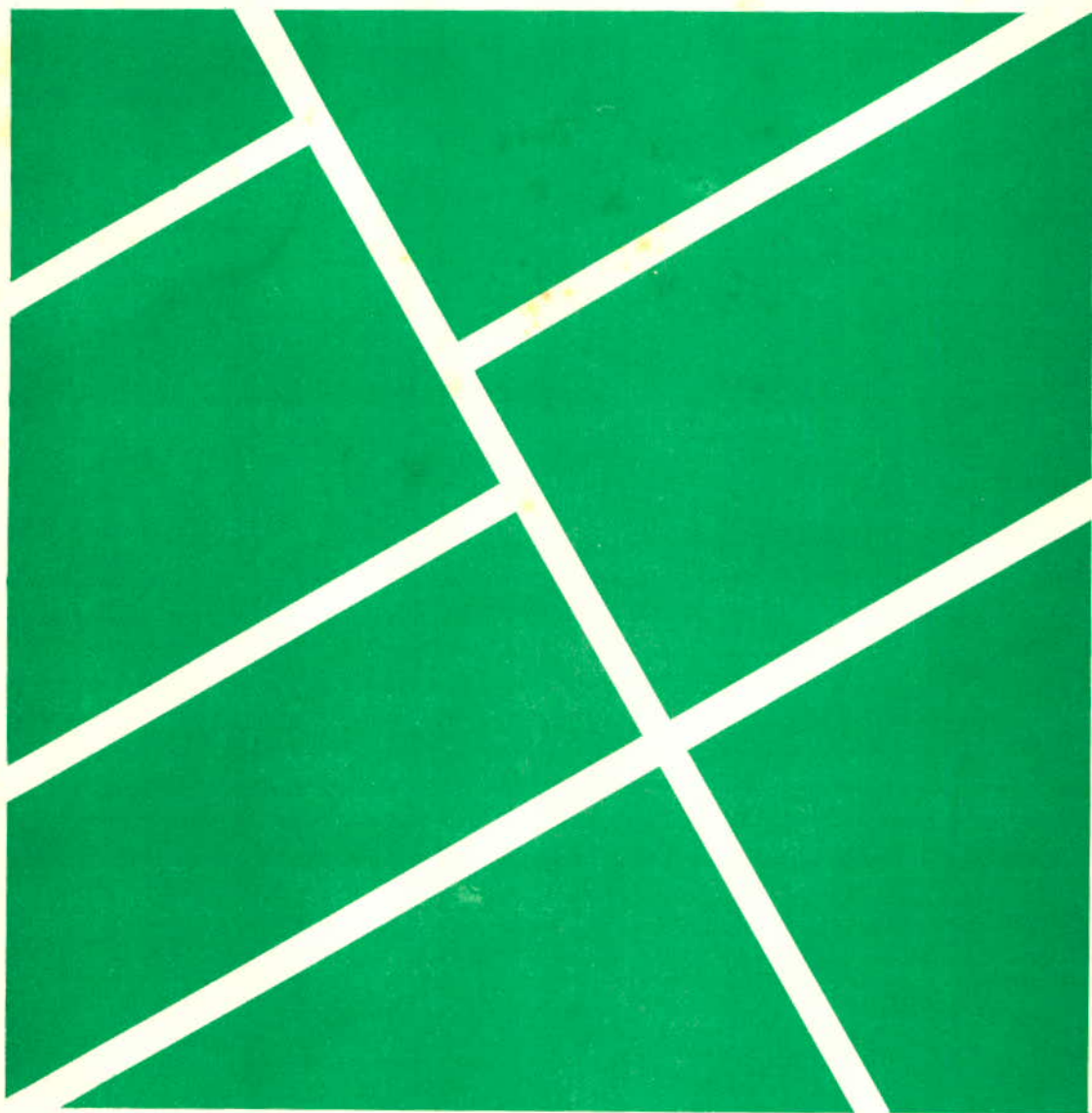
Arthur Antonio Ghilardi

Flavio Condé de Carvalho

José Luis Teixeira Marques Vieira

Maria Carlota Meloni Vicente

Bibliografia: Fátima Maria Martins Saldanha Faria



Relatório de Pesquisa
Nº 4/86

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

Instituto de Economia Agrícola