

**DOCUMENTOS
CNPS, 6
AGOSTO, 1984**

ISSN 0101-5494

**TAXA INTERNA DE RETORNO
DOS INVESTIMENTOS EM
PESQUISA DE SOJA**



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro Nacional de Pesquisa de Soja – CNPS
Londrina, PR

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA - CNPS

Documentos, 6

ISSN 0101-5494

TAXA INTERNA DE RETORNO DOS INVESTIMENTOS
EM PESQUISA DE SOJA

Antonio Carlos Roessing

Centro Nacional de Pesquisa de Soja
Londrina, PR
1984

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:

COMITÊ DE PUBLICAÇÕES DO CNPS

Rodovia Celso Garcia Cid, km 375

Telefones: (0432) 23-9850 e 23-9719

Telex: (0432) 208

Caixa Postal, 1061

86.100 - Londrina, PR

Roessing, Antonio Carlos

Taxa interna de retorno dos investimentos em
pesquisa de soja. Londrina, EMBRAPA-CNPS, 1984.

37p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 6).

1. Soja-Pesquisa-Aspectos econômicos.

I. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR.

II. Título. III. Série.

CDD-663.34072

© EMBRAPA - 1984

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	5
2. ALGUMAS METODOLOGIAS E RESULTADOS ALCANÇADOS ...	6
3. METODOLOGIA DE CÁLCULO DAS TAXAS DE RETORNO	7
4. CUSTOS DA PESQUISA	8
5. BENEFÍCIOS DA PESQUISA	8
6. CÁLCULOS DOS BENEFÍCIOS	12
6.1. Benefícios reais	13
6.1.1. Manejo de pragas da soja	13
6.1.1.1. Taxa de adoção	14
6.1.2. Redução das perdas na colheita de soja	15
6.1.2.1. Taxa de adoção	17
6.2. Benefícios potenciais	18
6.2.1. Racionalização da adubação	18
6.2.1.1. Taxa de adoção	19
6.2.2. Aplicação de herbicida em faixa	20
6.2.2.1. Taxa de adoção	21
6.2.3. Cultivares para baixas latitudes	21
6.2.4. Controle biológico da lagarta da soja	24
6.2.4.1. Taxa de adoção	25
6.2.5. Adaptação de equipamentos para realização de operações simultâneas	26
7. RESULTADOS E CONCLUSÕES	27
7.1. Taxa interna de retorno	29
7.2. Distribuição dos benefícios	31
8. CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA EM SOJA AO PIB AGRÍCOLA	34
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
10. REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, a agricultura tem sido o sustentáculo do crescimento industrial pela apropriação de renda deste em relação àquele setor. Apesar de a indústria ter encontrado no período da 2ª Guerra Mundial e no pós-guerra o maior aliado ao seu desenvolvimento, a agricultura contribuiu muito para esse desenvolvimento, no caso brasileiro.

As políticas adotadas no pós-guerra discriminaram o setor agrícola protegendo o setor secundário. Isso fez com que o setor primário só viesse experimentar seu maior desenvolvimento a partir do final da década de 60, quando o governo passou a dar melhor tratamento ao setor agropecuário, embora até hoje as políticas agrícolas sejam de caráter improvisado e imediatista.

O produto real da agricultura, de 1965 a 1966, decresceu 14,6%, vindo posteriormente a crescer positivamente até alcançar a taxa de 11,4%, de 1970 a 1971. Nos anos subsequentes experimentou taxas positivas de crescimento até 1978 quando decresceu em torno de 1,7%, devido principalmente a problemas de frustração de safra, voltando a crescer até 1981. Em 1982, voltou a decrescer em torno de 2 a 3% e, em 1983, cerca de 2,1%.

Apesar da produção agrícola estar sempre muito sujeita a adversidades climáticas, um dos fatores que mais têm contribuído para seu desenvolvimento tem sido a pesquisa agropecuária. Seguindo uma política de maior ênfase à agricultura, o governo criou, em 1972, a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Apesar de ser relativamente nova, a EMBRAPA já possui resultados de pesquisas aplicados com excelente retorno econômico e social.

O volume de recursos destinado à pesquisa agropecuária no Brasil, apesar de ser pequeno em comparação aos países cuja agricultura é mais adiantada, situa-se em torno de 1% do PIB agrícola. Em relação

ao PIB global, em 1981, a pesquisa obteve recursos da ordem de 0,05%, ao passo que a agricultura contribuiu com cerca de 11% para o PIB brasileiro. Mesmo sendo poucos, sempre há questionamentos quanto à conveniência da aplicação de recursos na pesquisa agropecuária.

Este trabalho tem o objetivo de mostrar os altos retornos dos investimentos realizados na pesquisa agropecuária brasileira, em relação a um único produto - a soja.

2. ALGUMAS METODOLOGIAS E RESULTADOS ALCANÇADOS

Evenson (1967), utilizando a função de produção Cobb-Douglas, estimou um tempo de 6 a 7,5 anos entre a despesa na pesquisa agropecuária e o efeito na produção agrícola, de forma agregada. Griliches (1964), citado por Evenson (1967), estimou uma função de produção com os dados observados em 39 estados americanos e considerou o coeficiente da função Cobb-Douglas como elasticidade da produção, concluindo que o produto marginal da pesquisa e extensão era de 13 dólares para cada dólar empregado. Utilizando os mesmos dados, num corte transversal de 1954 e 1959, estimou um produto marginal igual a 10 dólares, apenas para a pesquisa.

Fonseca (1978), estimou o retorno social dos investimentos em pesquisa e assistência técnica na cultura do café no Estado de São Paulo. Utilizando o conceito de excedente econômico, estimaram através de função exponencial de oferta e demanda, o retorno dos investimentos na pesquisa e assistência técnica desde 1933. No caso do café, após 11 anos começou a haver retorno e somente após 18 anos o retorno foi maior que o investimento em pesquisa e após 22 anos o retorno passou a superar os dispêndios em pesquisa e assistência técnica. No 25º ano, o retorno foi maior que a soma de todo o investimento, realizado nos 24 anos anteriores. A taxa interna de retorno variou de 17,1 a 26,5%, dependendo da elasticidade da oferta e da demanda de café.

Monteiro (1975), estimou a taxa interna de retorno da pesquisa e extensão rural na cultura do cacau. Para o período de 1923/85 as taxas mínima e máxima foram de 16 a 20% e para o período de 1958 a 1985, de 61 a 79%, respectivamente.

Moricochi (1980), utilizando a concepção marginalista de Alfred Marshall, estimou os retornos sociais da pesquisa e assistência técnica na citricultura paulista. A taxa interna de retorno variou de 18,33% a 27,61% ao ano, dependendo do valor das elasticidades da oferta e da demanda de citrus.

Cruz et al. (1982), estimaram as taxas de retorno dos investimentos em pesquisa feitos pela EMBRAPA. No que se refere à taxa interna de retorno, o valor encontrado foi de 42,8%. Quanto à taxa média de retorno do capital físico, o valor obtido foi de 53,2%, mostrando alta rentabilidade.

Ávila (1981), estimou a taxa de retorno para o arroz irrigado no Rio Grande do Sul, encontrando valores que variaram de 87% a 119%. Ayer & Schuh (1972), trabalhando com algodão no Estado de São Paulo, encontraram taxas de retorno entre 77% e 110%. Esses dois casos são referentes a programas de pesquisa que tiveram bastante sucesso e cujas taxas dificilmente serão igualadas.

3. METODOLOGIA DE CÁLCULO DAS TAXAS DE RETORNO

Os aspectos metodológicos dos diferentes autores que calcularam taxas de retorno da pesquisa utilizando diferentes formas são bastante discutidas por Cruz et al. (1982), em "Taxas de Retorno dos Investimentos da EMBRAPA: Investimentos Totais e Capital Físico".

No presente trabalho será estimada a taxa interna de retorno dos investimentos realizados no Centro Nacional de Pesquisa de Soja, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$(1) \quad \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 0 \quad (1)$$

$(B_t - C_t)$ = benefícios líquidos anuais
 r = taxa interna de retorno
 t = tempo
 n = número de anos

A expressão $(B_t - C_t)$ representa o fluxo de benefícios líquidos anuais. A taxa interna de retorno r será comparada com o custo de oportunidade de outros investimentos alternativos.

Nos casos de estimação de benefícios de projetos a nível micro econômico e de duração definida, a determinação de n torna-se relativamente fácil. Porém, no caso de benefícios agregados, ao nível de uma instituição, englobando vários projetos, a determinação de n é necessariamente arbitrária, pois não existe período de vida útil definido (Harberger 1965).

4. CUSTOS DA PESQUISA

Os custos considerados englobam pessoal, outros custeios e outros investimentos. A Tabela 1 apresenta os valores nominais e corrigidos, desde 1975, destinados ao CNPS. Os valores a partir de 1983 foram estimados considerando-se um acréscimo de 10% ao ano nos custos, reais em valores de novembro de 1982. Esse valor foi baseado no aumento médio de custos dos últimos anos. O fato de se ter projetado aumentos de custos de 10% ao ano, deve-se aos investimentos em construção e compra de equipamentos necessários para a instalação das novas dependências do CNPS.

5. BENEFÍCIOS DA PESQUISA

O Centro Nacional de Pesquisa de Soja - CNPS, foi criado através da Deliberação nº 020/75 de 16/04/75. Devido a sua recente criação não se deve esperar grandes benefícios gerados, pois, segundo Evenson (1967), os efeitos na produção, dos investimentos na pesquisa, começam a ser percebidos somente de seis a sete anos e meio após. Além disso, uma unidade de pesquisa começa realmente a funcionar após a criação de toda infra-estrutura necessária. Dessa maneira, pode-se considerar o ano de 1978 como inicial. Embora ainda não houvesse nessa época, infra-estrutura suficiente, algumas pesquisas tiveram início já em 1975, aproveitando a infra-estrutura existen

TABELA 1. Demonstrativo da despesa com o Programa Nacional de Pesquisa de Soja - 1975 a 1982. EMBRAPA -CNPS. Londrina, PR. 1982.

Ano	Valor nominal (Cr\$ 1.000)	Índice de correção (Disponibilidade interna - FGV)	Valor corrigido (Cr\$ 1.000)
1975	5.967	44,0	262.548
1976	17.594	31,2	548.933
1977	23.327	21,9	510.861
1978	44.140	15,8	697.412
1979	74.446	10,2	759.349
1980	219.178	5,1	1.117.808
1981	319.290	2,4	766.296
1982	830.524	1,0	830.524

FONTE: Departamento de receita e produção orçamentária.

te do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), uma vez que o CNPS foi instalado nas suas dependências.

Uma parte dos pesquisadores, que constitui o capital humano da unidade, foi transferida do IAPAR para o CNPS, fato que deveria ser levado em consideração no cálculo dos benefícios. Porém, como propuseram Ayer & Schuh (1972), o estoque de conhecimentos é geralmente considerado como bem gratuito. No entanto, neste trabalho será considerada a participação da assistência técnica e da iniciativa privada.

Segundo Evenson (1977), existe uma defasagem de no mínimo três anos entre o início das pesquisas e a divulgação dos resultados. Após a divulgação dos resultados, o tempo necessário para a adoção máxima por parte dos agricultores é muito variável. Evenson (1977), fazendo comparações internacionais, encontrou em média sete anos para esse período. Na verdade, um dos fatores que possui grande influência na adoção máxima é o tipo de tecnologia oferecida ao pro

dutor. Toda técnica que proporciona retornos privados imediatos, não importando se os retornos sociais serão positivos ou negativos, é rapidamente adotada pelos produtores.

Levando-se em conta o tempo necessário para o início da adoção e o nível máximo de adoção, pode-se estimar o fluxo de benefícios conforme ilustra a Fig. 1.

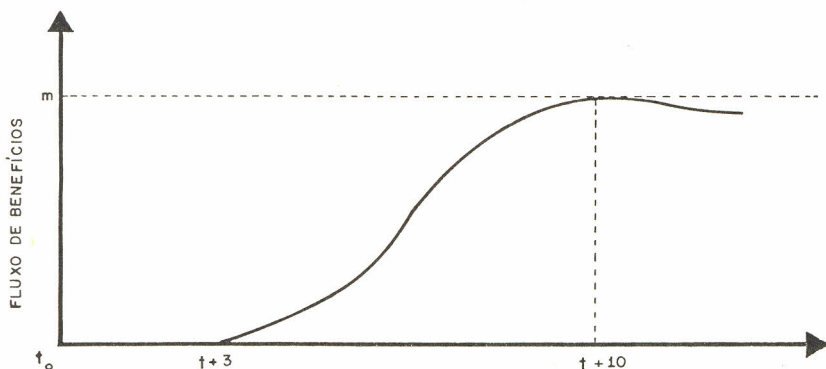


FIG. 1. Curva típica de adoção de uma nova tecnologia.

A curva de "adoção" apresentada na Fig. 1 representa os casos mais comuns, podendo ser considerada como "curva típica de adoção". Geralmente, o nível inicial de adoção é menos que proporcional ao tempo, passando depois a uma fase mais que proporcional e finalmente voltando a um índice menos que proporcional. Deve-se ressaltar que o tempo ($t+10$) não significa cem por cento de adoção, mas o máximo de benefícios esperados da nova tecnologia. Não significa também que dez anos seja tempo suficiente para se esperar o máximo dos benefícios. Em determinados casos, esse tempo é maior. Salvo casos raros, como o milho híbrido nos Estados Unidos, dificilmente uma tecnologia chega a ser totalmente adotada. Ao atingir o máximo índice de adoção, que normalmente coincide com maior fluxo de benefícios, a curva de adoção pode permanecer estável ou declinar com variável intensidade, dependendo da maior ou menor obsolescência tecnológica.

Deve-se salientar que existe um período entre a tomada de consciência da tecnologia pelo agricultor e a adoção propriamente dita. Beal & Rogers (1960), estimaram a taxa de "tomada de conhecimento" e a adoção dos agricultores de Iowa, nos Estados Unidos, referentes à aplicação de 2,4 D como herbicida (Fig. 2). Observe-se que a taxa de conhecimento da tecnologia é mais rápida que a adoção. No início, quando apenas 10% dos agricultores tomaram conhecimento, a defasagem até a adoção foi de 1,7 anos neste caso específico. Quando mais de 90% tiveram conhecimento da tecnologia, a defasagem aumentou para 3,1 anos. Isso se deve naturalmente ao fato de que, no início, estão presentes os inovadores e os novos adotadores e, no final, os retardatários.

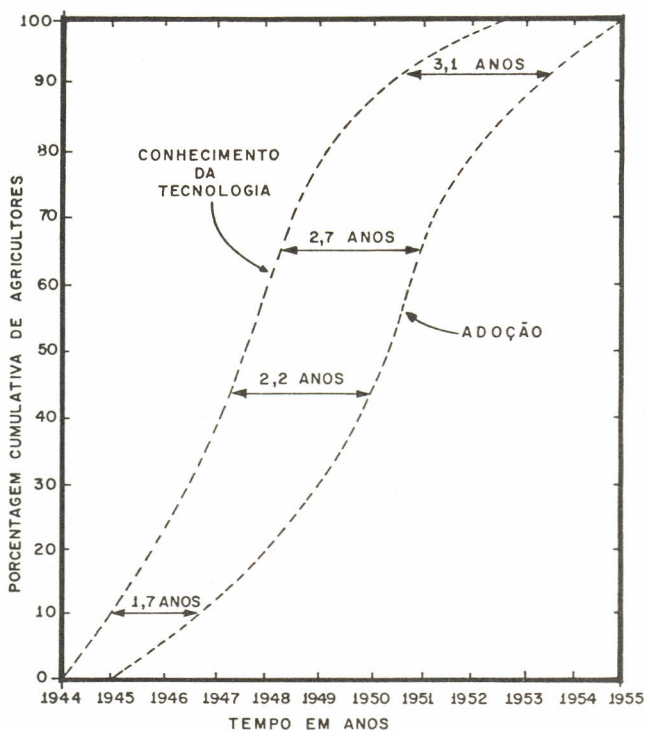


FIG. 2. Taxa de "tomada de conhecimento" e adoção dos agricultores de Iowa, EUA, em relação ao 2,4 D.

Neste trabalho não será levado em consideração o tempo entre o conhecimento da tecnologia e a sua adoção, pois geralmente as taxas são semelhantes, e portanto a estimativa dos benefícios não será prejudicada. Também não será considerado, mesmo que cem por cento dos agricultores tomem conhecimento da nova tecnologia, que a adoção chegue a esse nível. Sempre existirão agricultores conhecedores das inovações tecnológicas mas não adotadores, por uma série de motivos que não cabe discutir neste trabalho.

Outro problema sério que será simplificado pela inexistência de dados corretos é a intensidade da adoção. Serão considerados adotadores todos os agricultores que, mesmo parcialmente, apliquem os novos conhecimentos. Essa simplificação não deverá causar problemas na estimação dos benefícios, pois estes estão sub-estimados, uma vez que os custos da pesquisa são referentes a todo o programa de soja e os benefícios provenientes de apenas seis tecnologias geradas dentro daquele programa.

6. CÁLCULO DOS BENEFÍCIOS

Existem dois tipos básicos de tecnologias que trazem benefícios aos agricultores:

- a) tecnologias que permitem aumento de produtividade por unidade de área (por exemplo, cultivares resistentes a doenças);
- b) tecnologias que permitem baixar o custo de produção, sem diminuição da produtividade.

Dar-se-á, neste trabalho, maior ênfase às técnicas que permitam baixar o custo de produção, pois estas, devido a uma rápida resposta econômica, são mais rapidamente adotadas.

O CNPS desenvolve um programa de pesquisa, ao nível nacional, dentro das seguintes áreas: genética e melhoramento, ecologia e práticas culturais, controle de plantas daninhas, fisiologia e nutrição vegetal, microbiologia do solo, entomologia, fitopatologia, tecnologia de sementes, mecanização agrícola, economia rural e difusão de tecnologia.

Dentre as diversas atividades que compõem o programa desenvolvido pelo CNPS, destacam-se as pesquisas realizadas com a finalidade de gerar tecnologias que possibilitem uma utilização mais racional e econômica de insumos (fertilizantes, corretivos, defensivos, etc.). Serão estimados os benefícios reais, provenientes das tecnologias já adotadas ou em fase de adoção e os potenciais, cuja difusão de tecnologia está na fase inicial.

6.1. Benefícios reais

Dentre os benefícios reais, pode-se estimar os provenientes da adoção dos programas de Manejo de Pragas e de Redução das Perdas na Colheita.

6.1.1. Manejo de pragas da soja

De modo geral, os produtores de soja no Brasil vinham fazendo, em média, cinco aplicações de inseticida durante a safra. Isto representa um aumento desnecessário de despesas, pois uma única aplicação pode representar até 10% do custo de produção.

Em substituição à tecnologia convencional usada pelo agricultor, a pesquisa desenvolveu a tecnologia que se denominou "Manejo de Pragas da Soja", com a finalidade de reduzir as aplicações de inseticidas ao mínimo necessário. A utilização correta dessa tecnologia permite ao agricultor controlar eficazmente as pragas sem afetar a produtividade da lavoura. Em muitos casos, as aplicações de inseticidas são reduzidas a apenas uma ou duas, dependendo das condições climáticas, do desenvolvimento da lavoura e outros fatores.

A tecnologia recomendada pelo CNPS consiste basicamente do acompanhamento sistemático do aparecimento das pragas e sua evolução na lavoura. Esse acompanhamento, aliado ao conhecimento do nível de danos que as pragas podem causar e do potencial de controle representado por doenças, parasitas e predadores das pragas, permite ao agricultor determinar com precisão as reais necessidades de aplicação de inseticidas.

O acompanhamento do nível de danos causados por essas pragas é efetuado através de amostragens em pontos representativos da lavoura, variáveis em função da área cultivada. As contagens das pragas feitas através dessas amostragens são anotadas em fichas específicas, o que permite uma avaliação da situação da lavoura. Esses dados obtidos conjugados a outros aspectos relativos à fauna entomológica, ao clima e ao ciclo da cultura auxiliam o agricultor a acompanhar o desenvolvimento das pragas na lavoura. Ao mesmo tempo, é necessário que ele tenha conhecimento dos níveis econômicos de danos causados pelas pragas, nas diversas fases do ciclo da cultura, e do controle biológico. Com isso, o agricultor poderá determinar a ocasião em que a aplicação será oportuna.

Os níveis econômicos de danos causados pelas pragas que atacam a soja foram obtidos através de uma série de estudos realizados no CNPS, relacionando diferentes populações de pragas aos danos por elas causados à produtividade e à qualidade dos grãos da soja. As pesquisas realizadas mostraram, por exemplo, que, em determinadas fases do ciclo da cultura, a soja suporta até 100% de perda da área foliar sem que haja redução significativa na produtividade (Oliveira et al. 1980). Com base nesses estudos, foram fixados limites de desfolhamento que devem ser observados pelo agricultor, para aplicação ou não de inseticidas. Além disso, essa técnica exige melhor acompanhamento da lavoura, trazendo benefícios, pois obriga o produtor a administrar melhor sua lavoura e tomar conhecimento de ocorrências que antes passavam despercebidas.

6.1.1.1. Taxa de adoção

A estimativa da taxa de adoção do manejo de pragas será baseada nos dados fornecidos pela assistência técnica oficial (EMBRATER - Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural). No entanto, isso não elimina certo grau de subjetividade nas estimativas, mesmo porque a própria assistência técnica encontra dificuldades em realizar levantamentos completos dos graus de adoção das novas tecnologias. A Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Paraná (EMATER-PR/ACARPA), estimou uma diminuição de 87,3% no

número médio de aplicações de inseticidas pelos produtores assistidos, tendo como base o ano 76/77 (igual a 100%). Essa diminuição refere-se a apenas três anos de difusão da tecnologia. Nesse mesmo período, a redução do número de aplicações no Estado do Paraná foi de 58,7%, incluindo produtores não assistidos pela EMATER-PR.

Parte-se do pressuposto que na área em que a tecnologia foi adotada, mesmo que parcialmente, o número de aplicações de inseticidas foi reduzido de cinco para três. Com base no custo de uma aplicação (Tabela 2), estimou-se os benefícios até o ano de 1982 (Tabela 3). O fato de aparecerem benefícios já no ano de 1978 reflete a situação em que foi criado o CNPS, ou seja, nas dependências do IAPAR e com material humano já treinado. Para que isso seja levado em consideração, toma-se apenas 40% dos valores dos benefícios como sendo devidos à EMBRAPA. Os valores referentes aos anos de 1983 em diante são valores correntes de novembro de 1982, acrescidos de 10% ao ano. Há evidências baseadas em contatos pessoais com pesquisadores e técnicos da assistência técnica que o aumento da taxa de adoção gera benefícios maiores que os estimados, mas preferiu-se adotar uma estimativa conservadora com base na dificuldade de ação da assistência técnica ao nível nacional.

6.1.2. Redução das perdas na colheita de soja

Geralmente os agricultores admitem um determinado índice de perdas na operação de colheita, porém não têm meios de quantificá-lo e nem de diagnosticar suas principais causas.

Com a finalidade de quantificar o índice de perdas, foi realizado na safra 1978/79 um levantamento em 42 propriedades agrícolas no Estado do Paraná. Concluiu-se, com base nessa amostra, que a perda média era em torno de 3,1 saços de 60 kg por hectare. Concluiu-se também, que esta perda foi subestimada, pois a maioria das 42 propriedades pertence a produtores de sementes, portanto, agricultores que supostamente, tomam mais cuidado na colheita. Neste caso, pode-se perfeitamente generalizar para toda a área plantada com soja no Brasil, esse índice de perdas sem problemas de superestimação.

TABELA 2. Estimativa de custos para uma aplicação de inseticida. EMBRAPA-CNPS. Londrina, PR. 1982.

Itens	Quantidade	Custo unitário* (Cr\$)	Custo por hectare (Cr\$ 1)
Trator e pulverizador	1,5 ha/h	2.361,00	1.574,00
Combustível	4 ℓ	84,00	336,00
Lubrificante	-	-	67,00
Inseticida	1 ℓ	1.855,00	1.855,00
Total	-	-	3.832,00

* Preços de novembro de 1982.

TABELA 3. Estimativa dos benefícios para o agrilcultor da adoção do manejo de pragas da soja. EMBRAPA-CNPS. Londrina, PR. 1982.

Ano	Porcentagem de adoção em relação a área plantada	Redução de custos de cinco para três aplicações* (Cr\$/ha)	Benefícios anuais (bilhões de cruzeiros)
1978	02	7.664,00	1,302
1979	04	"	2,605
1980	07	"	4,560
1981	11	"	7,165
1982	15	"	9,771

* Preços de novembro de 1982.

Baseados nesses estudos, os pesquisadores do CNPS colocaram à disposição dos agricultores um método que permite avaliar com rapidez e facilidade as perdas e suas causas (debulha natural, manejo deficiente da lavoura, não regulagem da colhedeira, etc.). Conhecidas as perdas e suas causas, o agricultor terá condições de evitar, através de medidas preventivas, as perdas excessivas ou acima do aceitável, que estão ao redor de 90 kg/ha.

A regulagem não adequada das colhedei^ras é o principal fator responsável pelas perdas ocorridas na colheita. Cerca de 84% das perdas são causadas pelos mecanismos da plataforma de corte (barra de corte, molinete e caracol) e 12% pelos mecanismos internos (trilha, separação e limpeza). Somente 4% das perdas são devidas a outros fatores (Mesquita et al. 1980).

6.1.2.1. Taxa de adoção

Como no caso do manejo de pragas, a estimativa da taxa de adoção desta tecnologia será baseada em dados regionais fornecidos pela assistência técnica, extrapolados ao nível nacional. Na safra 1979/80 foram assistidos 3.160 produtores de soja, abrangendo 190.864 ha e representando 8% da área total de soja no Paraná (Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural 1980).

Estimaram-se os benefícios da adoção da tecnologia supondo-se uma redução de 50% das perdas na área adotada, levando-se em conta a produtividade média brasileira nas últimas três safras (em torno de 1.750 kg/ha). A área considerada foi 8,5 milhões de hectares (Tabela 4). A partir de 1983, supôs-se que o valor dos benefícios serão acrescidos de 10% ao ano, em valores correntes. Neste caso, também a estimativa do aumento do porcentual da área cuja tecnologia venha a ser adotada conduz a valores maiores que os 10% estimados de aumento de benefício a partir de 1983. Porém, à semelhança do manejo de pragas, preferiu-se optar por uma estimativa mais conservadora.

TABELA 4. Estimativa dos benefícios para o agricultor da adoção da "redução das perdas na colheita" de soja. EMBRAPA-CNPS. Londrina, PR. 1982.

Ano	Porcentagem de adoção em relação a área plantada	Acréscimo em tonelada	Benefícios anuais (bilhões de cruzeiros) *
1979	01	7.905	0,268
1980	02	15.810	0,537
1981	04	31.620	1,075
1982	07	55.335	1,881

* Preços de novembro de 1982 (Cr\$ 34,00/kg).

6.2. Benefícios potenciais

Além do Manejo de Pragas e da Redução das Perdas na Colheita, a equipe do CNPS tem pesquisado outras alternativas tecnológicas, algumas das quais estão em fase inicial de difusão ou fase final de testes; outras são de difícil avaliação. Neste trabalho serão estimados os benefícios potenciais de algumas tecnologias consideradas passíveis de adoção.

6.2.1. Racionalização da adubação

Desde o incremento significativo da cultura da soja no Paraná, os produtores vêm adubando sistematicamente o solo até os últimos anos, principalmente devido ao bom rendimento econômico proporcionado pela soja em meados da década de 1970 e às facilidades creditícias para aquisição de insumos modernos. A partir de experimentos realizados pelo CNPS e pelo IAPAR e levantamentos realizados pela EMATER-PR/ACARPA, pôde-se reformular a recomendação de adubação da

soja para o Estado do Paraná, pois os experimentos mostraram não haver resposta à adubação em áreas cultivadas por três anos ou mais, mesmo quando os níveis de P_2O_5 são relativamente baixos. A nova recomendação permite reduzir a quantidade de P_2O_5 em áreas cultivadas por três anos ou mais, eliminar totalmente a adubação nitrogenada e aumentar o nível de adubação potássica que vem sendo feita aquém das necessidades reais (Sfredo et al. 1980).

Na verdade, muitos agricultores não vêm adubando regularmente suas lavouras devido a deterioração na relação de trocas entre insumo e produto. Este, porém, é um motivo econômico e não técnico. Ao se recomendar a racionalização, não quer dizer que se deva abandonar a prática da fertilização, mas que se faça racionalmente.

Em certos casos, é possível deixar de adubar uma área por uma ou duas safras, desde que o sistema de preparo e conservação do solo seja bem feito, e que o histórico permita. A grande maioria das áreas cultivadas com soja no Paraná, o são por mais de três anos, estando nas condições anteriormente citadas.

6.2.1.1. Taxa de adoção

Embora os benefícios relativos à racionalização da adubação possam ser medidos desde 1980, e a assistência técnica já tenha difundido a prática para grande número de agricultores, os benefícios serão considerados potenciais, pois o início da adoção coincide com o início de um período recessivo na economia. Essa recessão, aliada à queda da demanda internacional pelas "commodities", vem contribuindo para a descapitalização do setor primário de exportação, no qual se enquadra a soja. Diante desse cenário, torna-se difícil a separação entre a ação da pesquisa e da assistência técnica e os motivos exclusivamente econômicos, na tomada de decisão do agricultor.

A taxa de adoção, como também a tecnologia, é válida somente para o Estado do Paraná, no caso de P_2O_5 e K_2O e para todo o Brasil, no caso de nitrogênio.

Para o cálculo dos benefícios, considerou-se a área média de soja no Paraná (2,3 milhões de hectares) e do Brasil (8,5 milhões de hectares), e que o consumo de fertilizantes antes da adoção era de 75 kg/ha de P_2O_5 , 10 kg/ha de N e 25 kg/ha de K_2O . A recomendação da pesquisa é, em média, 35 kg de P_2O_5 , 45 kg de K_2O e ausência de adubação nitrogenada (Tabela 5). A partir de 1983, considerou-se um aumento de 10% nesses benefícios, em valores correntes. Os percentuais de adoção dessa tecnologia foram baseados em observações pessoais a campo e na queda da demanda por fertilizantes a partir de 1980.

TABELA 5. Estimativa dos benefícios para o agricultor da adoção da racionalização da adubação na soja. EMBRAPA-CNPS. Londrina, PR. 1982.

Ano	Porcentagem de adoção em relação a área plantada	Economia em kg/ha do elemento devido a adoção da recomendação			Valor em bilhões de cruzeiros
		N	P_2O_5	K_2O	
1980	02	10	40	-20	0,617
1981	04	10	40	-20	1,234
1982	07	10	40	-20	2,160

* Valores de novembro de 1982 (Nitrogênio = Cr\$ 180,00/kg, Fósforo = Cr\$ 210,00/kg e Potássio = Cr\$ 82,00/kg).

6.2.2. Aplicação de herbicida em faixa

O controle das plantas daninhas na cultura da soja é uma prática necessária e que onera o custo de produção.

A grande maioria dos produtores de soja utilizam os sistemas de

produção convencional (aração e gradagem) ou reduzido (gradagens pesada e leve). Nesses sistemas, utiliza-se geralmente herbicida em área total. No entanto, resultados de experimentos feitos pelo CNPS, têm mostrado grande potencial técnico e econômico na aplicação de herbicida em faixa, complementada por capina mecânica. Essa técnica consiste na aplicação do herbicida na linha da soja por ocasião da sementeira. Dessa maneira, gasta-se a metade do herbicida que se gastaria na área total.

6.2.2.1. Taxa de adoção

Os trabalhos de difusão de tecnologia ainda estão na fase de testes em lavouras comerciais. Dessa maneira, será considerada a estimativa potencial de benefício a partir de 1982, na hipótese de, nesse ano, 0,5% da área com soja ter adotado tal tecnologia. A partir de 1983, considerou-se um aumento de 10% por ano no valor dos benefícios, em valores correntes. Como a tecnologia é do tipo que traz altos retornos privados e é tecnicamente simples, estima-se uma rápida evolução da adoção.

Para calcular os benefícios esperados considerou-se, a diferença entre o custo médio da aplicação em área total e em faixa (Tabela 6). O custo dos produtos representa o custo médio dos herbicidas metribuzin, trifluralin, alaclor e metolaclor, bastante utilizados em soja. A adoção em 0,5% da área representa benefícios, no ano de 1982, de 198 milhões de cruzeiros.

6.2.3. Cultivares para baixas latitudes

A soja, como planta originária da China, adaptou-se em regiões localizadas entre os paralelos 35° e 45°, onde a luz solar, nos dias de verão, tem duração superior a doze horas. Isso facilitou sua introdução no Rio Grande do Sul, que se situa em paralelos semelhantes.

No ano de 1969/70, foi iniciado um trabalho de melhoramento no Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo (IAC), em Campinas, com

TABELA 6. Economia em Cr\$/ha da utilização do sistema em faixa de aplicação de herbicida. EMBRAPA-CNPS. Londrina, PR. 1982.

Item	Sistema de aplicação em área total (Cr\$/ha)*	Sistema em faixa (Cr\$/ha)	Economia (Cr\$/ha)
Aplicação herbicida área total	1.630	-	1.630
Aplicação herbicida em faixa + plantio	-	2.018	-2.018
Cultivo mecânico	-	1.385	-1.385
Herbicida	12.875	6.437	6.437
Total	14.505	9.840	4.665

*Valores de novembro de 1982.

o cruzamento dos genótipos Hampton e E 70-51. Os trabalhos de seleção foram realizados naquele Instituto até 1974, prosseguindo no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) em 1975, até a obtenção de uma progênie uniforme (F₆) que recebeu a denominação de Lo75-2280. Essa linhagem revelou-se tardia, sendo, por esse motivo, enviada para o Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado (CPAC), através do Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPS), para avaliação em regiões de menores latitudes. Em 1977, a linhagem proveniente do CPAC foi introduzida na Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Teresina (UEPAE-Teresina), onde foi testada e avaliada a uma latitude próxima a 5°S.

Esta cultivar, denominada Tropical, foi então recomendada para cultivo nos Estados do Maranhão, Piauí, Rio Grande do Norte e Amazonas, no Norte de Goiás, no Norte da Bahia e no Território de Rondônia. É a primeira cultivar de soja lançada pela EMBRAPA para plantio em latitudes inferiores a 15°, compreendendo o Nordeste e a Amazônia. Representa o marco inicial de uma série de lançamentos de outras cultivares, como a Timbira, coordenados pelo CNPS.

Somente nos Estados do Piauí, Maranhão e Bahia existem cerca de vinte milhões de hectares aptos à cultura da soja. De acordo com o "Programa de Difusão da Cultura da Soja no Nordeste do Brasil", estima-se que, até 1985/86, a área plantada nos Estados do Piauí, Maranhão e Bahia chegue a vinte e cinco mil hectares com produtividade de média de 2.000 kg/ha (Tabela 7).

TABELA 7. Estimativa da evolução da área de plantio em hectares nas safras 1981/82 a 1985/86. EMBRAPA-CNPS. Londrina, PR. 1982.

Estados	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86
Piauí	500	1.500	2.500	3.500	5.000
Maranhão	2.000	4.000	6.000	8.000	10.000
Bahia	4.000	5.000	6.000	7.500	10.000
Total	6.500	10.500	14.500	19.000	25.000

FONTE: Programa de Difusão da Cultura da Soja no NE.

Com base na estimativa da área a ser plantada com soja no Nordeste, pode-se estimar o acréscimo de receita para o agricultor, desde que a soja não desloque outra cultura. A substituição de culturas regionais pela soja é pouco provável, pois existe extensa área apta coberta de campos ou cerrados. A Tabela 8 mostra as receitas bruta e líquida provenientes do plantio da área estimada. Supôs-se um custo de produção em torno de Cr\$ 60.000,00/ha e o preço da soja de Cr\$ 34,00/kg. A partir de 1986, considerou-se, da mesma maneira que as tecnologias anteriores, 10% de aumento na receita líquida até 1995.

Não estão computados os benefícios relativos ao aumento da demanda por fatores de produção, diminuição da capacidade ociosa das in

TABELA 8. Estimativa do valor bruto e líquido da introdução da soja no Nordeste. EMBRAPA-CNPS. Londrina, PR. 1982.

Ano	Área plantada	Produtividade esperada	Valor bruto* da produção (milhões de cruzeiros)	Valor líquido (milhões de cruzeiros)
1982	6.500	2.000	442	52
1983	10.500	2.000	714	84
1984	14.500	2.000	986	116
1985	19.000	2.000	1.292	152
1986	25.000	2.000	1.700	200

*Valores de novembro de 1982.

dústrias de óleo da região, aumento da arrecadação de ICM, diminuição do custo da ração utilizada para alimentação animal, etc.. Por outro lado, não se descarta a possibilidade de efeitos sociais negativos por ser a soja uma cultura "capital intensiva", ou seja, poupadora de mão-de-obra.

6.2.4. Controle biológico da lagarta da soja

Em 1975, foi constatado no Brasil um vírus de poliedrose (*Baculovirus anticarsia*) ocorrendo naturalmente em campos de soja, infectando e matando a lagarta da soja. O CNPS constatou, através de vários trabalhos, que esse vírus tinha bom potencial para ser usado como inseticida biológico. Com base nesses estudos, iniciou-se na safra 1980/81, com a colaboração da EMATER/PR, um projeto piloto, com produtores de soja, visando comprovar a possibilidade do vírus ser usado de forma simples pelo agricultor. Nos dois anos em que o trabalho foi conduzido, o patógeno mostrou ser tão eficiente quanto o controle químico para proteção da soja contra a lagarta. Importante é a forma simples, prática e econômica que o vírus pode ser

utilizado, propiciando ao próprio agricultor a utilização da técnica de multiplicação. O armazenamento das lagartas infectadas coletadas nas lavouras pode ser feito em congelador doméstico, para serem usadas na mesma safra ou na seguinte. A adoção dessa tecnologia não exige demanda adicional de equipamento, além dos tradicionais, utilizados para pulverização.

Em termos gerais, a técnica consiste da aplicação de um inóculo inicial do vírus em lavoura de soja, sendo posteriormente coletadas e armazenadas as lagartas mortas para uso na outra safra ou na mesma, caso haja necessidade. Para que o resultado seja satisfatório são necessárias 50 lagartas grandes, mortas pelo vírus, por hectare. Essas lagartas são maceradas com um pouco de água, coadas e a suspensão colocada no tanque do pulverizador em mistura com água.

Nos trabalhos realizados ao nível de agricultor, uma única aplicação de vírus tem sido suficiente para controlar as lagartas durante toda a safra. No caso da aplicação de inseticidas químicos, verificou-se na safra 1981/82 a necessidade de, pelo menos, duas aplicações.

6.2.4.1. Taxa de adoção

O trabalho de implementação e difusão dessa nova tecnologia junto aos produtores vem sendo ativamente realizada em estreita integração com órgãos de assistência técnica. Essa tecnologia, a exemplo de muitas outras propostas pelo CNPS, proporciona altos retornos privados e sociais. Devido a sua simplicidade e economicidade, estima-se uma alta taxa de adoção nos próximos anos. No entanto, como a tecnologia exige determinado grau de mão-de-obra na coleta das lagartas, o tamanho da propriedade pode limitar sua adoção. Como de maneira geral, a produção da soja não provém na sua maioria de pequenas propriedades, tomou-se o cuidado de levar esse fato em consideração na estimativa da adoção em relação à área total. Isso não invalida a tecnologia para grandes propriedades, pois outras maneiras, como criação em viveiros, podem ser a solução para essas propriedades.

Supondo que os adotadores sejam pequenos proprietários, baseado-se na aceitação da tecnologia dentro do projeto piloto, pode-se estimar uma adoção de 0,5% em relação a área plantada, para o ano de 1983, cujo valor chega a 241 milhões de cruzeiros. Essa estimativa leva em conta, principalmente a grande aceitação da tecnologia por parte dos produtores que a estão adotando.

Com base na diferença entre a aplicação de inseticida químico e vírus e na estimativa da taxa de adoção, calcularam-se os benefícios da tecnologia proposta. A partir de 1984, estimou-se 10% ao ano de acréscimo nos valores de benefícios. No caso específico da utilização do vírus, sabe-se perfeitamente que seus benefícios serão consideravelmente maiores, porém, como essa prática insere-se no contexto do manejo de pragas, resolveu-se evitar um maior fluxo de benefícios isoladamente.

6.2.5. Adaptação de equipamentos para realização de operações simultâneas

A nova tecnologia consiste no projeto e desenvolvimento de armações ou engates especiais que permitam a realização de operações simultâneas em apenas uma passada do trator. Estes engates possibilitam o aproveitamento da potência disponível de forma racional pela utilização, ao mesmo tempo, de mais de um ou de todos os pontos de tomada de força, como o engate de três pontos do sistema hidráulico, a barra de tração e o eixo da tomada de potência.

Essa tecnologia é justificada pela crescente demanda de alternativas que visem maior economia de energia, especialmente óleo diesel, de tempo e que reduzam os custos de produção e os processos de erosão do solo, representados pela menor compactação em decorrência do menor tráfego de tratores.

Na cultura da soja, os engates permitem a realização de mais de uma operação dupla ou uma operação dupla e uma operação tripla. Desta forma, o sistema convencional de produção de soja poderia ser comparado a dois outros sistemas alternativos que se utilizariam da armação ou do engate especial. Portanto, as operações que caracterizam os três sistemas são as seguintes:

Sistema I

- gradagem destorroadora
- gradagem niveladora
- aplicação de herbicida p.p.i.*
- gradagem de incorporação
- plantio

Sistema II

- gradagem destorroadora + gradagem niveladora
- aplicação de herbicida p.p.i.
- gradagem de incorporação + plantio

Sistema III

- gradagem destorroadora + gradagem niveladora
- aplicação herbicida p.p.i. + gradagem incorporação + plantio

Não serão feitas estimativas da possível taxa de adoção do equipamento, pois o mesmo encontra-se ainda na fase de testes e o comportamento do agricultor em relação à adaptação é desconhecido. Apesar disso, a Tabela 9 mostra o consumo de óleo diesel em cada sistema, consumo total de energia medido em kcal/ha, consumo de tempo operacional. Observa-se que o consumo de energia e o custo do sistema III é bem inferior ao II e ao I. A Fig. 3 mostra o desenho esquemático do engate especial.

7. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os benefícios totais, os benefícios creditados à EMBRAPA, os custos totais e os benefícios líquidos são apresentados na Tabela 10.

* Aplicação de herbicida em pré-plantio incorporado. Essa aplicação é feita em grande parte da área cultivada com soja.

TABELA 9. Consumo de combustível, de energia, tempo e custo operacional característico de cada sistema. EMBRAPA - CNPS. Londrina, PR. 1982.

Sistemas	Consumo de óleo diesel (l/ha)	Consumo de energia (Kcal/ha)	Tempo gasto nas operações (horas/ha)	Custo * operacional (Cr\$/ha)
Sistema I	33	341.419	3,51	11.347,00
Sistema II	22	235.257	2,27	8.618,00
Sistema III	16	178.350	1,77	7.412,00

*Valores de novembro de 1982.

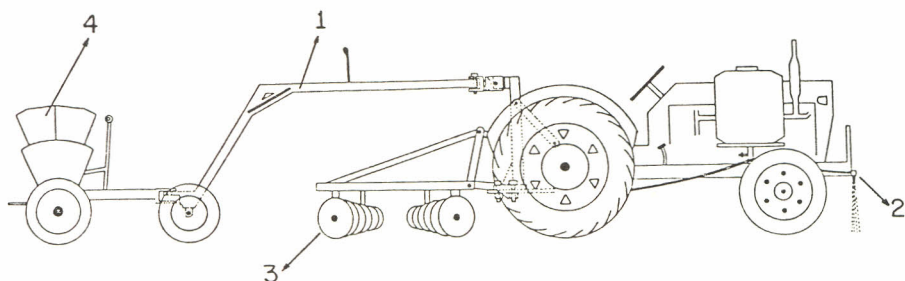


FIG. 3. Desenho esquemático mostrando a utilização do engate especial (1) em operação tripla: pulverização (2), gradagem (3) e semeadura-adubação (4).

Os benefícios líquidos considerados para cálculo da taxa de retorno representam 40% dos benefícios totais. Isso porque considerou-se a participação da assistência técnica e outras instituições de pesquisa (40%) e da iniciativa privada (20%).

Semelhante a resultados alcançados por outros pesquisadores, somente a partir do quarto ano houve aparecimento de benefícios de

correntes de pesquisas iniciadas em 1975. Como já foi mencionado, essas pesquisas tiveram rápido sucesso devido ao material humano já treinado, contratado pela EMBRAPA na época da criação do CNPS.

TABELA 10. Benefícios, custos e benefícios líquidos das tecnologias propostas pela EMBRAPA-CNPS. EMBRAPA-CNPS. Londrina, PR. 1982.

Ano	Benefícios totais em bilhões de cruzeiros	Porcentagens dos benefícios creditados à EMBRAPA-CNPS (bilhões)	Custos totais (bilhões)	Benefícios líquidos em bilhões de cruzeiros
1975	-	-	0,262	-0,262
1976	-	-	0,549	-0,549
1977	-	-	0,511	-0,511
1978	1,302	0,521	0,697	-0,176
1979	2,873	1,149	0,759	0,390
1980	5,714	2,286	1,118	1,168
1981	9,474	3,790	0,766	3,024
1982	14,062	5,525	0,830	4,795

7.1. Taxa interna de retorno

A taxa interna de retorno foi calculada sob três diferentes hipóteses.

- para o período 1975/82, cujo valor encontrado foi de 45%;
- para o período 1975/95, cujo valor encontrado foi de 62%;
- para o período 1975/95, supondo-se que a partir de 1982 os benefícios permaneçam constantes até 1995. Para esta hipótese a taxa encontrada foi de 59%.

Comparando-se com os resultados obtidos por Fonseca (1978) para o café, Monteiro (1975) para o cacau e Moricochi (1980) para citros,

as taxas de retorno da pesquisa em soja no geral foram mais altas. Deve-se ressaltar que aqueles trabalhos se referem a programas de pesquisa de duração mais longa e para culturas perenes, cujos retornos são normalmente mais demorados, além da maior dificuldade na adoção de novas técnicas, decorrentes do tradicionalismo. No entanto, se comparada com os trabalhos de Ayer & Schuh (1972) para o algodão e Ávila (1981) para o arroz irrigado, 77 a 110 e 87 a 119%, respectivamente a taxa interna de retorno para soja situa-se em valores inferiores. No entanto, a comparação com outros trabalhos mostra que o valor encontrado situa-se acima da média dos resultados ao nível mundial (Tabela 11).

TABELA 11. Taxas interna de retorno de investimentos em pesquisa para alguns produtos selecionados em diversos anos. EMBRAPA-CNPS. Londrina, PR. 1982.

Estudo	País	Produto	Período de tempo	Taxa interna de retorno (%)
Griliches (1965)	E.U.A.	Milho híbrido	1940/55	35 - 40
Peterson (1966)	E.U.A.	Aves	1915/60	21 - 25
Evenson (1969)	África do Sul	Cana-de-açúcar	1945/62	40
Ardito Barletta (1970)	México	Milho	1943/63	35
Hines (1972)	Peru	Milho	1954/67	35 - 40

FONTE: Resource allocation and productivity in national and international agricultural research. Minneapolis, University of Minnesota Press, 1977. Ribeiro, J.L. Retorno a Investimentos em pesquisa agropecuária. Informe Agropecuário, set., 82, v.8, nº 93.

Das hipóteses formuladas, a que mais se aproxima da realidade, numa estimativa *ex-ante* (1975/95), é a que contempla com um acréscimo de 10% tanto os custos como os benefícios. De acordo com essa

hipótese, a taxa interna de retorno para o período é de 62%. Os custos considerados compreendem todo o programa de pesquisa de soja e não especificamente os custos dos projetos que geraram as tecnologias. Se se considerar que o CNPS possui em média 40 projetos em soja, os projetos que geraram as tecnologias representam 15% do total (seis projetos). Supondo-se distribuição equitativa de custos, as tecnologias geradoras dos benefícios participaram com apenas 15% dos custos do programa de pesquisa de soja. Sob esta hipótese, o valor da taxa de retorno para o período 1975/85 subiria a 140% e 145% para 1975/95. No entanto, preferiu-se optar pelo custo total, em primeiro lugar, porque os custos não se distribuem equitativamente entre os projetos e, em segundo, porque desta maneira elimina-se em grande parte a subjetividade na estimativa da taxa de adoção das tecnologias, taxa esta responsável pelo valor dos benefícios. Desta maneira os valores das taxas de retorno de 45% (período 1975/82) e 62% (período 1975/95) tornam-se extremamente seguros.

7.2. Distribuição dos benefícios

Alguns efeitos indiretos das inovações tecnológicas são difíceis de ser detectados. Normalmente, essas inovações se refletem em aumentos ou retrações no mercado de insumos, em modificações na relação de trocas entre produto/insumo, na redução no preço relativo do produto ao nível de consumidor, entre outros. Alguns desses efeitos só se fazem sentir a longo prazo, como é o caso da redução do preço do produto ao nível de consumidor, principalmente devido às inúmeras intervenções governamentais no processo produtivo e de comercialização.

Os benefícios das inovações tecnológicas podem também causar efeitos colaterais com relação ao processo distributivo. Muitas vezes, esses benefícios podem vir a causar maior concentração de renda a determinados setores.

As inovações tecnológicas, como no caso do cacau, do café, dos citros e da soja, contemplam produtos cuja maior parcela da receita é proveniente das exportações *in natura* ou do produto industria

lizado. Deste modo, como em geral a formação de preços desses produtos obedece o mercado internacional, quase sempre acima dos preços internos, ocorre um aumento na demanda de terra para seu cultivo, muitas vezes em detrimento de culturas de subsistência, de mercado interno, ou mesmo de outras culturas de exportação.

A Tabela 12 apresenta as taxas de crescimento de alguns produtos domésticos e de exportação durante três períodos diferentes.

TABELA 12. Taxas de crescimento da produção agrícola brasileira de 14 produtos. EMBRAPA-CNPS. Londrina, PR. 1982.

Produto	1960/69 (%)	1967/76 (%)	1970/79 (%)
01. Mercado interno			
- arroz	3,20	2,47	1,46*
- feijão	5,37	-1,93	-1,90
- mandioca	6,05	-1,86	-2,09
- milho	4,74	3,55	1,75*
- batata	4,34	1,34*	3,73
- cebola	3,87	4,77	9,27
02. Mercado externo			
- soja	16,31	35,03	22,47
- laranja	6,01	12,73	12,57
- cana-de-açúcar	3,63	5,10	6,30
- fumo	5,30	-	6,16
- cacau	2,55	-	3,73
- café	-7,10	-6,34*	-1,54*
- amendoim	5,89	-6,80	-12,06
- algodão	1,51*	-1,90*	4,41

FONTE: Fernando Homem de Mello (1982).

*Não significativamente diferente de zero, a 5%.

Nota-se claramente que, a partir dos anos 70, houve uma deterioração na produção dos domésticos e uma expansão dos exportáveis

exceto café, amendoim e algodão. Decorrente disso, poderia haver aumento no preço dos produtos não exportáveis. Segundo Homem de Melo (1982), no caso do Brasil, "... as inovações tecnológicas foram concentradas em uma ou mais culturas de exportação, durante um certo período de tempo. Nessas circunstâncias concluímos que a composição da produção exportáveis-domésticas deve se alterar em favor dos primeiros, com a atração de recursos dos últimos, até um novo preço relativo de equilíbrio ser alcançado. Assumindo-se inalterada a política comercial, os preços dos produtos domésticos tenderiam a se elevar e quando estes são alimentos de importância para as famílias de menores rendas, a distribuição da renda real poderia ser afetada".

No caso específico da cultura da soja, como ressaltou Homem de Melo (1982), "outros fatores contribuíram para sua expansão, tais como elevações das cotações internacionais e alterações na política cambial". Além desses, a estrutura cooperativista, a infraestrutura existente para a produção de trigo, e os créditos especiais para o programa de auto-suficiência em trigo auxiliaram a expansão da cultura da soja. Portanto, o conjunto desses fatores, aliado ao desenvolvimento tecnológico, propiciou a grande expansão da cultura da soja no Brasil.

Todavia, sendo a soja uma fonte de proteína vegetal de boa qualidade, seus derivados, principalmente o farelo, auxiliaram no desenvolvimento de rebanhos, principalmente de pequenos animais, fornecendo assim proteína animal a preços mais acessíveis. Além disso, a partir de 1970, o consumo interno de óleo de soja vem crescendo, situando-se atualmente em mais de 90% em relação a todos os óleos comestíveis consumidos, devido a sua boa qualidade e seu preço competitivo.

Os benefícios econômicos provenientes do apoio da pesquisa à cultura da soja são inegáveis. Entretanto, os problemas causados pela sua grande expansão, não unicamente pelo apoio da pesquisa, são bastante complexos. De um lado, a expulsão das culturas de arroz, milho, feijão, mandioca e batata, além do algodão e pastagens na região sul (Zockun 1980) e os problemas sociais decorrentes. De ou

tro, o apoio ao maior desenvolvimento das cooperativas, das indústrias de máquinas e implementos, das indústrias de moagem, das indústrias de insumos, da contribuição para o equilíbrio da balança comercial, entre outros. Todos esses segmentos foram fortalecidos, havendo naturalmente uma distribuição de renda na economia.

O balanço econômico-social final ainda será motivo para muitas investigações que não estão contidas nos objetivos deste trabalho.

8. CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA EM SOJA AO PIB AGRÍCOLA

Considerando-se que o PIB brasileiro atingiu, em 1980, Cr\$ 12,51 trilhões, que sua taxa média de crescimento no período 1960/80 foi 7% ao ano (Mesquita 1981) e levando-se em conta as variações das ORTNs, em dezembro de 1982 o PIB brasileiro deve ter atingido Cr\$ 55,4 trilhões. Cerca de 10% desse valor provém do setor agrícola (Cr\$ 5,54 trilhões), que deve representar o valor do PIB agrícola em dezembro de 1982.

A taxa média de crescimento do PIB agrícola no período compreendido entre 1960/80 foi de 3,4% ao ano (Mesquita 1981). Considerando-se essa taxa e a estimativa da variação das ORTNs em 1983 (100%), o PIB agrícola alcançará Cr\$ 11,45 trilhões nesse ano. O acréscimo estimado devido ao crescimento real da agricultura será de Cr\$ 188,36 bilhões. Como em 1983 os benefícios da pesquisa em soja estão estimados em Cr\$ 4,945 bilhões conclui-se que os benefícios da pesquisa em soja participarão com 2,6% desse valor.

Essa contribuição pode parecer pequena, porém deve-se considerar que representa benefícios de pesquisa em apenas uma cultura e referente a apenas cinco tecnologias que têm como finalidade a redução dos custos de produção e o aumento na produtividade. Os benefícios totais da EMBRAPA em 1981 foram estimados em Cr\$ 26,9 bilhões, equivalente a 0,9% do PIB naquele ano. O crescimento do PIB agrícola foi de aproximadamente Cr\$ 290,7 bilhões em 1981 e os benefícios da EMBRAPA representaram cerca de 9,3% desse crescimento. Isso quer dizer que em 1981, a EMBRAPA participou com cerca de 1% do crescimento do PIB, ficando o restante creditado a outros fatores, considerando que nesse ano a agricultura cresceu 10,8% (Cruz 1982).

Os benefícios líquidos da pesquisa em soja para o ano de 1981 estão estimados em Cr\$ 3,024 bilhões, representando 11% dos benefícios totais da EMBRAPA para esse ano. Nota-se, desta maneira, que a contribuição dada pelo CNPS aos benefícios totais da EMBRAPA e ao crescimento do PIB torna-se bastante expressiva neste contexto.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi avaliar economicamente *ex-ante* a pesquisa na cultura da soja no Brasil desde a criação do Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Comparando-se com os padrões internacionais, o período de tempo decorrido foi muito curto para uma avaliação mais completa *ex-post*. Isto significa que muitas tecnologias, cujos benefícios já se fazem sentir, não foram ainda consideradas para efeito de taxas de retorno devido a insegurança sobre seu índice de adoção.

Os valores das taxas internas de retorno para os períodos 1975/82 e 1975/95 foram, respectivamente, 45% e 62%. Considerando-se os benefícios constantes a partir de 1982 a taxa foi de 59%. Os resultados obtidos mostram que os dispêndios em pesquisa agropecuária, soja neste caso, trazem retornos compensadores, justificando as aplicações governamentais neste setor.

Seria extremamente difícil demonstrar que qualquer ramo da pesquisa científica bem conduzida tenha efeitos econômicos adversos, pois está relacionado com o conhecimento tecnológico e o desenvolvimento de um país.

10. REFERÊNCIAS

- AVILA, A.F.D. Evaluation de la recherche agronomique au Brésil; le cas de la recherche rizicole de L'IRGA au Rio Grande do Sul. Montpellier, Faculté de Droit et des Sciences Economiques, 1981. 217p. Tese Doutorado.

- AYER, H.W. & SCHUH, G.E. Social rates of return and other aspects of agricultural research: the case of cotton research in São Paulo, Brazil. American Journal of Agricultural Economics, 54(4): 557-69, 1972.
- CRUZ, E.R. da; PALMA, V. & AVILA, A.F.D. "Taxas de retorno dos investimentos da EMBRAPA: investimentos totais e capital físico". Brasília, EMBRAPA-DID, 1982. 47p. (EMBRAPA-DDM. Documentos, 1).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Brasília, DF. "Programa de difusão da cultura da soja no nordeste do Brasil; proposta para análise e discussão". Brasília, 1981. 40p.
- EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, Curitiba, PR. "Ação da extensão rural no manejo integrado de pragas da soja". Curitiba, EMATER-PR/ACARPA, 1980. n.p. (EMATER-PR/ACARPA. Série estudos, 7).
- EVENSON, R.E. Comparative evidence on returns to investment in national and international research institutions. In: ARNDT, T.M.; DALRYMPLE, D.G. & RUTTAN, V.W. eds. Resources allocation an productivity in national and international agricultural research. Minneapolis, University of Minnesota Press, 1977. p.237-64.
- EVENSON, R.E. Contribution of agricultural research to production. Journal of Farms Economics, 49(5):1415-25,1967.
- FINARDI, C.E. & SOUZA, G.L. de. "Ação da extensão rural no levantamento e prevenção de perdas na colheita de soja - safra 1979/80". Curitiba, EMATER-PR/ACARPA, 1981. 14p.
- FONSECA, M.A.S. Retorno social nos investimentos em pesquisa na cultura do café. Revista de Economia Rural, 16(4):31-40, 1978.
- HARBERGER, A.C. Investment in men versus investment in machines: the cases of India. In: ANDERSON, C.A. & BOWMAN, E.D.S. Education and economic development. Chicago, Aldine, 1965. n.p.

- MELLO, F.H. de. Inovações tecnológicas e efeitos distributivos: caso de uma economia semi-aberta. Revista de Economia Rural, 20(1):263-79, 1982.
- MESQUITA, A. O desempenho da agricultura brasileira nos últimos vinte anos e as perspectivas da soja no mercado internacional. Brasília, s. ed., 1981. 33p. Palestra proferida no II Seminário Nacional de Pesquisa de Soja, Brasília, DF., fev. 1981.
- MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P. & QUEIRÓZ, E.F. "Influência dos mecanismos das colhedoiras e do manejo da lavoura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sobre as perdas na colheita e a qualidade das sementes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 9, Campina Grande, 1979. Anais... Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 1980. p.261-73.
- MONTEIRO, A. Avaliação econômica da pesquisa agrícola; o caso do cacau no Brasil. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1975. 78p. Tese mestrado.
- MORICOCHI, I. Pesquisa e assistência técnica na citricultura; custos e retornos sociais. Piracicaba, ESALQ, 1980. 84p. Tese mestrado.
- OLIVEIRA, F.T.G. de; SILVA, J.B. da; GAZZONI, D.L. & ROESSING, A.C. Manejo de pragas na cultura da soja. Brasília, EMBRAPA-DID, 1980, 23p. (EMBRAPA-DDT. Documentos, 1).
- ROGERS, E.M. & SHOEMAKER, F.F. Communication of innovations. 2.ed. New York, Free Press, 1971. 476p.
- SFREDO, G.J.; CAMPO, R.J.; MUZILLI, O.; PALHANO, J.B.; BORKERT, C.M. & LANTMANN, A.F. Recomendação de adubação para a soja no Estado do Paraná. Londrina, EMBRAPA-CNPS, 1980. 5p. (EMBRAPA-CNPS. Comunicado Técnico, 6).
- ZOCKUN, M.H.G. A expansão da soja no Brasil; alguns aspectos da produção. São Paulo, IPE, 1980. n.p. (IPE. Ensaios econômicos, 40).

COMPOSIÇÃO

SETOR DE SERVIÇOS AUXILIARES

IMPRESSÃO

SETOR DE REPROGRAFIA

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA

Rod. Celso Garcia Cid, km 375

Londrina - PR