

AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE PESQUISA AGRÍCOLA: DISCUSSÃO DE UMA METODOLOGIA PARA MENSURAÇÃO DOS BENEFÍCIOS "EX-ANTE"¹

SEVERINO RAMOS DA SILVA² e ZÉLIA MARIA DE ALMEIDA³

RESUMO - Tem-se por objetivo desenvolver um método teórico que possibilite a estimativa 'ex-ante' dos fluxos de custo e benefícios associados a programas de pesquisa para um produto agrícola, com a finalidade de elevar o rendimento e deslocar a curva de oferta para a direita. A metodologia usada baseou-se nos três critérios usados para Avaliação de Projetos: Valor Presente, Taxa Interna de Retorno e Custo-Benefício. As formulações detalhadas para a Taxa Interna de Retorno, Benefício-Custo e Valor Presente que tomam como base a produção com e sem influência da pesquisa, estimativa das importações com e sem influência da pesquisa e outras variáveis, oferecem as relações fundamentais para uma análise da pesquisa 'ex-ante'.

Termos para indexação: avaliação de projetos, pesquisa agrícola, avaliação 'ex-ante'.

ECONOMIC EVALUATION OF AGRICULTURAL RESEARCH PROJECTS: A DISCUSSION OF METHODOLOGY FOR AN "EX-ANTE" PROFIT MENSURATION

ABSTRACT - This work shows a theory pattern developed to enable an 'ex-ante' mensuration associated to research programs for an agricultural product. This pattern shows the effect of the use of research results in the productivity increase and it analyses the supply curve dislocation to the right. Three types of Projects Evaluation comparasions were used: Present Value, Return Tax and Profit-Cost. The detailed formulations of the Return Tax, Profit-Cost and Presente Value are based on the resulting production obtained: a) whith or without research influence; b) mensuration of imports with and without research influence. It will also be show the influence of other variables that offer fundamental relations to the 'ex-ante' analysis research.

Index terms: projects evaluation, agricultural research, 'ex-ante' evaluations.

INTRODUÇÃO

A pesquisa no campo da agropecuária no sentido de elevar o nível de oferta de alimento para a humanidade, tem sido um imperativo para que não se cumpram as previsões de Malthus.

Sendo a superfície agricultável da terra, limitada, no sentido ricardiano, o homem tem lançado mão da pesquisa para elevar a produtividade da terra na produção de alimentos e fibras indispensáveis a sua sobrevivência. Após as importantes desco-

¹ Recebido em 03 de junho de 1985.

Aceito para publicação em 04 de novembro de 1986.

² M. S. em Engenharia Agrônômica, Assessor Projeto Nordeste - CEP 58000 - João Pessoa, PB.

³ M. S. em Economia, Professora Titular do Departamento de Economia da Universidade Federal da Paraíba (DE/CCSA/UFPB) - CEP 58000 - João Pessoa, PB.

bertas de Liebig no campo da química agrícola e das pesquisas de Mendel, bases fundamentais para experimentação agropecuária, importantes modificações ocorreram nos sistemas de produção agrícolas.

Essas descobertas têm levado os povos a alocarem consideráveis volumes de recursos na pesquisa agropecuária principalmente a partir da II Guerra Mundial, tendo-se obtido excelentes resultados principalmente no que diz respeito a produtividade de cereais mormente trigo, arroz e milho.

Em que pese os bons resultados obtidos pelas pesquisas levadas a efeito no campo das atividades agrícolas, tem havido nas últimas décadas uma preocupação no sentido de estimar os retornos sociais dos recursos alocados nesse campo.

Benedict-Cattin (1976) enfatizando a importância da aplicação dos resultados de pesquisas agrônomicas na melhoria da produção e no desenvolvimento dos países africanos, não deixa de apontar a necessidade de avaliação do impacto desses resultados. Guerra (1975) salienta que o planejamento da pesquisa deve ter como principal critério a maximização dos resultados obtidos em relação aos recursos aplicados. Tece comentários sobre a necessidade de estabelecimentos de critérios que possam auxiliar na alocação de recursos em pesquisa agrícola com respeito aos diferentes tipos de pesquisa e a determinação de prioridades entre projetos.

Allen (1972) sugere que sejam computados os retornos do investimento pesquisa agrícola comparados com os retornos de outros investimentos públicos e também comparar os retornos de diferentes projetos de pesquisa agrícola para decidir sobre alocação de recursos nessa atividade.

Diversos trabalhos empíricos têm sido levados a efeito na avaliação 'ex-post' de projetos de pesquisa entre os quais pode-se citar o clássico trabalho de Griliches (1968) sobre a avaliação social do milho híbrido. Ayer & Schuh (1974) usando método semelhante mas incluindo o efeito sobre as divisas analisaram o programa de pesquisa relativo a semente de algodão no Estado de São Paulo. Saylor citado por Araújo & Schuh (1975) fez também uma avaliação 'ex-post' do programa de pesquisa de algodão na Tanzânia.

Quanto a uma metodologia de avaliação 'ex-ante' de projetos de pesquisa agrônômica diversas têm sido as sugestões e os aspectos que devem ser levados em consideração na decisão de alocação de recurso. Russell segundo Makower (1975) sugere que deve ser levado em consideração entre outros aspectos os seguintes: a) centralização da decisão de alocação de recursos; b) definição de projetos; c) probabilidade técnica de sucesso; d) custo do sistema de pesquisa em relação aos benefícios potenciais; e) implicações educacionais.

As sugestões para análise de programas de pesquisa e decisão de alocação de recursos em pesquisa agrícola encontradas na literatura tem, na sua maioria, girado em torno do uso de custo-benefício e da Taxa Interna de Retorno (TIR). Evenson & Kislev (1975) no entanto chegaram a sugerir que a produtividade dos cientistas agrícolas fosse medida em termos de relatórios publicados. Consideram que as publicações são um bem econômico.

A literatura mais recente indica que sejam estimados o valor atual e a Taxa Interna de Retorno como instrumentos auxiliares na tomada de decisão. Sabe-se, no

entanto, das dificuldades para se determinar o fluxo de benefícios, mesmo em avaliação de projetos privados, tendo-se em vista considerável grau de incerteza tanto na estimativa do fluxo de custos quanto na estimativa dos fluxos de receitas futuras. No entanto a avaliação 'ex-ante', é um guia para tomada de decisão com aceitável probabilidade de acerto.

OBJETIVOS

Tem-se por objetivo principal desenvolver um método teórico que possibilite a estimativa 'ex-ante' dos fluxos de custos e benefícios associados a um programa de pesquisa para um determinado produto agrícola, com a finalidade de elevar o rendimento e conseqüentemente deslocar a curva de oferta para a direita.

METODOLOGIA

Presume-se ser possível o uso das regras do valor presente (V_0), Taxa Interna de Retorno (TIR) e custo-benefício (B/C) na decisão de alocação de recursos em pesquisa agropecuária.

Os três critérios comumente usados em avaliação de projetos os quais são definidos pelas equações 1, 2 e 3 prescindem de fluxos de custos e benefícios de um dado conjunto de projetos ou componentes, conforme Gittinger (1974), Hirschleifer (1970).

Para o caso específico de avaliação de projetos de pesquisa tem sido considerado o horizonte como sendo infinito, ou seja,

$$T = \infty$$

Esse procedimento será adotado dividindo-se o segundo membro de cada equação em dois termos: o primeiro deles composto pela parte finita do horizonte, limitada no ponto onde B e C tornam-se constantes. O segundo termo representa a parte infinita das equações 1, 2 e 3.

$$V_0 = \sum_{t=1}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} + \frac{b - c}{r(r+1)^T} \quad (1)$$

onde:

V_0 = Valor atual ou valor presente

T = Parte finita do horizonte do projeto, em anos, terminada no primeiro ano em que os fluxos de custo e benefício tornam-se constantes

B_t = Benefício no ano t

- r = Dada taxa de desconto
 C_t = Custo no ano t
 C = Custo constante a partir de T
 b = Benefício constante a partir de T

$$V_0 = \sum_{t=1}^T \frac{B_t - C_t}{(1+\rho)^t} + \frac{b - c}{(1+\rho)^T} \quad (2)$$

onde:

- ρ = Taxa Interna de Retorno (TIR)
 b = Benefício constante do projeto a partir de T
 c = Desembolso constante do projeto a partir de T
 B_t = Benefício no ano t
 C_t = Desembolso no ano t
 T = Parte finita do horizonte do projeto em anos, determinada pelo primeiro ano em que os fluxos de benefício e custo tornam-se constantes

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{B_t}{(1+r)^t} + \frac{b}{r(1+r)^T}}{\sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} + \frac{c}{r(1+r)^T}} \quad (3)$$

onde:

- B/C = Relação benefício/custo
 b = Benefício constante a partir de T
 c = Custo constante a partir de T

CUSTOS E BENEFÍCIOS

Tratando-se de projetos de pesquisa os custos serão considerados aqueles previstos para serem efetivados em cada ano t , com $1 \leq t = \infty$, por instituições de pesquisa. O conceito de infinito é aqui considerado em virtude de alguns componentes do pacote exigirem que, após se chegar a uma conclusão satisfatória, seja mantido um custo indispensável a preservação dos benefícios. Pode-se citar incluídos nesse caso a semente do milho híbrido nos Estados Unidos, o algodão em São Paulo, o arroz na Ásia, etc.

Os benefícios serão medidos em termos de excedente do consumidor e, nos casos em que parte da demanda é atendida por importação, será levada em consideração a poupança de divisas que ocorrerá em decorrência da adoção dos componentes do pacote.

Para que seja possível a estimativa de benefícios futuros em decorrência de resultado de pesquisa é necessário que no planejamento da mesma sejam estipuladas metas quantitativas com referência ao impacto de tais resultados. É claro que essa tarefa dependerá do conhecimento de resultados de pesquisas semelhantes em outras áreas do mundo com o mesmo produto ou similar.

Não serão computados os prováveis benefícios auferidos ao produtor pela adoção das práticas recomendadas. Parte-se do pressuposto de que tanto no sistema tradicional como no sistema com adoção de inovações, o produtor não tenha lucro em excesso, isto é, o preço equivale aos custos médio e marginal. Admitindo-se portanto que cada componente posto a disposição dos produtores seja responsável pela redução do custo unitário. Do contrário os agricultores não terão interesse em adotá-lo.

Para estimativa do excedente do consumidor o qual é uma variável básica para cálculo do fluxo de benefícios é necessário o conhecimento de dois parâmetros: a) proporção da oferta que será deslocada por influência da pesquisa; b) função de demanda pelo produto objeto da pesquisa.

As razões expostas poderão ser ilustradas pelo Gráfico 1. Nesse gráfico, de acordo com Mishan (1975), o excedente do consumidor, para uma quantidade Q_1 e um preço P_1 , é definido como sendo a área do Triângulo PP_1R_1 , isto é, a área que fica abaixo da curva de demanda limitada pelo nível de preço. Com o deslocamento da oferta para S' o excedente se amplia, passando agora a ser a área do Triângulo PP_2R_2 , havendo portanto um acréscimo correspondente a área do Trapézio $P_1R_1R_2P_2$. Para o caso de avaliação da pesquisa tendo-se a oferta com influência da mesma e a oferta sem tal influência, num determinado ano t , será necessário o conhecimento da função de demanda para que seja possível estimar o preço P_2 do qual, dependerá o cálculo do fluxo de benefício que será definido, para efeito de análise, como sendo a parte do excedente limitada pelo retângulo $P_1R_1MP_2$ ou seja:

$$B_t = (P_1 - P_2) Q_1 \quad (4)$$

onde:

B_t = Benefício no tempo T

P_1 = Preço estimado para o ano t se não há deslocamento da oferta por influência da pesquisa

P_2 = Preço estimado para o ano t se há influência da pesquisa

$Q_1 = S =$ Quantidade ofertada se não há influência da pesquisa

$Q_2 = S' =$ Quantidade ofertada com influência da pesquisa

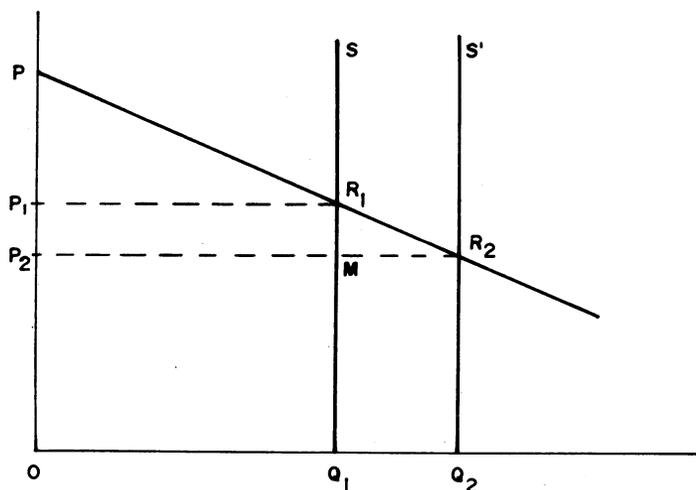


GRÁFICO I - Benefício auferido ao consumidor pelo resultado de uma pesquisa agrônômica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O principal indicador para medir os resultados da pesquisa é a elevação do rendimento do produto que se deseja pesquisar. Esse parâmetro tem sido usado para avaliação 'ex-post' de programas de pesquisa por vários economistas entre os quais Griliches (1968), Ayer & Schuh (1974) e Saylor citado por Araújo & Schuh (1975) e vários outros. Mesmo ignorando-se o fator qualidade, é de se admitir que a pesquisa agrônômica tenha por finalidade a elevação da produtividade dos recursos que fundamentalmente se reflete no rendimento por unidade de área.

O modelo pressupõe conhecimento da situação de cada produto, objeto da pesquisa, em relação aos resultados obtidos em trabalhos similares no País ou fora dele, e qual o método usado, de maneira que seja possível estimar a amplitude de tempo necessário a uma resposta segundo cada componente previsto no projeto (genético, bioquímico, biológico ou tecnológico).

Pelo exposto, para aplicação do método sugerido em avaliação 'ex-ante' de projetos de pesquisa, se faz necessário constar no diagnóstico e no dimensionamento do projeto de pesquisa, as seguintes informações e estimativas:

1. Função de demanda do produto objeto da pesquisa de maneira a possibilitar a estimativa da elasticidade-preço.

2. Oferta do produto com e sem influência da pesquisa. Ambas são consideradas fixas ou infinitamente inelástica para cada ano t .
3. Taxa de adoção de cada componente posto a disposição dos produtores.
4. Estimativa do tempo necessário para que cada componente seja posto a disposição dos produtores considerando-se o ano de implantação da pesquisa como o ano 1.
5. Tendência de importação do produto a ser pesquisado.

FUNÇÃO DA DEMANDA

Para estimativa da função de demanda serão levados em consideração, não apenas o preço mas, também outras importantes variáveis responsáveis pelo deslocamento da curva, como renda per capita e crescimento demográfico.

A função de demanda será calculada a partir do consumo per capita o qual deverá ser ajustado a uma logaritmica tendo como variáveis independentes o preço do produto e a renda per capita ou seja:

$$Q_t = A p_t^e Y_t^E \quad (5)$$

onde:

Q_t = Consumo per capita do produto no ano t

p_t = Preço do produto no ano t

Y_t = Renda per capita no ano t

e = Elasticidade preço da demanda

E = Elasticidade renda da demanda

Para a estimativa da demanda total é necessário apenas multiplicar o consumo per capita pela função de crescimento demográfico a qual é expressa em função do tempo ou seja:

$$P_t = f(t) \quad (6)$$

onde:

P_t = População no ano t

t = Horizonte do projeto em anos = 1, 2, 3, 4, ..., n

A demanda total (D_t) para um ano t será portanto

$$D_t = Q_t f(t) \text{ ou seja} \quad (7)$$

$$D_t = A p_t^e Y_t^E f(t)$$

Tomando-se essa função linear nos logarítimos tem-se

$$\log D_t = \log A + e \log p_t + E \log Y_t + \log f(t)$$

Dessa equação tira-se que:

$$\log p_t = \frac{1}{e} [\log D_t - (\log A + E \log Y_t + \log f(t))] \quad (8)$$

onde:

p_t = Preço de equilíbrio

D_t = Demanda total no ano t que é igual a oferta estimada para o ano t

DESLOCAMENTO DA OFERTA

Na estimativa do deslocamento da oferta, aspecto fundamental para cálculo do excedente do consumidor e conseqüentemente determinação dos benefícios, se faz necessário conhecer: a) qual a oferta em cada ano t sem a influência dos resultados do pacote a ser pesquisado; e b) qual seria a oferta no mesmo ano se os produtores adotaram as práticas ou componentes recomendados pela pesquisa.

Para conhecimento da oferta sem influência da pesquisa, estimar-se-á, com auxílio de regressão, a tendência da área explorada com o produto e o rendimento médio com base em médias trianuais dos últimos dez anos.

A estimativa da oferta de um dado produto sem a influência da pesquisa no ano t, será dado pela seguinte fórmula:

$$Q_{TS} = r_t \cdot S_{ts} \quad (9)$$

onde:

Q_{TS} = Oferta interna no ano t sem a influência de pesquisa

r_t = Rendimento médio estimado para o ano t

S_{ts} = Superfície explorada com o produto estimada para o ano t

Para estimativa da oferta considerando-se a influência da pesquisa, presume-se que a equipe de planejamento da pesquisa, possa dispor de estimativa sobre: a) período de carência da pesquisa para cada compo-

nente do pacote pesquisado; b) influência de cada componente no aumento do rendimento; c) taxa de adoção de cada componente recomendado.

A estimativa de cada uma das referidas variáveis é importante, pois em última instância a oferta do produto com influência da pesquisa dependerá em cada ano dos seguintes fatores:

1. Percentagem anual acumulada da área cultivada segundo a recomendação da pesquisa para o componente;
2. Número de componentes postos a disposição dos produtores; e
3. Participação proporcional de cada componente no aumento do rendimento do produto.

A literatura disponível poderá ser usada como fonte de referência por ocasião da elaboração dos projetos, tanto no que diz respeito a influência de um determinado componente no aumento do rendimento quanto ao período de tempo necessário para se chegar a um resultado satisfatório da pesquisa.

Segundo Griliches (1968) a semente do milho híbrido aumentou no mínimo em 15% o rendimento do milho nos Estados Unidos. Mosher (1969) referindo-se a mudanças tecnológicas na agricultura cita vários exemplos: na Turquia o uso de fertilizantes aumentou o rendimento do trigo em 15% tendo essa prática aumentado o rendimento do milho em Gana e o rendimento do repolho na Guatemala em respectivamente 57% e 140%; na Síria o trigo adubado sem irrigação e com irrigação elevou respectivamente o rendimento em 22% e 51%. Em Java um grupo de agricultores elevou o rendimento do milho em 600% usando um pacote recomendado contendo os seguintes componentes: nova variedade, fertilizantes, profundidade correta de semente e controle de pragas.

Taxa de adoção é a relativa velocidade com a qual uma inovação é adotada pelos membros de um Sistema Social. Essa taxa de adoção é usualmente medida pelo tempo requerido para que uma certa percentagem dos membros do Sistema adote uma inovação, Rogers & Shoemaker (1971).

Pesquisas empíricas tem demonstrado que a adoção de uma nova idéia depende de diversos fatores de natureza sócio-econômica, os quais determinam o achatamento da curva de adoção.

Fleger & Klivin citados em trabalho da ANCAR (1964) estudando a adoção de práticas por criadores de Pensylvânia indicam 14 caracteres que influenciaram na velocidade de adoção das práticas recomendadas. Tais fatores são: a) custo inicial; b) custo subsequente; c) taxa de reposição do custo; d) divisibilidade para experiência; e) tração mecânica; f) complexidade; g) compatibilidade; h) associação da prática com o tipo de exploração da empresa; i) economia de tempo; j) conforto e finalmente vantagens segundo os padrões de valores do produtor.

Rogers & Schoemaker (1971) baseados em resultados de pesquisas empíricas, resume em 5 os principais fatores que influenciam na velocidade da adoção de uma inovação: a) vantagem relativa; b) compatibilidade; c) complexidade; d) comunicabilidade ou observabilidade; e) divisibilidade.

A adoção de uma idéia é portanto variável dependendo dos fatores anteriormente mencionados. A adoção de semente de milho híbrido no Estado de Iowa, necessitou de um espaço de 14 anos e a aceitação de fertilizante químico em uma pequena aldeia da Colômbia levou 30 anos segundo Rogers & Shoemaker (1971). Griliches (1968) admite que foram necessário os 23 anos para que todo território dos Estados Unidos adotasse semente de milho híbrido, mas estimou que, dado o sucesso do milho, o sorgo híbrido levaria apenas 10 anos para ser adotado.

A adoção de um pacote recomendado pela pesquisa, poderá ser ilustrado pelo gráfico 2: as curvas C_1 , C_2 , C_3 e C_4 representam taxas de adoção de componentes do pacote posto a disposição dos produtores as quais tem a forma de exponencial logística assintótica à linha de probabilidade unitária e, cujo achatamento é variável de acordo com a resistência do produtor em adotar cada prática recomendada. O eixo horizontal representa o período em anos necessários para a adoção dos componentes; o eixo vertical indica a percentagem da área cultivada segundo as recomendações da pesquisa. As linhas C_1 até C_4 representam as curvas de adoção dos componentes 1, 2, 3 e 4. De acordo com o gráfico 2, no ano t_2 tem-se que $K_1\%$ da área é cultivada usando-se os componentes C_1 , C_2 , C_3 ; K_2 usando o componente C_1 , C_2 . Apenas o componente C_2 , no tempo t_2 é usado em 100% da área.

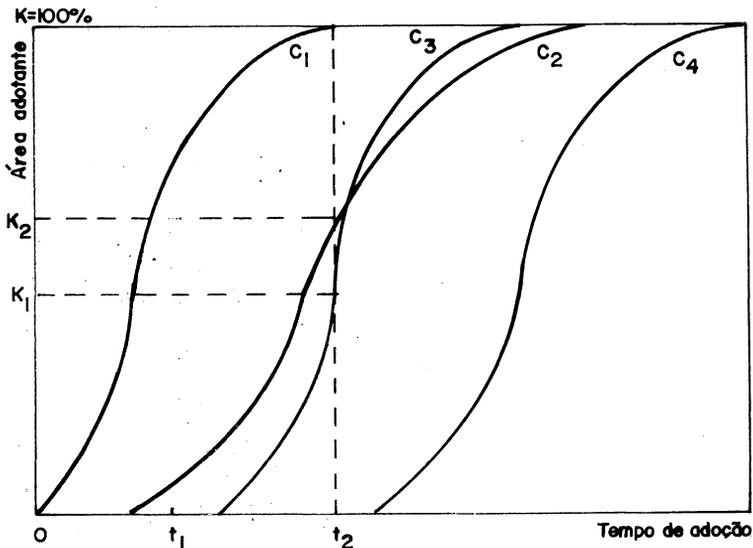


GRÁFICO 2 - Curva de adoção de um pacote recomendado pela pesquisa dos produtores.

Dispondo-se de dados sobre o rendimento, área plantada e taxa de adoção, determina-se a oferta para cada ano t com influência da pesquisa, ou seja:

$$Q_{tc} = r_o S_t \prod_{t=1}^T (1 + n_{ti} k_i) \quad (10)$$

onde:

- Q_{tc} = Oferta total = Produção no ano t com influência da pesquisa
- r_o = Rendimento médio no ano zero
- S_t = Área estimada para ser plantada no ano t
- K_i = Proporção da área plantada no ano t adotando o componente c_i
- n_{ti} = Participação proporcional do componente c_i no aumento do rendimento

Durante o horizonte do projeto as duas situações de oferta (com e sem influência de pesquisa) poderá ser representada pelo Gráfico 3. Nele a linha cheia representa a tendência da produção sem a influência da pesquisa; a linha interrompida representa o desvio dessa tendência provocado pela pesquisa.

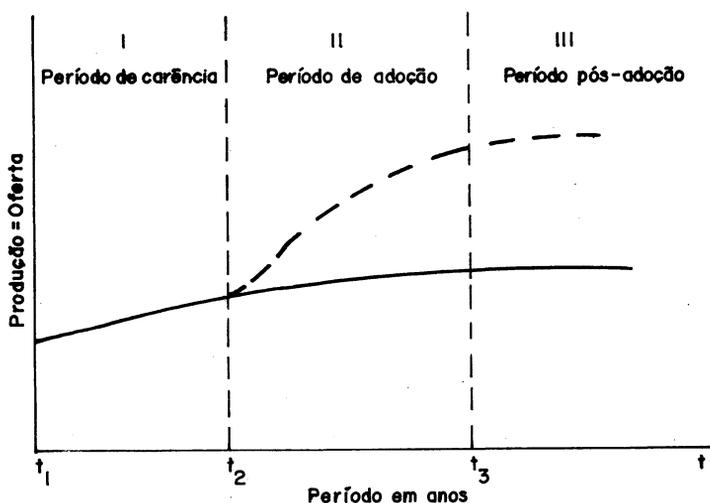


GRÁFICO 3 - Representação gráfica da produção com e sem influência de pesquisa.

ECONOMIA DE DIVISAS

Poderá haver casos em que o produto a ser pesquisado é, pelo menos em parte, importado. Nesse caso ter-se-á que considerar os benefícios resultantes da economia de divisas advinda do aumento da oferta interna em decorrência da adoção de componentes pela pesquisa.

Para avaliação dos benefícios conseguidos por substituição da importação, a oferta será considerada infinitamente elástica, significando, em outras palavras, que o preço será considerado constante durante todo o período do processo de substituição. Os benefícios serão medidos em termos de redução do custo social de divisas.

Bacha et alii (1972) citam que o custo social de divisas é dado pela fórmula seguinte:

$$r_s = r_x (1 + t)^a \quad (11)$$

onde:

- r_s = Custo social de divisas em cruzeiros por dólares
- r_x = Taxa de câmbio para compra
- t = Tarifa imposta sobre as importações
- a = Parâmetro calculado pela seguinte fórmula:

$$a = \frac{M \left[\frac{\text{lm}}{\text{Xl}_x} + M \left[\frac{\text{lm}}{\text{Xl}_x} \right] \right]}{\text{Xl}_x + M \left[\frac{\text{lm}}{\text{Xl}_x} \right]} \quad (12)$$

onde:

- M = Importações totais em dólares
- X = Exportações totais em dólares
- = Valor absoluto da elasticidade-preço das importações
- = Elasticidade-preço das exportações

O valor de t poderá ser calculado pela fórmula:

$$t = \frac{p'}{rP} - 1 \quad (13)$$

onde:

- t = Tarifa sobre o produto
- p' = Preço doméstico em cruzeiros

P = Preço internacional (CIF) em dólares do produto

r = Taxa de câmbio de mercado

Determinando o valor de r_s ter-se-á o fluxo de benefício líquido em decorrência da substituição de importação por influência da pesquisa ou seja:

$$B_{t'} = (M'' - M')_t r_x - C_t \quad (14)$$

onde:

$B_{t'}$ = Benefício líquido no ano t

M'' = Estimativa das importações do produto (em dólares) no ano t sem a influência da pesquisa

M' = Estimativa das importações (em dólares) no ano t com influência da pesquisa

r_s = Custo social das divisas no ano zero

C_t = Gasto com a pesquisa no ano t

CONCLUSÕES

Obtidos todos os parâmetros discutidos no item anterior (RESULTADOS E DISCUSSÕES), se precederá o cálculo da estimativa de V_0 , ρ e $\frac{B}{C}$ usando-se as seguintes fórmulas:

1. Cálculo da taxa interna de retorno (ρ)

(15)

$$\sum_{t=1}^n \frac{(M'' - M')_t r_s - C_t}{(1+\rho)^t} + \sum_{t=n+1}^T \frac{(Q_{st}^{1/e} - Q_{ct}^{1/e}) Q_{st}^{-A} \frac{1/e E/e b/e}{Y_t P_t} C_t}{A \frac{1/e E/e b/e}{Y P} (1+\rho)^t} +$$

$$\frac{(Q_s^{1/e} - Q_c^{1/e}) Q_s^{-A} \frac{1/e E/e b/e}{Y P} C}{A \frac{1/e E/e b/e}{Y P} \rho (1+\rho)^{T+n}} = 0$$

2. Cálculo do valor presente líquido (V_0)

$$V_0 = \sum_{t=n}^n \frac{(M''-M')_t r_s - C_t}{(1+r)^t} + \quad (16)$$

$$\sum_{t=n+1}^T \frac{(Q_s^{1/e} - Q_c^{1/e}) Q_{st} - A^{1/e} Y_t E / e P_t b / e C_t}{A^{1/e} Y_t E / e P_t b / e (1+r)^t} +$$

$$\frac{(Q_s^{1/e} - Q_c^{1/e}) Q_s - A^{1/e} Y E / e P b / e C}{A^{1/e} Y E / e P b / e r (1+r)^{T+n}}$$

3. Cálculo do índice custo-benefício

$$\frac{B_T}{C_T} = \frac{\sum_{t=n}^n \frac{(M''-M')_t r_s}{(1+r)^t} + \sum_{t=n+1}^T \frac{(Q_s^{1/e} - Q_c^{1/e}) Q_{st}}{A^{1/e} Y E / e P b / e (1+r)^t} + \frac{B}{r(1+r)^{T+n}}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} + \sum_{t=n+1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} + \frac{C}{r(1+r)^{T+n}}} \quad (17)$$

onde:

$$B = \frac{(Q_s^{1/e} - Q_c^{1/e}) Q_s}{A^{1/e} Y E / e P b / e}$$

 ρ = Taxa interna de retorno r = Taxa de desconto

- n = Período em que termina a substituição de importações
 r_s = Custo social de divisas
 e = Elasticidade-preço da demanda do produto
 E = Elasticidade-renda da demanda do produto
 b = Elasticidade da demanda em relação a população
 T = Limite do horizonte finito do projeto
 A = Constante da função de demanda estimada pela equação 7
 M'' = Estimativa das importações sem a influência da pesquisa
 M' = Estimativa das importações com a influência da pesquisa
 Q_s = Produção estimada sem influência da pesquisa no ano $(T + 1)$
 Q_c = Produção estimada com influência da pesquisa no ano $(T + 1)$
 Q_{st} = Produção sem influência da pesquisa estimada para o ano t
 Q_{ct} = Produção com influência da pesquisa estimada para o ano t
 Y_t = Renda per capita estimada para o ano t
 P_t = População estimada para o ano t
 C = Gastos estimados com a pesquisa no ano $(T + 1)$
 C_t = Gastos com a pesquisa no ano t
 B_T
 C_T = Coeficiente benefício/custo
 V_0 = Valor presente do fluxo de benefícios líquidos

Pela amplitude relativamente grande do horizonte de um projeto de pesquisa e pela própria natureza da atividade, reconhece-se que sua avaliação está muito mais sujeita a erro, sejam quais forem os métodos e critérios empregados, do que qualquer outro tipo de projeto. No entanto parece ser válida a tentativa de buscar soluções para os problemas que se apresentam, independente das dificuldades que possam aparentar.

REFERÊNCIAS

- ACAR. **Adoção de novas idéias e práticas.** Purdue University, 1964. 32p.
- ALLEN, P. G. Evaluation of research expenditure in California agriculture. **Disc. Abstr. Int., California**, 34(1):35, 1972. In: **WAERSA**, Oxford, 17(9):531, sept. 1975 (Abstract 4526).
- ARAÚJO, P. F. C. & SCHUH, G. E. **Desenvolvimento da Agricultura.** São Paulo, Pioneira, 1975. 2v. v. 2.

- AYER, H. & SCHUH, G. E. Taxas de retorno social e outros aspectos da pesquisa agrícola: o caso da pesquisa do algodão em São Paulo, Brasil. **Agricultura em São Paulo**. São Paulo, 1(21):1-29, 1974.
- BACHA, E. L.; ARAÚJO, A. B.; MATA, M. & MODENESI, R. L. **Análise governamental de projetos de investimento no Brasil**: procedimentos e recomendações. 2 ed. Rio de Janeiro, IPEA/INPES 3, 1972. 204p.
- BENEDIT-CATTIN, M. Agricultural research and rural development in tropical countries. **Abstr. Trop. Agri.** 1(12). In: **WAERSA**, Oxford, 18(5):335, maio 1976 (Abstract 3004).
- EVENSON, R. E. & KISLEY, Y. Investment in agricultural research and extension: a survey of international date. **Economic Dev. and Cult. Change**. Illinois, 23(3):507-521, 1975. In: **WAERSA**, Oxford, 18(2):117, feb. 1976. (Abstract 1115).
- GITTINGER, J. P. **Análisis económico de proyectos agrícolas**. Madrid, Tecnos, 1974. 241p.
- GRILICHES, Z. Gastos de investigación y utilidades sociales: Maiz Híbrido e innovaciones relacionadas. In: EICHER, C. & WITT, L. W. **La Agricultura en el desarrollo económico**. México, A.I.D., 1968. 478p.
- GUERRA, E. C. La planificación de la investigación agrícola. **Desarrollo Rural en las Américas**. Lima, 7(2):116-127, 1975. In: **WAERSA**, Oxford, 18(7):488, jul. 1976. (Abstract 4338).
- HIRSCHLEIFER, J. **Investment, interest and capital**. London, Prentice-Hall, 1970, 319p.
- MAKOWER, M. S. Comment: resource allocation methods in agricultural research: some comments on Russell's Rasar. **Can. Agric. Econ.** Stirling, Scotland, 23(3):67-71, 1975. In: **WAERSA**, Oxford, 18(7):429, jul. 1976. (Abstract 3729).
- MISHAN, E. J. **Elementos de análise de custos-benefícios**. Rio de Janeiro. Zahar, 1975. 203p.
- MOSHER, A. T. **Cómo hacer avanzar la agricultura**. México, Uteha, 1969. 177p.
- ROGERS, E. M. & SHOEMAKER, F. F. **Communication of inovations**. 2 ed. New York, Free Prees, 1971. 476p.