

PALESTRA 04: AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIO-ECONÔMICOS DA PESQUISA AGROPECUÁRIA

Antônio Flávio Dias Ávila
- SEA/EMBRAPA -
Elmar Rodrigues da Cruz
- SEA/EMBRAPA -

1. INTRODUÇÃO

Avaliar os impactos sociais e econômicos da pesquisa agropecuária é tarefa complexa, dada a diversidade do "produto" resultante de tal atividade e suas interrelações com outras políticas de governo ou setores da economia. Os "produtos" gerados podem traduzir-se num enriquecimento dos conhecimentos iniciais em novas técnicas ou métodos de produção, numa melhor qualidade de vida, numa melhoria na capacitação profissional e ainda por outras classes de resultados, como melhor status ou tão somente insumo para pesquisas futuras. Por outro lado, na atividade de pesquisa agrícola, a maior parte das tecnologias geradas tem o caráter de "bem público", e portanto, de livre acesso, isto é, beneficiam a sociedade, mas não geram retorno financeiro direto para a instituição que desenvolveu a tecnologia.

Além disso, o conhecimento científico gerado pela pesquisa agropecuária flui facilmente entre as diferentes instituições, tais como as universidades, institutos, empresas, estações experimentais e centros nacionais e internacionais de pesquisa. Esta diversidade do produto da pesquisa e a fluidez do conhecimento entre as instituições científicas fazem com que a tarefa de avaliação do impacto das atividades de pesquisa constitua algo extremamente complexo.

No processo de mensuração dos benefícios da pesquisa um aspecto importante é o referente aos efeitos da transferência de conhecimentos, os quais podem ocorrer internamente ou externamente à área de influência da instituição ("spillin" e "spill-over", respectivamente). Estes efeitos são resultantes da limitação das empresas em um mesmo ramo (legais e ilegais) de idéias, processos e inovações em geral, entre os diversos setores e regiões e até mesmo entre países.

No caso da pesquisa agropecuária cujo produto, em geral, não é patenteável, os conhecimentos se originam em universidades, instituições de pesquisa públicas e privadas e também produtores, podem ir e vir de uma fonte a outra sem nenhum controle. Por isso, é grande a dificuldade de estabelecer qual é a proporção dos méritos que devem ser atribuídos a uma instituição ou fonte de financiamento.

A avaliação de participações externas à instituição ou programa é dificultada quando ela ocorre no passado (início do processo de geração), ou mesmo em outro país. Na literatura, em geral, têm sido consideradas estas participações como "bens gratuitos", o que pode provocar uma subestimação dos custos da pesquisa e, portanto, superestimar o impacto gerado pela instituição que está sendo avaliada (Ávila et al., 1985).

O intercâmbio entre os investigadores das diferentes instituições de pesquisa torna ainda mais complexa a quantificação dos custos. Foram utilizados vários critérios com o

intenção de isolar as participações de outras instituições no programa de pesquisa da instituição sob avaliação. Entre os exemplos disponíveis, pode-se citar os trabalhos de Sundquist et al. (1981), Kahlon et al. (1977) e Cruz et al. (1982). Em todos os casos, os autores tentaram ratear os benefícios das tecnologias segundo a participação das diversas instituições envolvidas nos programas de pesquisa sob avaliação.

Na avaliação do impacto dos resultados da pesquisa agropecuária, outro aspecto que exige também uma atenção especial é o referente ao tempo transcorrido entre os gastos na geração da tecnologia e os efeitos desta tecnologia em seus diversos níveis (produtor, consumidor, ambiente etc.). Segundo Evenson (1977), o período de tempo entre a geração e a adoção da tecnologia gerada pela pesquisa agropecuária gira em torno de, pelo menos, três anos; e o período médio entre a aparição dos primeiros resultados e a máxima adoção por parte dos agricultores estaria em torno de sete anos.

Tendo em conta estas características do processo de adoção, determina-se o período de tempo a ser usado na avaliação, em que apenas os custos da pesquisa são considerados. Em tal período, inexistirão benefícios, portanto, o fluxo de benefícios econômicos líquidos será negativo. Eventuais benefícios que tenham sido gerados neste período devem ser atribuídos a inversões realizadas anteriormente por outras instituições.

Deve-se ainda levar em conta que, a partir de um certo tempo, a tecnologia torna-se obsoleta e é substituída por novas tecnologias mais eficientes ou mais produtivas. A partir do momento em que a tecnologia começa a ser substituída, inicia seu período de "obsolescência", que pode ser curto ou relativamente longo, dependendo do dinamismo da agricultura, do tipo de tecnologia e do nível da pesquisa.

Neste capítulo, são realçados os principais métodos ou enfoques metodológicos usados na avaliação de impacto da pesquisa agropecuária. Analisa-se com maior profundidade, a experiência recente da EMBRAPA, bem como as novas tendências de tais estudos no âmbito da empresa (avaliação "ex-ante" de impacto econômico de projetos e programas, avaliação dos impactos sociais e ambientais, análise de sustentabilidade da atividade agrícola etc.).

2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO DA PESQUISA AGROPECUÁRIA

Na avaliação dos impactos da pesquisa agropecuária, a literatura tem mostrado que os métodos mais utilizados têm sido os seguintes: a) enfoque do excedente econômico; b) enfoque econométrico (funções de produção ou de produtividade, funções de oferta, lucro ou custo, método de decomposição etc.).

2.1. Enfoque do Excedente Econômico

Usando-se o conceito de excedente econômico pode-se estimar o benefício econômico gerado pela pesquisa ao nível de um determinado produto. Para tal, deve-se usar os coeficientes de elasticidade-preço da oferta e da demanda do produto avaliado, a

taxa de deslocamento da curva de oferta resultante da adoção de inovações tecnológicas, e os preços e quantidades oferecidas de tal produto. A Fig. 1, baseada em Hayami & Akino (1977), ilustra como seria o deslocamento da curva de oferta resultante do impacto da adoção de inovações tecnológicas, usando-se o enfoque do excedente econômico.

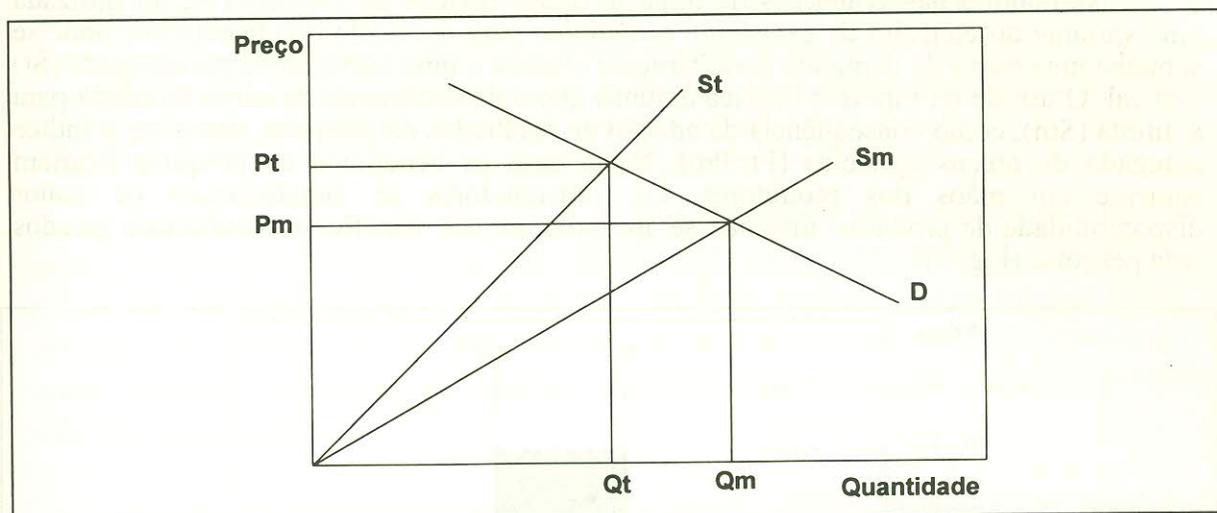


FIG. 1. Efeitos da adoção de inovações sobre a oferta em um dado produto

Para calcular a área correspondente ao excedente econômico na Fig. 1 (área ABC + área ACO), Hayami & Akino (1977) utilizaram a seguinte fórmula:

$$E = K P_m Q_m + \frac{P_m Q_m K (1 + b)^2}{2 (b + n)}$$

onde:

K = taxa de deslocamento da curva de oferta;
 $P_m Q_m$ = valor anual da produção;
 b = elasticidade da demanda;
 n = elasticidade da oferta.

A taxa de deslocamento (k) da curva de oferta, como resultado da pesquisa, em geral, tem sido calculada utilizando-se as diferenças de rendimento entre as variedades tradicionais e as variedades melhoradas criadas pela pesquisa, e as percentagens da área cultivada com as novas variedades.

Numa avaliação de impacto de uma instituição de pesquisa agropecuária ou de um programa de pesquisa, o ideal será ter uma taxa "k" para cada ano do período de análise, entretanto, na maioria dos estudos realizados, isto não tem sido factível, dada a inexistência de dados anuais sobre a superfície semeada e rendimentos das variedades tradicionais e melhoradas.

A vantagem no uso do enfoque do excedente econômico é que ele permite ainda que se faça uma distribuição dos benefícios econômicos da pesquisa entre produtores e consumidores. A magnitude do excedente dos produtores e dos consumidores vai depender do tipo de produto que está sendo objeto de avaliação, uma vez que os excedentes dependem da magnitude dos coeficientes de elasticidade, especialmente da demanda.

Assim, por exemplo, sabe-se que os produtos de exportação têm maiores coeficientes de elasticidade da demanda, o que significa que um maior nível do excedente econômico termina em mãos dos produtores destes produtos (soja, cacau, café, entre outros).

Na maioria das avaliações de impacto desenvolvidas na EMBRAPA, foi utilizada uma variante do conceito de excedente econômico para o cálculo dos benefícios, onde se supunha uma curva de demanda perfeitamente elástica e uma curva de oferta agregada (S_t) vertical. O uso de tal hipótese implica assumir que o deslocamento da curva de oferta para a direita (S_m), como consequência da adoção de resultados da pesquisa, não afeta o índice agregado de preços agrícolas ($P_t = P_m$). Neste caso os benefícios da pesquisa ficariam somente em mãos dos produtores. Os consumidores se beneficiariam da maior disponibilidade de produtos, mas não se apropriariam dos benefícios econômicos gerados pela pesquisa (Fig. 2).

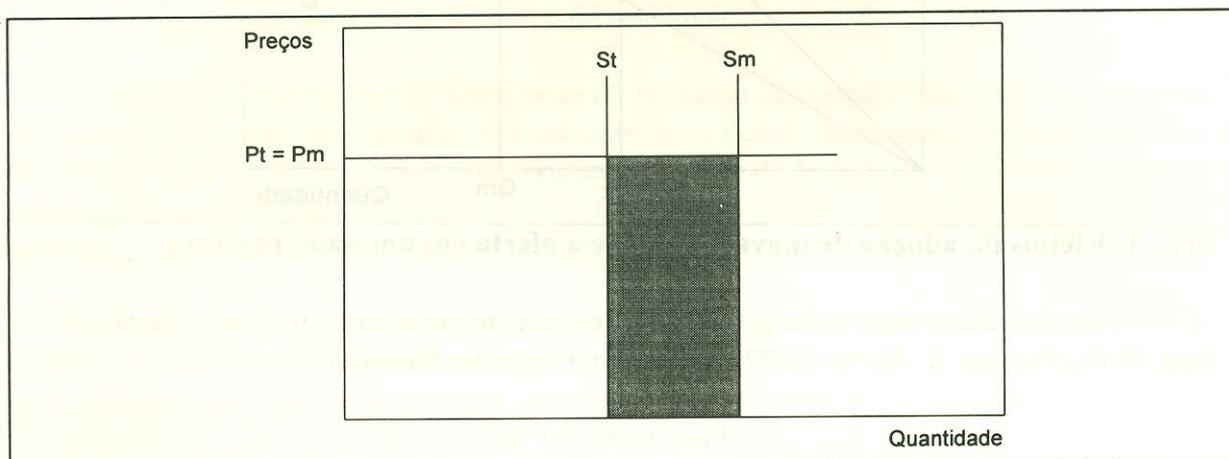


FIG. 2. Efeitos da adoção de inovações tecnológicas com oferta vertical e Demanda Horizontal

Esta hipótese de comportamento da oferta e de demanda foi adotada inicialmente por Tosterud et al. (1973) e por Kislev & Hoffmam (1978). Neste caso, os autores estimam os benefícios econômicos apenas ao nível dos produtores.

2.2. Enfoque Econométrico

Neste grupo estão os estudos em que os autores usaram modelos econométricos para avaliar o impacto da pesquisa agropecuária. São os casos das avaliações baseadas no uso de funções clássicas de produção ou de produtividade, ou suas variantes, ou das chamadas meta-funções de produção, onde variáveis, como escolaridade e extensão, são incorporadas à função agregada de produção.

Em tais funções de produção, a pesquisa agropecuária é incluída no modelo econométrico como variável independente, medida em termos de investimentos, artigos publicados etc., junto com as demais variáveis tradicionais em estudo deste tipo (relações de preços de insumos - fertilizantes, terra, produto etc.), área cultivada no ano anterior, índices climáticos ou de qualidade da terra, entre outras (Silva, 1984). No Brasil, os estudos desenvolvidos usando tal método, na maioria dos casos, têm sido conduzidos em São Paulo (Silva, Fonseca & Martin, 1980; Silva, 1984; Vicente, 1990; e Silva, Caser & Vicente, 1993, entre outros).

Dada a desvantagem que apresenta este método, por colocar na mesma função de produção, como variáveis explicativas das variações na produção ou na produtividade (no caso mais comum, rendimento por unidade de área), variáveis endógenas (preços, por exemplo), com variáveis exógenas (pesquisa, extensão, escolaridade etc.), mais recentemente surgiu uma alternativa metodológica interessante. O método de decomposição, também econométrico, permite separar na análise as variáveis exógenas das endógenas, através de uma decomposição da função de produção, daí a sua denominação (Evenson, 1992).

Em tal método a decomposição é feita calculando-se um índice de produtividade total ("Total Factor Productivity"), onde são incluídas todas as variações nas quantidades e preços dos principais produtos e insumos, num dado período. Numa segunda etapa, é estimada uma função de produção tomando-se tal índice como variável dependente e, como variáveis independentes, aquelas variáveis exógenas acima citadas: pesquisa, extensão, escolaridade etc.

As taxas de retorno da pesquisa, no caso dos estudos baseados em funções de produção, são estimadas a partir dos produtos marginais da variável pesquisa. São chamadas de "taxas internas marginais de retorno".

3. EXPERIÊNCIA EM AVALIAÇÃO DO RETORNO DOS INVESTIMENTOS NA EMBRAPA

3.1. Avaliações de Retornos dos Investimentos em Pesquisa

A Tabela 1 apresenta uma síntese com as principais avaliações de impacto econômico desenvolvidas no âmbito da EMBRAPA. Desde o estudo pioneiro de Cruz, Palma & Avila (1982), até o mais recente EMBRAPA (1994), foi usada a mesma metodologia para avaliar a rentabilidade dos investimentos em pesquisa na Empresa. Foi usado o enfoque do excedente econômico com a hipótese de demanda perfeitamente elástica e oferta inelástica, conforme já detalhado.

Na experiência da EMBRAPA, é importante destacar dois aspectos metodológicos: a) o processo de cálculo usado para estimar os benefícios econômicos gerados pelas tecnologias por ela desenvolvidas; b) o procedimento adotado para estimar a participação da Empresa e de outras instituições na geração e transferência de cada tecnologia considerada nas avaliações.

3.1.1. Estimativa dos benefícios econômicos

Em primeiro lugar, foi realizado, em cada centro de pesquisa, um inventário completo das tecnologias geradas ou adaptadas pela Empresa e relacionadas com o objeto da avaliação (EMBRAPA como um todo, treinamento de recursos humanos, projeto BIRD I, Pesquisa no CNPSoja etc.) e que já estavam sendo adotadas pelos produtores. As novas

tecnologias geradas, mas ainda não adotadas pelos produtores, não foram incluídas em nenhuma das avaliações constantes da Tabela 1. Em segundo lugar, os benefícios econômicos gerados pela EMBRAPA foram calculados em termos da renda adicional obtida pelos produtores, no nível de cada uma das tecnologias ou conjunto delas (sistema de produção) constantes do inventário, comparativamente à receita que eles obtinham usando a tecnologia anterior (tradicional).

TABELA 1. Síntese das avaliações de impacto econômico das pesquisas da EMBRAPA

Autores	Tipo de avaliação	Período	TIR (%)
Cruz, Palma & Avila (1982)	Pesquisa na EMBRAPA:		22-
	Investimentos totais	1974/92	43
	Capital físico	1981	42
Cruz & Avila (1983)	Projeto BIRD I (Banco Mundial)	1977/82	20
		1977/91	38
Avila, Borges-Andrade, Irias & Quirino(1984)	Investimentos em treinamento: capital humano EMBRAPA	1974/96	22-30
Roessing (1984)	Pesquisa no CNPSoja	1975/82	45-62
Ambrosi & Cruz (1984)	Pesquisa no CNPTrigo: Investimentos totais Capital físico	1974/82	59-74
Avila, Irias & Veloso ((1985)	Projeto PROCENSUL I (BID): Pesquisa EMBRAPA Pesquisa Centro-sul	1977/96	27
		1974/96	38
Barbosa, Cruz & Avila (1988)	Investimentos em pesquisa na EMBRAPA: reavaliação	1974/96	34-41
Kitamura et al. (1988)	Pesquisa da EMBRAPA: Região Norte	1974/96	24
Santos et al. (1988)	Pesquisa da EMBRAPA: Região Nordeste	1974/96	25
Teixeira et al. (1988)	Pesquisa da EMBRAPA: Região Centro-Oeste	1974/96	43
Lanzer et al. (1988)	Pesquisa da EMBRAPA: Região Sul	1974/96	45
Barbosa, Avila & Motta (1988)	Projeto BIRD II (Banco Mundial)	1982/87	43
Kahn & Souza (1991)	Pesquisa de mandioca do CNPMF	1974/90	29-46
Dossa & Contini (1994)	Pesquisa do CNPSoja: reavaliação	1987/93	65
EMBRAPA (1994)	Produtividade da EMBRAPA	1987/93	(*)

(*) Não foi estimada taxa interna de retorno.

Os benefícios líquidos adicionais foram estimados ao nível de campo (dados reais), ou seja, não foram usados dados de análises econômicas baseadas em resultados

experimentais (dentro dos centros de pesquisa) e, portanto, potenciais. Este procedimento reduziu muito os riscos de superestimação dos benefícios da pesquisa da EMBRAPA, que seriam muito altos caso fosse usado o enfoque do excedente econômico em sua versão tradicional (coeficientes de elasticidade-preço da demanda e da oferta, taxa de deslocamento "k" da oferta etc.).

Para estimar os benefícios econômicos ao nível do produtor, foram usadas informações de unidades demonstrativas em campos de agricultores, dados de acompanhamento de produtores e levantamentos de dados ao nível de campo, além da colaboração de informantes qualificados (extensionistas públicos e assessores técnicos privados, em especial). Estes levantamentos e entrevistas foram realizados para conhecer as reais condições em que cada tecnologia estava sendo adotada (uso de insumos, coeficientes técnicos, preços pagos e recebidos etc.). Tal informação foi usada para calcular os benefícios econômicos por hectare ou cabeça animal, comparativamente a tecnologia anteriormente usada pelos produtores. Em segundo lugar, foi estimada a taxa de adoção de cada uma das tecnologias geradas pela EMBRAPA, através dos setores de difusão de tecnologia dos centros de pesquisa da Empresa. Para tanto, os centros contaram com informações obtidas junto ao serviço de extensão rural (público e privado) onde cada tecnologia estava sendo adotada para fazer suas estimativas das respectivas taxas de adoção. As estimativas das taxas de adoção incluíam anos passados (início da adoção), presente e potencial de adoção futura (em geral, para os próximos três anos), os quais permitiram aos autores estimar o fluxo anual de benefícios econômicos, multiplicando-se os dados de impacto econômico unitário (renda líquida adicional por hectare ou cabeça) pelas taxas anuais de adoção.

3.1.2. Participação da EMBRAPA na geração das tecnologias objeto da avaliação

Para estimar a participação líquida da EMBRAPA na geração e transferência de cada uma das tecnologias consideradas nas avaliações (exclusão de benefícios econômicos atribuídos a esforços de outras instituições), todos os autores usaram de um mesmo procedimento metodológico: o julgamento de cada equipe técnica envolvida. Neste caso, os pesquisadores da Empresa foram solicitados a estimar, em termos percentuais, a participação da EMBRAPA e de outras instituições na geração ou adaptação e transferência de cada uma das tecnologias, consideradas "produto" total ou parcial do objeto de avaliação (Empresa, programa de pesquisa, centro, projeto internacional etc.). Com tal procedimento, os autores buscaram isolar os impactos na renda do produtor atribuídos a outras instituições pelas suas participações em diferentes fases da geração ou transferência de cada uma das tecnologias usadas para quantificar os benefícios econômicos. No caso da pesquisa da EMBRAPA, na maioria das tecnologias geradas ou adaptadas, tem havido participação externa dado o alto grau de intercâmbio técnico-científico que caracteriza o programa desenvolvido pelos centros de pesquisa da Empresa, envolvendo os sistemas estaduais de pesquisa (institutos e empresas), as universidades e centros internacionais, como o CIAT, IIRI e o CIMMYT, por exemplo.

Apesar da subjetividade do procedimento metodológico usado para estimar a participação externa, com o risco de provocar um viés no sentido do favorecimento da

Empresa na estimativa dos benefícios econômicos, os autores que o adotaram admitem que é preferível tentar quantificar tal participação do que atribuir à EMBRAPA a totalidade dos benefícios. Na realidade, a participação externa situa-se entre 0% e 100%, variando de acordo com o volume de esforço dispendido antes ou durante a geração de cada tecnologia. Para minimizar as possibilidades de distorção a favor da EMBRAPA, sempre que tal consulta foi feita, os autores enfatizaram a necessidade do envolvimento de toda a equipe técnica envolvida, inclusive o setor de difusão de tecnologia dos centros de pesquisa.

3.2. Transferências Inter-regionais de Tecnologia

3.2.1. Transferências inter-regionais: alguns conceitos

Considera-se como transferência inter-regional a transferência tecnológica de um estado, região ou país, onde foi gerada a tecnologia, para outro estado, região ou país. Tal transferência tecnológica ocorre, segundo Cruz & Evenson (1989), em três diferentes níveis: direta, semidireta e indireta.

- a) **Transferência Direta** - Ocorre através de tecnologias tipicamente de caráter horizontal, com uma quase imediata utilização pelos produtores mais dinâmicos, modernos e inovadores. O impacto é mais rápido e inclui novas técnicas como, por exemplo, manejo e conservação de solo, manejo integrado de pragas, redução no uso de nitrogênio e utilização de inoculantes em sementes. Os impactos deste tipo de tecnologia são tipicamente resultantes de uma redução nos custos de produção (menor uso de defensivos, por exemplo).
- b) **Transferência Semidireta** - No caso de transferência semidireta, as tecnologias são tipicamente verticais, de um caráter genético. Estas tecnologias necessitam uma fase intermediária para adaptação local. Seus impactos têm um retardamento de alguns anos para aparecer. Estas tecnologias, depois do período de adaptação, tem dois diferentes tipos de impacto: a) aumento nos rendimentos, pelo uso, por exemplo, de novas variedades mais produtivas; b) redução dos custos de produção, pelo uso, por exemplo, de novas sementes mais resistentes a doenças e pragas. No caso de novas variedades, a maioria delas requer um uso adicional de fertilizantes ou defensivos para controle de doenças ou pragas. Esta restrição limita o uso deste tipo de tecnologia e somente os produtores que dispõem de capital para comprar os insumos podem se beneficiar. No segundo caso, o potencial de adoção é mais amplo. As sementes mais tolerantes à seca podem ser usadas por pequenos produtores, com baixa disponibilidade de capital.
- c) **Transferência Indireta** - Este tipo de tecnologia corresponde à transferência de conhecimento em pesquisa agropecuária. Neste caso, novos métodos de pesquisa são transferidos através de: a) visitas de especialistas ou serviços de consultoria; b) capacitação e treinamento de pesquisadores nacionais; c) desenvolvimento de projetos cooperativos de pesquisa agropecuária, onde as metodologias são transferidas entre estados e países; d) uso de novas alternativas de pesquisa que resultam num salto qualitativo da pesquisa nacional ou estadual, como biotecnologia, por exemplo. Estes impactos indiretos não são mensuráveis ao

nível de produtor no curto e médio prazos, mas seus impactos no longo prazo são muito mais fortes e sustentáveis que os outros dois tipos de tecnologia discutidos acima.

3.2.2. Spill-over de tecnologia na agricultura brasileira

Para efeitos de planejamento da política tecnológica, a instituição de pesquisa necessita de informações sobre a ocorrência ou não de transferências inter-regionais de resultados de pesquisa. Caso não esteja ocorrendo nenhuma transferência de tecnologias poupadoras de terra (exemplo, novas variedades mais produtivas), então as unidades de pesquisa em cada região poderiam necessitar de mais recursos para uma efetiva adaptação de tecnologias geradas em outras regiões, ou para a geração de conhecimentos próprios. A ênfase a ser dada dependerá das circunstâncias específicas de cada caso, podendo ainda ocorrer a necessidade de redução de recursos para adaptação em favor de tecnologia própria, em virtude de baixa ou nenhuma transferibilidade inter-regional de resultados.

Por outro lado, caso esteja ocorrendo transferência de ganhos de pesquisa de uma região para outra, poderá haver uma realocação de recursos para incentivar a unidade de pesquisa mais produtiva, para que esta acelere o processo de geração de conhecimentos, evitando-se, assim, a duplicidade de esforços e promovendo economia de recursos.

Para o caso do Brasil os principais estudos desenvolvidos são apresentados na Tabela 2. Os estudos sobre transferência tecnológica mostram resultados controversos sobre os efeitos das transferências entre estados e regiões brasileiros sobre os índices de produtividade. Cruz (1986) desenvolveu estudo usando dados de cinco regiões, mais o estado de São Paulo, como uma região independente, e identificou a existência de transferência inter-regional ao nível de alguns produtos agrícolas (café e cana-de-açúcar), mas não ao nível dos outros produtos analisados (arroz, milho, feijão, algodão, mandioca e soja). Entretanto, Evenson & Cruz (1989), usando o mesmo tipo de agregação de dados, detectaram a existência de transferências tecnológicas para os mesmos produtos estudados por Cruz anteriormente, e para um idêntico período. Em ambos os estudos foram usados os rendimentos das culturas (média de três anos) como variável dependente, enquanto as transferências tecnológicas foram analisadas baseadas nos gastos em pesquisa de cada cultura. A única diferença metodológica situou-se na variável pesquisa que Cruz (1987) usou como fluxo e Evenson & Cruz (1989), como estoque (2 a 15 passados).

Os efeitos diretos, semidiretos e indiretos ou tipos de transferência tecnológica em cada região brasileira (região "i"), como descrito no item 4.1., foram analisados por Cruz (1987) e Evenson & Cruz (1989) usando mudança de produtividade com retardamento na região "j" (transferência direta) e as interações entre estoque de pesquisa na região "i" com mudança na produtividade com retardamento na região "j" (transferência semidireta), ou com estoque de pesquisa na região "j" (transferência indireta).

Todos os quatro estudos do PROCISUR apresentados na Tabela 2 usaram o mesmo enfoque metodológico, ou seja, o método de decomposição. Os autores analisaram o impacto dos investimentos do PROCISUR em cooperação da pesquisa agrícola sobre os índices de produtividade de trigo, milho e soja, regionalmente e por país. O modelo também permitiu a análise das transferências tecnológicas de ou para países vizinhos ou zonas agroecológicas usando os investimentos nacionais em pesquisa em cada um dos produtos e suas interações com os investimentos do PROCISUR.

TABELA 2. Estudos de "spillover" tecnológico desenvolvidos no Brasil

Autores	Área de estudo	Produtos	Período
Cruz (1987)	Regiões do Brasil: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste, Sul, São Paulo e Rio G. do Sul	Produtos domésticos: arroz, mandioca, feijão e milho Produtos de exportação: algodão, café, cana-de-açúcar e soja	1947/84
Evenson & Cruz (1989)	Regiões do Brasil e São Paulo	Café, milho, soja, arroz, mandioca, feijão, cana-de-açúcar e trigo	1947/84
Evenson & Cruz (1989)	PROCISUR	Trigo, milho e soja	1966/88
Cruz & Avila (1989)	PROCISUR: Brasil	Trigo, milho e soja	1966/88
Avila & Ferrari (1989)	PROCISUR: Paraguai	Trigo, milho e soja	1967/88
Avila (1989)	PROCISUR: Bolívia	Trigo, milho e soja	1975/88
Vicente (1989)	Brasil	Agregado	1970/90
Silva, Vicente, & Caser (1993)	Região Centro-sul	Milho e soja	1966/86

Fonte: AVILA (1993)

3.3. Contribuição da Pesquisa da EMBRAPA e das Instituições Estaduais ao Crescimento da Produtividade da Agricultura Brasileira.

Usando o método de decomposição e dados dos Censos Agropecuários de 1970, 75, 80 e 85, por microrregião homogênea, Avila & Evenson (1994) estimaram os índices de produtividade total ("TFP") para a agricultura brasileira, por setor (lavouras e pecuária) e agregado. Tais índices foram estimados por região fisiográfica e por zona agroecológica. No caso das zonas agroecológicas, os autores usaram a classificação de zonas recentemente definidas pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, atual Centro Nacional de Pesquisa de Solo, da EMBRAPA. A taxa de crescimento do índice de produtividade total agregado, no período de 1970/85, foi de 2,45%. O setor lavouras cresceu a uma taxa de 2,63%, enquanto que o setor pecuária cresceu 2,12%.

De posse de tais índices, os autores analisaram a contribuição da pesquisa ao seu crescimento, considerando para tanto os estoques de investimentos em pesquisa da EMBRAPA (programas nacionais e centros regionais) e dos sistemas estaduais, em cada ano censitário. Para tanto, foi usado um modelo econométrico onde o índice de produtividade total foi tomado com variável dependente, e como variáveis exógenas, os estoques de pesquisa, a extensão rural, a pesquisa industrial, o nível de escolaridade, a densidade populacional, entre outras. Os resultados obtidos indicaram que a pesquisa da EMBRAPA explicou de 6% a 12% da variação do índice, enquanto que a pesquisa dos sistemas estaduais explicou em torno de 5%. Embora a extensão da rede viária rodoviária tenha explicado uma pequena parcela da variação do índice, grande parte da contribuição

da infraestrutura ao crescimento agrícola não foi explicada pelo modelo. Para maiores detalhes, consultem-se Avila & Evenson (1994).

4. TENDÊNCIAS DA AVALIAÇÃO DE IMPACTO NA EMBRAPA

4.1. Estudos de Avaliação "Ex-Ante" na EMBRAPA

Estando a EMBRAPA em processo de consolidação de um novo Sistema de Planejamento (SEP), no qual se estabelece a exigência de avaliação socioeconômica dos projetos, urge organizar esta ação de forma institucional, considerando-se que:

- a) o conhecimento dos impactos socioeconômicos potenciais dos projetos de pesquisa permite avaliar se os recursos investidos na atividade estão tendo um retorno adequado à sociedade;
- b) a avaliação socioeconômica constitui em subsídio para o direcionamento de futuras pesquisas realimentando informações para as Comissões Técnicas de Programas (CTPs).
- c) a comprovação de que pesquisas podem gerar bons resultados econômicos para a sociedade constitui em argumento favorável para a captação de recursos em órgãos de financiamento nacionais e internacionais;
- d) a institucionalização de um sistema de avaliação de impactos dos projetos de pesquisa incentiva a competição sadia entre pesquisadores, que passarão a ter consciência da relação benefício / custo, elevando a produtividade da Empresa.

Com vistas à implantação do componente de impactos potenciais dos projetos e programas, recomenda-se a utilização da metodologia de avaliação econômica "ex-ante", cujos aspectos principais são discutidos por Evenson (1987) e Cruz et al. (1987). Tais aspectos são a seguir explicitados:

- a) Um projeto de pesquisa não é a repetição de trabalho já conhecido. A pesquisa se concentra na busca de novos resultados, ainda que no campo os problemas dos produtores sejam os mesmos. Por este motivo, os projetos apresentam um alto grau de incerteza, no sentido de que não se conhece exatamente o produto final, ou, alternativamente, como vão os usuários reagir à decisão de adoção deste produto final.
- b) É precisamente sob este alto grau de incerteza que os métodos "ex-ante" buscam trabalhar. Os métodos "ex-ante" tentam isolar a dimensão de um produto final não conhecido exatamente, como é o caso da pesquisa, do tratamento de projetos convencionais (estrada, ferrovias etc.). Para isto há que obter dos especialistas, como líderes de programas, pesquisadores etc., indicadores de probabilidade de êxito, ou indicadores de limites para a análise de sensibilidade dos resultados, de maneira a incorporar a incerteza dos resultados.

c) Evenson (1987) recomenda que a avaliação ideal "ex-ante" deveria ter pelo menos 6 etapas, para o caso de priorização de pesquisa:

1. desenvolver uma especificação de projeto, que contenha uma clara idéia dos métodos a serem utilizados, e o alcance (impacto potencial) da nova tecnologia, incluindo tempo, custos e pessoal envolvido;
2. obter dos técnicos uma estimativa de probabilidades de êxito dos métodos propostos (da pesquisa por si só), os limites de variação para a análise de sensibilidade;
3. obter dos técnicos uma estimativa de probabilidades das vantagens do produto final sobre a tecnologia tradicional;
4. converter as estimativas de probabilidade em estimativas de vantagens para os primeiros adotadores ("early adopters");
5. estimar a probabilidade de vantagens dos adotadores típicos para o desenho da curva de adoção futura;
6. calcular as faixas de variação de estimadores de taxas internas de retorno e relação benefício / custo.

As etapas 2 e 3 são as mais difíceis. As etapas 3 e 4 são muito valiosas para os administradores da pesquisa e líderes de programa, pelo fator educativo e didático, para que se preocupem com a dimensão econômica da pesquisa. A primeira etapa é fundamental para qualquer que seja o projeto de inversão. Os objetivos (impactos futuros) deverão ser claramente especificados, juntamente com o tempo e os custos.

Muita atenção deve ser dada à etapa 2. Muitas vezes, os técnicos têm uma clara idéia do êxito de projetos dentro de sua área de especialização, e não servem para avaliar os projetos de outras áreas. Há que pensar que, em alguns casos, é preferível contar com distintos especialistas para cada categoria individual de projetos.

Nas etapas 5 e 6, deve-se observar a incerteza dos benefícios (vantagens dos adotadores), que em quase todos os casos é muito maior que a incerteza dos custos da pesquisa.

A etapa 4 (vantagens de adotadores iniciais) tem sido também utilizada em estudos "ex-post", como em Griliches (1958). Para estudos "ex-ante" esta tarefa não deve ser exercitada por pessoal sem um mínimo de experiência em avaliação da pesquisa. É preferível utilizar estimativas de adoção futura diretamente na etapa 5.

Uma grande fonte de erros ocorre nos casos em que existe pesquisa em produtos não cultivados na região (produtos potenciais). Evenson (1987) menciona o caso da Jamaica, onde mais de um terço dos produtos de pesquisa não existe no país. Nestes casos, há que existir uma grande vantagem para que os adotadores, que não conhecem o manejo do produto novo, tomem a decisão de adotar a tecnologia. Sem esta condição a tecnologia

ficará sem uso comercial estável. A existência de possíveis subsídios governamentais não é garantida a longo prazo.

Com a implementação cuidadosa da avaliação econômica "ex-ante" dos projetos e programas, a perspectiva que se vislumbra no âmbito da EMBRAPA e do SNPA de um modo geral, é que haverá uma melhor definição da programação de pesquisa, com a incorporação da informação dos custos dos projetos e programas e de seus benefícios esperados.

4.2. Avaliação dos Impactos Sociais

A avaliação socioeconômica da pesquisa agropecuária objetiva fornecer subsídios ao conhecimento do papel das tecnologias no desenvolvimento agrícola. Várias faces de inter-relacionamento devem ser estudadas, principalmente, os efeitos, os condicionantes e os impactos da adoção de tecnologias. E, para que a avaliação socioeconômica desempenhe o papel retroalimentador da pesquisa, é necessário que aqueles três aspectos sejam estudados em nível micro e no agregado.

Nos estudos do impacto da adoção de tecnologias, a falta de uma metodologia específica, que avalie o impacto social da pesquisa agropecuária, tem levado os pesquisadores a considerar o impacto social como resíduo do impacto econômico. A falta, portanto, da definição de parâmetros e métodos que avaliem o impacto social da pesquisa agropecuária, fornecendo elementos para melhor avaliar a distribuição dos benefícios sociais entre os atores na produção agrícola e entre os setores envolvidos, torna a avaliação socioeconômica incompleta. Uma metodologia incapaz de incorporar a análise dos impactos sociais (emprego, organização da produção e da família) da adoção de tecnologias, é incapaz, por si só, de refletir a realidade na sua maior parte.

O balanceamento entre os impactos econômicos e sociais fornecerá a EMBRAPA, à melhor direção a seguir, considerando a política macroeconômica do País e, ao mesmo tempo, fornece a esta as implicações do desenvolvimento agrícola.

Reconhecendo esta lacuna, a EMBRAPA se propõe a realizar uma pesquisa para desenvolver uma metodologia capaz de identificar e avaliar os impactos sociais da pesquisa agropecuária. Estudo teórico/básico sobre a problemática metodológica e a análise das metodologias de avaliação de impactos atualmente em uso já se encontra em andamento.

Outra questão metodológica de avaliação de impacto de muita importância atualmente é a avaliação de impacto ambiental tanto "ex-ante", quanto "ex-post". Conquanto já existam metodologias de avaliações de impacto ambiental para certos setores da economia, no tocante à agropecuária e em particular à pesquisa agrícola, são particularmente inexistentes.

Considerando os princípios da agricultura sustentável torna-se imperioso que a EMBRAPA avalie o provável impacto ambiental de determinada tecnologia tanto no pacote tecnológico pertinente, quanto no sistema de produção usado na região, nas

propriedades agropecuárias. A complexidade da avaliação do impacto ambiental se avoluma quando se pensa na variedade de ecossistemas existentes no Brasil, ainda mais, quando se considera a diversidade de nível educacional ao longo do País. Esta, portanto, é uma necessidade premente.

Também quanto a esta lacuna a EMBRAPA, através de seus pesquisadores, já inicia a busca de soluções alternativas para o problema. Começando pela identificação e qualificação das metodologias existentes, em outros setores, de avaliação de impacto ambiental. Buscar-se-á(aquela(s) que analise(m) a pesquisa agropecuária na definição de alternativas tecnológicas que conduzam à sustentabilidade dos agroecossistemas, melhorando as condições de vida da população brasileira.

4.3. Perspectivas para Avaliação Econômica Voltada para Agricultura Sustentável

4.3.1.- Aspectos conceituais

A agricultura sustentável se baseia em premissas e em exigências muito mais restritivas que as que vigoram atualmente. Ela deve atender toda a demanda originada do crescimento populacional e das aspirações por níveis de qualidade de vida mais elevados, tanto no campo como na cidade. Ademais, deve evitar ou reverter o processo de degradação ambiental. Estas restrições requerem uma revisão da base dos conhecimentos tradicionais, de maneira que se possa selecionar os enfoques e as tecnologias mais benignas para o meio ambiente, e gerar e difundir novas tecnologias que sejam capazes de atender as exigências da sustentabilidade. Assim, a agricultura sustentável se converte num novo paradigma que transcende e perfecciona o paradigma da agricultura produtivista.

Os componentes econômicos e sociais da sustentabilidade dependem estreitamente das normas estabelecidas pelo Estado, tais como: política de preços, de subsídios, de crédito, de tenência da terra, bem como de seu papel de fomento (criação de infra-estrutura física, social, capacitação etc.).

4.3.2. Estratégia para a implementação da análise econômica da agricultura sustentável

Existem pelo menos duas áreas em que a EMBRAPA necessita preocupar-se com a análise de agricultura sustentável. A primeira delas é a avaliação de impactos ambientais que, do ponto de vista econômico, são tipicamente externalidades. A valoração econômica de impactos ambientais se insere nessa linha de pesquisa. Já existe atualmente uma proposta de avaliação de impactos ambientais, cuja responsabilidade está a cargo do Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação Ambiental (CNPMA), da EMBRAPA. A segunda linha de trabalho é a análise econômica de sustentabilidade do ponto de vista do agricultor, na linha de administração rural ("farm management"). É precisamente sobre a preocupação de avaliar se compensam ou não ao agricultor técnicas de sustentabilidade, como investir em recuperação de solos degradados, adotar consorciação/rotação com leucena ou outras leguminosas para uso mais racional do solo, reduzir a monocultura e outras práticas de agricultura sustentável, cuja estratégia recomendada para a EMBRAPA trataremos de discutir aqui.

Sob o enfoque da administração rural, o desafio da análise econômica para a agricultura sustentável apresenta quatro pontos principais:

1. A análise econômica será necessariamente de caráter multiperiódico. Ferramentas, como o software AVALPESQ (ver item 4.4, a seguir), podem gerar respostas adequadas para este tipo de análise, que envolve um período de tempo de vários anos.
2. Há a necessidade de uma base de dados sobre parâmetros técnicos muito bem desenvolvida. Necessita-se, por exemplo, de informação técnica sobre efeitos residuais (carryover) de um sistema de rotação de cultivos, efeitos da redução de fertilizantes para os cultivos que são plantados depois de leguminosas etc.
3. O agricultor e outros clientes, como cooperativas e associações de produtores, necessitam de cursos de capacitação para encarar a produção agrícola como uma atividade de medio e longo prazo. A tomada de decisões, por exemplo, sobre as inversões para a recuperação de solos degradados, não pode ser baseada somente na resposta do próximo ano.
4. Os indicadores de análise econômica para a agricultura sustentável são diferentes daqueles para as culturas anuais. Tais indicadores já foram enfocados na seção do software aplicativo, baseando-se em indicadores como TIR (Taxa Interna de Retorno), VPL (Valor Presente Líquido) e B/C (Relação Benefício Custo). Não serve para análises de agricultura sustentável o conceito de margem bruta ou de orçamentação parcial. Uma vez mais, são necessárias atividades de capacitação para que os tomadores de decisão possam avaliar economicamente as diferentes alternativas de agricultura sustentável, os melhores sistemas de rotação de culturas e os investimentos para um melhor uso dos recursos chaves, como é o caso dos solos.

4.4. Software Aplicativo para Uso na Avaliação "Ex-Post" e "Ex-Ante" da Pesquisa Agropecuária e Formação de Banco de Dados.

Dentro da perspectiva de uma intensificação da área de avaliação dos impactos socioeconômicos da pesquisa agropecuária, merece destaque a implantação do software "AVALPESQ" recentemente desenvolvido por Avila, Cruz e Vieira (1994), o qual serve para aplicações tanto "ex-ante" como "ex-post".

O software aplicativo foi desenvolvido baseando-se em metodologia de análise benefício/custo utilizada internacionalmente em avaliação de projetos. Entretanto, sua adaptação para a avaliação de impactos econômicos (potenciais ou reais) de investimentos em pesquisa agropecuária foi feita com base em metodologia desenvolvida pelos próprios autores, a partir dos trabalhos de Tosterud et al. (1973) e Kislev & Hoffman (1978). Na EMBRAPA, tal metodologia, cujos aspectos conceituais e operacionais foram apresentados no item 2 e 3 deste capítulo, vem sendo usada desde o início da década de 80 (Cruz, Palma

& Avila, 1982; Avila et al., 1983; Ambrosi & Cruz, 1984; Roessing, 1984; Barbosa et al., 1988; entre outros).

Na adaptação da referida metodologia para seu uso através de microcomputadores, e que resultou no desenvolvimento do AVALPESQ, os autores aproveitaram experiência anterior na concepção de software com características similares (Avila & Cruz, 1990; e Cruz & Avila, 1993). Em tal processo buscou-se reunir os métodos de análise benefício/custo ("ex-ante" e "ex-post") em um único programa que seja manejável em qualquer Centro ou Estação Experimental, sem a ajuda de planilhas eletrônicas ou de outros pacotes estatísticos.

As potencialidades de uso deste software aplicativo na EMBRAPA são muito grandes dada a prioridade que assumiu a avaliação benefício/custo com a recente implantação do Sistema EMBRAPA de Planejamento (SEP). Tal software poderá ser usado, por exemplo, tanto para avaliações "ex-ante" de projetos de pesquisa, anualmente submetidos às Comissões Técnicas de Programas (CTPs), ajudando no processo de priorização para fins de aprovação e de alocação de recursos, como para avaliações do impacto econômico de projetos já concluídos, cujos resultados já se encontram em processo de adoção pelos produtores. Para maiores detalhes, consultar Avila, Cruz & Vieira (1994).

No tocante à avaliação benefício/custo da pesquisa, o software AVALPESQ também deverá servir às futuras avaliações na formação de base de dados sobre benefícios e custos para avaliação "ex-post" de determinado programa, projeto de financiamento externo (PROMOAGO ou BIRD III, no caso atual da EMBRAPA), centro de pesquisa etc. Tal uso complementar do referido software é possível graças a sua concepção que permite o armazenamento dos dados sem a obrigatoriedade da análise de rentabilidade. Esta opção do AVALPESQ para a formação de base de dados para avaliações futuras já está sendo utilizada pelas unidades da Empresa envolvidas nos dois projetos internacionais acima citados

5. CONCLUSÕES

A literatura internacional tem evidenciado a grande complexidade do processo de quantificação dos custos e benefícios da pesquisa agropecuária e, conseqüentemente, da avaliação da rentabilidade dos investimentos em tal atividade. A experiência da EMBRAPA na avaliação dos impactos socioeconômicos da pesquisa por ela desenvolvida, discutida neste capítulo, é considerada uma das mais expressivas dentre o conjunto de instituições de pesquisa do mundo inteiro. Enquanto que em outros países, os esforços de avaliação de impacto têm sido dispersos, e geralmente associados a isoladas teses de pós-graduação, a Empresa, desde o início da década de 80, tem desenvolvido permanentemente a avaliação dos retornos de seus investimentos, nos mais diferentes níveis de agregação e enfoques metodológicos.

Mais recentemente, em decorrência dos esforços de planejamento estratégico e de revisão do sistema de planejamento, a avaliação socioeconômica voltou a ocupar um lugar de destaque na programação de pesquisa em socioeconomia da Empresa. Além da ênfase ao aperfeiçoamento metodológico dos estudos de avaliação dos impactos econômicos e do

processo de coleta de dados, ao nível de campo (impacto sobre a renda líquida do produtor e estimativas de taxas de adoção), vêm sendo desenvolvidos esforços no sentido de gerar metodologias que permitam avaliar de modo eficiente os impactos sociais (emprego, condições de vida, distribuição de renda etc.) e ambientais (impacto sobre o meio ambiente) das tecnologias geradas e transferidas pelos centros de pesquisa da EMBRAPA. Também está-se buscando desenvolver metodologias para a avaliação do impacto (potencial, pelo menos) de conhecimentos e tecnologias geradas pelos centros de temas básicos (CENARGEN, CNPDIA etc.), hoje não atendidos satisfatoriamente pelas tradicionais metodologias de análise benefício/custo.

Além disso, está sendo iniciado o desenvolvimento de estudos de avaliação "ex-ante" de projetos de pesquisa, como instrumento complementar ao atual processo de avaliação eminentemente técnica de tais projetos no âmbito do Sistema EMBRAPA de Planejamento (SEP). Entretanto, a implantação de um sistema de custos, previsto para os próximos dois anos, é condição "sine qua non" para que o processo de avaliação "ex-ante" de projetos possa ser eficientemente operacionalizado.

Finalmente, cabe ressaltar a recente informatização da avaliação benefício/custo na Empresa, a partir do desenvolvimento do software aplicativo AVALPESQ. Tal software, além de facilitar muito o desenvolvimento de novos estudos, em função de sua concepção, permitirá que se inicie a formação de base de dados (custos da pesquisa, rentabilidade das tecnologias, estimativas anuais de taxas de adoção etc.), indispensável para avaliações "ex-post", como as previstas nas avaliações dos projetos internacionais BIRD III e PROMOAGRO.