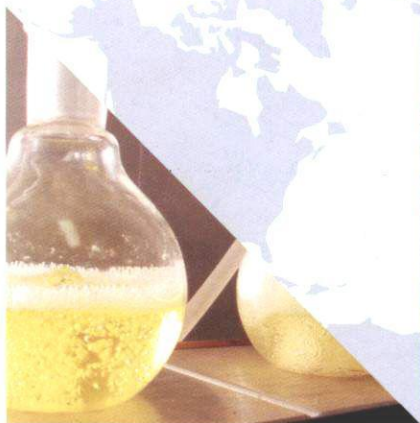


Avaliação dos impactos econômicos e sociais da pesquisa da Embrapa Soja



PSO
18a
02

-2004.00388

Avaliação dos impactos

2002

LV-2004.00388



27057-1

brapa



República Federativa do Brasil

Fernando Henrique Cardoso
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Marcus Vinicius Pratini de Moraes
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

Márcio Fortes de Almeida
Presidente

Alberto Duque Portugal
Vice-Presidente

Dietrich Gerhard Quast

José Honório Accarini

Sérgio Fausto

Urbano Campos Ribeiro
Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Alberto Duque Portugal
Diretor-Presidente

Dante Daniel Giacomelli Scolari

Bonifácio Hideyuki Nakasu

José Roberto Rodrigues Peres
Diretores

Embrapa Soja

Caio Vidor
Chefe-Geral

José Renato Bouças Farias
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Alexandre José Cattelan
Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios

Vania Beatriz Rodrigues Castiglioni
Chefe Adjunto de Administração

Exemplares desta publicação podem ser solicitadas a:
Área de Negócios Tecnológicos da Embrapa Soja
Caixa Postal 231 - CEP 86 001-970
Telefone (43) 371 6000 Fax (43) 371 6100
Londrina, PR

As informações contidas neste documento somente poderão ser reproduzidas com a autorização expressa do Comitê de Publicações da Embrapa Soja



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Soja
Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

*ISSN 1516-781X
Dezembro, 2002*

Documentos 189


Avaliação dos impactos econômicos e sociais da pesquisa da Embrapa Soja

Londrina, PR
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja

Rodovia Carlos João Strass - Acesso Orlando Amaral
Caixa Postal 231
86001-970 - Londrina, PR
Fone: (43) 3371-6000
Fax: (43) 3371-6100
Home page: <http://www.cnpso.embrapa.br>
e-mail (sac): sac@cnpso.embrapa.br

	
Unidade:	AI-Sede
Valor aquisição:
Data aquisição:
N.º N. Fiscal/Fatura:
Fornecedor:
N.º CC:
Origem:
N.º Registro:	60388/04

Comite de Publicações da Embrapa Soja

Presidente: *José Renato Bouças Farias*
Secretária executiva: *Clara Beatriz Hoffmann-Campo*
Membros: *Álvaro Manuel Rodrigues Almeida*
Carlos Alberto Arrabal Arias
Ivan Carlos Corso
José de Barros França Neto
José Francisco Ferraz de Toledo
Léo Pires Ferreira
Norman Neumaier
Odilon Ferreira Saraiva

Supervisor editorial: *Odilon Ferreira Saraiva*
Normalização bibliográfica: *Ademir Benedito Alves de Lima*
Editoração eletrônica: *Neide Makiko Furukawa*
Capa: *Danilo Estevão e Sandra Maria S. Campanini*

1ª Edição

1ª impressão 12/2002: tiragem: 600 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Roessing, Antonio Carlos

Avaliação dos impactos econômicos e sociais da pesquisa da Embrapa Soja / Antonio Carlos Roessing. – Londrina: Embrapa Soja, 2002.

67p. - - (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.189)

1.Soja-Aspectos econômicos. 2.Soja-Impacto social. 3.Soja-Pesquisa. 4.Economia agrícola. 5.Sociologia rural. I.Título. II.Série.

CDD 338.17334

© Embrapa 2002

Autor

Antonio Carlos Roessing

Engº Agrº, Pesquisador III

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass - Acesso Orlando Amaral

Caixa Postal 231

86001-970 - Londrina, PR

Fone: (43) 3371-6265

Fax: (43) 3371-6100

acr@cnpso.embrapa.br

Apresentação

A soja, como matéria prima, movimenta um dos setores mais dinâmicos dos agronegócios do Brasil e do mundo. Nos últimos 15 anos, o Brasil passou de tomador de preços dos derivados da soja, no mercado internacional, a formador de preços nesse mercado, dado o aumento da sua oferta nesse mercado.

A pesquisa em soja permitiu o cultivo dessa oleaginosa desde o Estado do Rio Grande do Sul até o Estado de Roraima. Somente esse fato bastaria para justificar a importância dos investimentos de um país em pesquisa agrícola. No entanto, como os recursos orçamentários são limitados, deve-se sempre monitorar os impactos econômicos desses investimentos.

O progresso tecnológico dos últimos anos, além de grandes benefícios, trouxe também muitos problemas à qualidade de vida. Portanto, torna-se necessário medir também os impactos sociais e ambientais das novas tecnologias disponibilizadas.

Com esta publicação, voltada principalmente ao meio acadêmico e técnico, pretende-se iniciar uma discussão sobre metodologias “ex-ante” e “ex-post” de avaliação de impacto de tecnologias, nos âmbitos econômico, social e ambiental.

Os estudos dos impactos ambientais mais complexos de realizar foram tratados apenas sob o ponto de vista teórico e contém a inestimável colaboração da Embrapa Meio Ambiente, cujos estudos a respeito estão já adiantados. No que se refere aos impactos econômicos e sociais, a colaboração foi da Secretaria de Assuntos Estratégicos, da Embrapa Sede.

José Renato Bouças Farias

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Soja

Sumário

Avaliação dos Impactos Econômicos e Sociais da Pesquisa da Embrapa Soja	9
Introdução	9
Metodologia	11
Estimativa dos benefícios econômicos	13
Aspectos operacionais	17
1. Estimativa dos benefícios econômicos	17
2. Estimativa das taxas de adoção	20
3. Custos	20
Descrição da cultivar	24
1. Origem genética	24
2. Método de obtenção	24
Histórico	25
1. Distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade (DHE)	26
2. Resultados de produtividade da cv. BRS 133 nas avaliações intermediária e finais	27
3. Comportamento da cv. BRS 133 quanto à altura de planta, ao ciclo e ao acamamento	27
Custos envolvidos na pesquisa da cultivar BRS 133	32
Taxa de adoção e cálculo dos benefícios	34
Benefícios líquidos e taxa interna de retorno	36
Avaliação do Impacto Social	39
Aspectos teóricos	39
Mensuração de benefícios sociais	42

Impacto Ambiental - Considerações	49
Aspectos metodológicos	49
Mensuração - aspectos teóricos e operacionais	50
Conclusões	60
Referências bibliográficas	63

Avaliação dos Impactos Econômicos e Sociais da Pesquisa da Embrapa Soja

Antonio Carlos Roessing

Introdução

O recente desenvolvimento acompanhado da implantação de um Modelo de Gestão Estratégica (MGE) corporativo para a Embrapa e os trabalhos em andamento visando a implantação de tal modelo em todas as unidades descentralizadas, está inaugurando uma nova era na Empresa, caracterizada por uma estreita vinculação dos planos estratégicos (PDE e PDUs) com as figuras programáticas operacionais - subprojetos, projetos e planos anuais de trabalho - PAT.

Nesse contexto assumem especial relevância as ações que se destinam a estabelecer procedimentos, normas e metodologias que permitam avaliar o cumprimento dos planos e programas, em termos dos impactos causados no âmbito da sociedade pelas tecnologias e serviços gerados pelas unidades de pesquisa. As ações desenvolvidas neste trabalho visaram estabelecer as bases para que se pudesse, de uma maneira sistemática e duradoura, avaliar os impactos econômicos, sociais e ambientais de uma tecnologia desenvolvida pela Embrapa Soja.

Nas avaliações de impactos econômicos até agora realizadas na Embrapa foram usados os mais diversos enfoques metodológicos, com ênfase no uso do conceito de excedente econômico (Cruz *et al.*, 1982, Ambrosi & Cruz, 1984, Roessing, 1984 e Barbosa *et al.*, 1988). Entretanto, também foram utilizados modelos econométricos baseados na função de produtividade, no modelo de decomposição e em sistema de equações (Avila & Evenson, 1995). A Tabela 1 apresenta os principais estudos desenvolvidos.

TABELA 1. Experiência da Embrapa em avaliação de impacto econômico

Autores	Area	Período	TIR (%)*
Cruz, Palma & Avila (1982)	Embrapa: Investimento Total	1974/92	22-43
Cruz & Avila (1985)	Embrapa/Banco Mundial: Projeto BIRD I	1977/82 1977/91	20-38
Avila, Borges-Andrade, Irias & Quirino (1983)	Embrapa: Capital Humano	1974/96	22-30
Roessing (1984)	Embrapa Sopa: Investimento Total	1975/82	45-62
Ambrosi & Cruz (1985)	Embrapa Trigo: Investimento Total	1974/82	59-74
Avila, Irias & Veloso (1984)	Embrapa/BID Projeto I: Pesquisa Embrapa Pesquisa SNPA Sul	1977/96 1974/96	27- 38
Barbosa, Ávila & Cruz (1988)	Embrapa - Reavaliação: Investimento Total	1974/96	34-41
Kitamura et al. (1989)	Pesquisa Embrapa: Região Norte	1974/96	24
Santos et al. (1989)	Pesquisa Embrapa: Região Nordeste	1974/96	25
Teixeira et al. (1990)	Pesquisa embrapa: Região Centro-Oeste	1974/96	43
Lanzer et al. (1989)	Pesquisa Embrapa: Região Sul	1974/96	45
Kahn & Souza (1991)	Pesquisa Mandioca: Embrapa Mandioca	1974/90	29-46
Dossa & Contini (1994)	Embrapa Soja: Reavaliação	1987/93	65
Avila & Evenson (1995)	Pesquisa Embrapa (TFP): Agregada PNP Agregada Centros Reg.	1970/85	56-46

Embrapa/SEA/CAA. *Taxa Interna de Retorno

Este trabalho inclui estudo específico, desenvolvido com vistas a avaliação do impacto econômico e social da utilização de uma tecnologia desenvolvida pela Embrapa Soja que consiste numa nova cultivar de soja. Também é discutida a metodologia e alguns resultados preliminares da avaliação ambiental do emprego dessa tecnologia.

Para o cálculo do impacto econômico, foi considerado o custo de obtenção da cultivar e o benefício da sua adoção, baseado na área abrangida e na vantagem em relação às cultivares substituídas.

Metodologia

O método do excedente econômico apresenta vantagens sobre os métodos econométricos usados por Avila & Evenson, 1995, porque permite mensuração mais evidente do excedente econômico gerado pela pesquisa.

O enfoque do excedente econômico permite que se estime o benefício econômico gerado pela adoção de inovações tecnológicas, comparativamente a uma situação anterior em que a oferta do produto era dependente da tecnologia tradicional. O cálculo da produção excedente é ilustrado na Figura 1, representado pela área AatB. Como pode ser constatado na referida Figura, na estimativa se utilizam os coeficientes

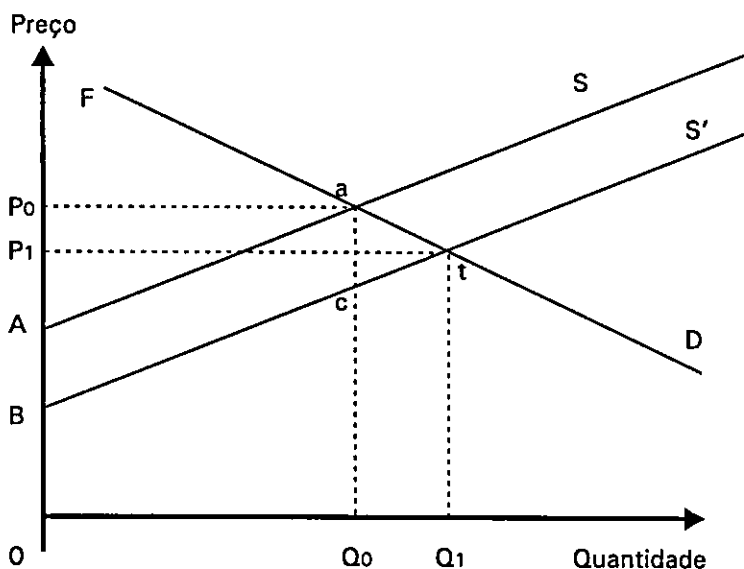


FIG. 1. Excedente econômico gerado pela adoção de inovações tecnológicas.

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 as quantidades oferecidas.

Para calcular a área correspondente ao excedente econômico gerado pela pesquisa agropecuária, têm-se usado diversas fórmulas, dependendo das hipóteses relativas às curvas de oferta e demanda. Hayami & Akino (1977), por exemplo, utilizaram a fórmula abaixo especificada, a qual foi também usada por Avila (1981) na avaliação do impacto econômico da pesquisa com arroz irrigado no Rio Grande do Sul.

$$\frac{K [P_m Q_m + P_m Q_m (1 + \beta)^2]}{2 (\beta + \eta)}$$

onde:

K = taxa de deslocamento da curva de oferta; $P_m \times Q_m$ = valor anual da produção; β = elasticidade da demanda e η = elasticidade da oferta.

Nos estudos de avaliação de impacto, a taxa de deslocamento (k) da curva de oferta tem sido calculada utilizando as diferenças de rendimento entre as variedades em uso e as variedades melhoradas criadas pela pesquisa e as respectivas taxas de adoção.

Com base em dados anuais da taxa "k", dos preços e quantidades dos produtos envolvidos e da taxa de adoção, são estimados os benefícios ou excedente econômico anuais gerados pela pesquisa no período de análise. Na medida em que o fluxo de benefícios é relacionado com os custos da pesquisa, pode-se avaliar a rentabilidade dos investimentos via taxa interna de retorno (TIR), relação benefício/custo (B/C) ou valor presente líquido (VPL).

Nas avaliações de impacto econômico feitas na EMBRAPA, foi utilizada uma variante do conceito de excedente econômico para o cálculo dos benefícios, adotando-se hipóteses sobre as elasticidades da oferta e da demanda diferentes daquelas usadas na maioria dos demais estudos realizados com base em tal método. Essa hipótese, que foi adotada inicialmente por Tosterud et al. (1973) e depois por Kislev & Hoffmann

(1978), apresenta duas variantes quanto às elasticidades de oferta, dependendo do tipo de impacto da inovação tecnológica: a) aumento de produção (rendimentos ou expansão de área) - curva de demanda (D) perfeitamente elástica e uma curva de oferta (S) vertical e b) redução de custos - curvas de oferta horizontal e demanda vertical.

Nesse caso, o deslocamento da curva de oferta para a direita (S_1), como consequência da adoção de resultados da pesquisa, não afeta o preço do produto $P_{(S_0)} = P_{(S_1)}$. As Figuras 2 e 3 apresentam o método de excedentes econômicos com a adoção de tal hipótese, nos casos de aumento de produção e de redução de custos de produção, respectivamente.

Estimativa dos benefícios econômicos

Adotando a hipótese de que a oferta agregada do produto agrícola é perfeitamente inelástica e a demanda perfeitamente elástica, os benefícios econômicos resultantes da adoção da cultivar BRS 133 foram medidos em termos dos benefícios econômicos adicionais médios, obtidos pelos produtores que a adotaram. Os benefícios foram estimados com base no diferencial de produtividade e na área estimada de adoção da nova tecnologia.

Os benefícios econômicos líquidos obtidos pelos produtores foram calculados, a partir de dados fornecidos por especialistas e através do volume de venda de sementes da cultivar em questão. Esses benefícios foram expressos em termos monetários por unidade de área (hectare).

O fluxo anual de benefícios da pesquisa, estimado para o período de avaliação, pode ser calculado tanto em termos privados como sociais. No primeiro caso, os preços considerados são os de mercado, e no segundo, os custos e os benefícios são tomados levando em consideração os preços de referência ou "shadow prices" (preços de mercado, descontados os impostos, subsídios etc.). Nesse caso, foram considerados os preços de mercado.

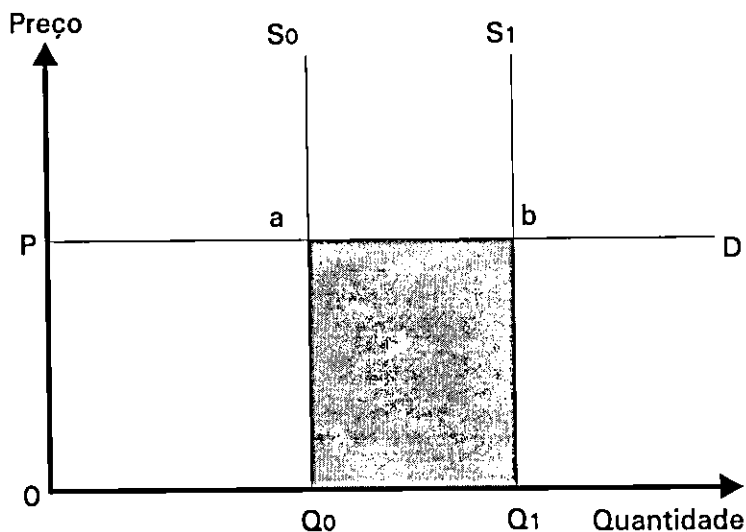


FIG. 2. Excedente gerado pela adoção de inovações que aumentam a produção.

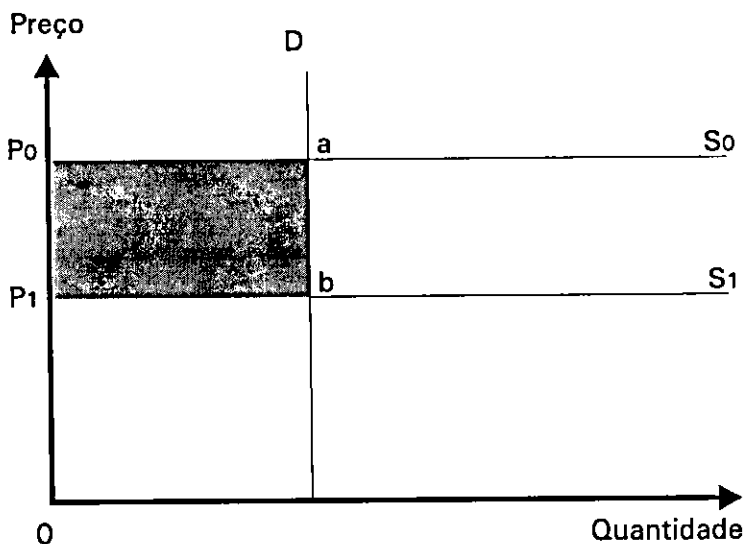


FIG. 3. Excedente gerado pela adoção de inovações que reduzem custos de produção.

O impacto econômico real de qualquer tecnologia ou pacote tecnológico gerado por uma instituição de pesquisa e transferida aos produtores é, em geral, menor que o obtido utilizando os resultados da própria pesquisa. O produtor, além de apresentar em sua unidade de produção uma disponibilidade de recursos bastante limitada e diferente da existente nas estações experimentais, adota a nova tecnologia adaptando-a em função de sua experiência anterior, de sua taxa de aversão ao risco, dos recursos disponíveis e até da própria orientação recebida dos extensionistas de sua região, que nem sempre é a mesma da pesquisa.

Essas adaptações fazem com que os níveis de benefícios econômicos líquidos medidos nas unidades de pesquisa não sejam o alcançados pelos produtores. Entretanto, os benefícios reais são os que devem ser considerados em um processo de avaliação de impacto da pesquisa, em lugar dos benefícios potenciais. Esse procedimento reduz bastante os riscos de se superestimar as taxas de retorno das inversões em pesquisa agropecuária, muito comum em estudos de avaliação de impacto.

Para medir os impactos econômicos reais de cada uma das tecnologias melhoradas já adotadas pelos produtores ou industriais, sugere-se a utilização da informação disponível nas análises econômicas realizadas no centro de pesquisa (potencial) ajustadas às condições da unidade de produção ou indústria. Tal como se explicou anteriormente, o produtor ou industrial não adota integralmente a tecnologia ou sistema de produção proposto pela pesquisa. Nesse caso, recomenda-se a realização de levantamentos de dados ao nível de campo ou de indústria, ou então, o uso de informantes qualificados (extensionistas, assessores técnicos privados, industriais, por exemplo), de maneira que se possa identificar em que condições o produtor adota a nova tecnologia (produtos usados, coeficientes técnicos, preços pagos e recebidos, etc.). De posse dessas informações, podem-se calcular os benefícios econômicos reais que o mesmo obtém com o uso da nova tecnologia, comparativamente à tecnologia tradicional.

No processo de quantificação dos impactos econômicos reais dos sistemas de produção melhorados, é fundamental a estimativa da participação da instituição e de seus parceiros nos benefícios. Essa estimativa deve ser feita nas tecnologias ou sistemas que tenham tido a participação de outras instituições de pesquisa, com isso evitando atribuir à pesquisa benefícios que, na realidade, deveriam ser atribuídos a outras instituições.

É recomendável que tal estimativa seja feita com base em informações dos pesquisadores que geraram as diversas tecnologias (da própria instituição e de parceiros). Eles podem estimar, em termos percentuais, o papel de todas as instituições que participaram na geração ou na adaptação de cada uma delas e, dessa forma, estabelecer a participação líquida da instituição sob avaliação. Nesse processo, deve-se também considerar a participação da assistência técnica e extensão rural quando for expressiva, especialmente na validação.

Apesar da relativa subjetividade desse procedimento, dado que ele pode introduzir tendência na referida estimativa dos benefícios, deve-se descontar do montante dos benefícios obtidos, o correspondente a essas instituições, especialmente quando existe alto grau de intercâmbio durante o período sob avaliação como, por exemplo, o envolvimento de organismos nacionais (Universidades, SEBRAE, ONGs, etc.) e centros internacionais de pesquisa agrícola (CIAT, IRRI, CIMMYT, etc.).

Na medida do possível, os itens foram descritos de maneira geral, não especificamente para determinada tecnologia, de maneira que, a metodologia utilizada para medir os impactos da BRS 133 foi a mesma empregada para medir outras tecnologias, como manejo de pragas e diminuição de perdas na colheita.

No caso da BRS 133, como a cultivar foi comercializada pela primeira vez na safra 1997/98, os seus benefícios só puderam ser medidos a partir da safra seguinte (1998/99), pois na safra anterior a área semeada foi muito limitada, quase que exclusivamente para produção de sementes. Os custos foram contabilizados a partir do primeiro cruzamento, que foi realizado no ano agrícola de 1985/86.

Aspectos operacionais

A seguir, são apresentados, com base em Avila et al. (1984), as principais etapas que devem ser realizadas para avaliar os impactos econômicos usando o enfoque do excedente econômico, conforme proposto por Tosterud et al. (1973) e Kislev & Hoffmann (1978), e adotado na maioria das avaliações anteriores da Embrapa. Essas etapas são resumidas no esquema metodológico apresentado na Figura 4.

1. Estimativa dos benefícios econômicos

Foi adotada a hipótese de que a oferta agregada do produto agrícola é perfeitamente inelástica e a demanda perfeitamente elástica. Dessa forma, os benefícios econômicos resultantes da pesquisa desenvolvida pela instituição ou centro de pesquisa podem ser medidos em termos dos benefícios econômicos adicionais médios, obtidos pelos produtores que adotaram cada uma das tecnologias geradas e difundidas. Os benefícios foram estimados comparando-se a nova tecnologia com a tecnologia em uso anteriormente, tomando uma série de preços médios em nível de mercado e as condições do produtor.

Os benefícios econômicos obtidos pelos produtores foram calculados a partir de dados coletados a campo, na safra 2000/2001, e estimados para safras anteriores e posteriores. Esses benefícios foram calculados anualmente e expressos em termos monetários por unidade de área (hectare). O cálculo foi realizado multiplicando-se a área adotada com a nova tecnologia pela quantidade extra produzida quando comparado à tecnologia anterior. Esse valor foi calculado como 255kg/ha de soja. Para o cálculo do valor econômico, bastou multiplicar a quantidade pela média histórica do preço da soja, dado utilizado para que a situação momentânea de mercado não introduza viés na estimativa.

Tendo sido feito dessa maneira, a metodologia empregada não é exatamente aquela descrita anteriormente, que utiliza o deslocamento da curva de oferta e a fórmula correspondente à área do excedente econômico, mesmo porque considerando a curva de oferta perfeitamente inelástica, a fórmula do excedente econômico fica modificada, pois o

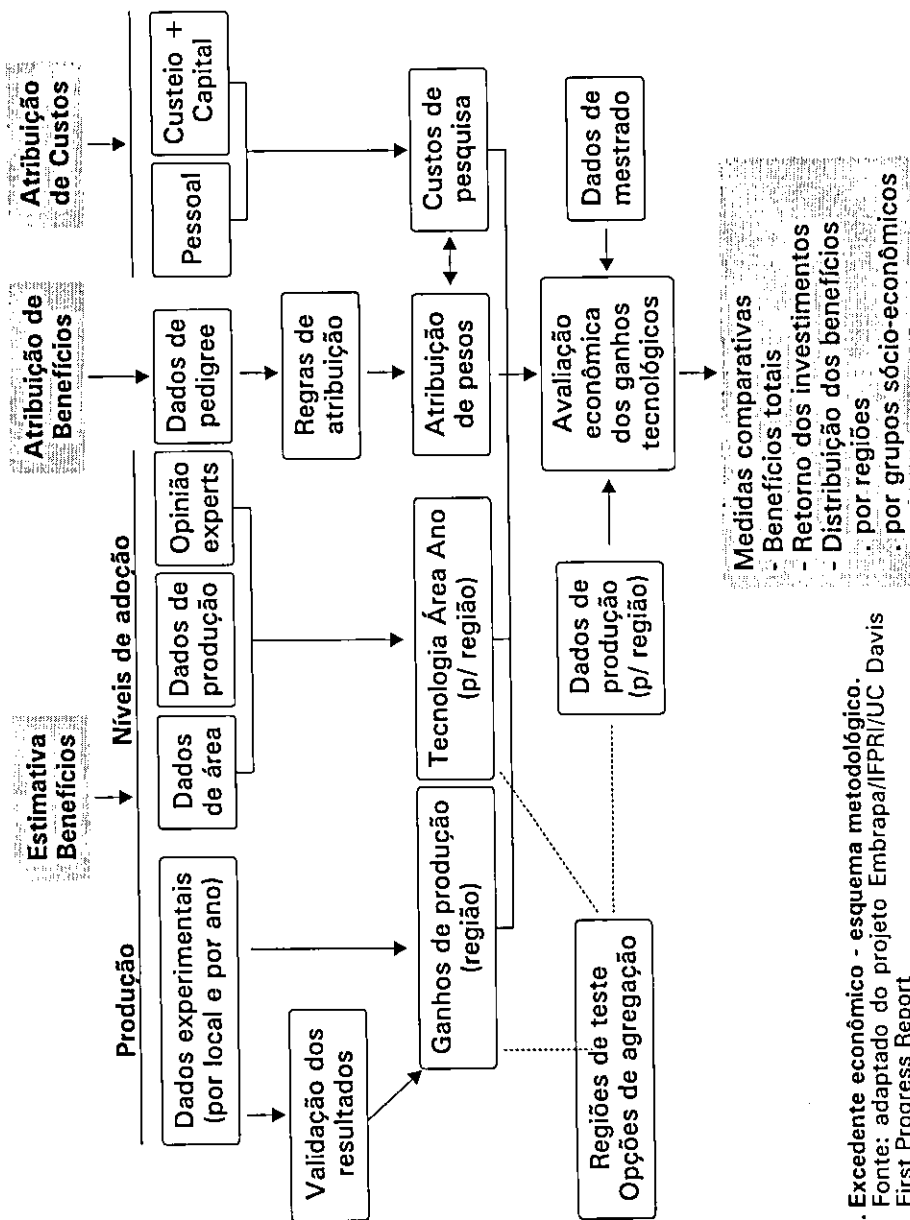


FIG. 4. Excedente econômico - esquema metodológico.

Fonte: adaptado do projeto Embrapa/IPRI/UC Davis
First Progress Report

valor da elasticidade-preço agregada da oferta fica igual a zero ($\eta=0$), então a fórmula se torna:

$$\frac{K [P_m Q_m + P_m Q_m (1 + \beta)^2]}{2 \beta} \quad (1)$$

Por outro lado, considerando a elasticidade-preço da demanda agregada perfeitamente elástica, a taxa de variação no preço se torna igual a zero, o que torna $b=\infty$ e, como consequência, tem-se que:

$$\beta = \frac{\partial q}{\partial p} \cdot \frac{P}{Q} = \infty \quad \text{a fórmula se transforma em} \quad \frac{\infty}{\infty} \Rightarrow \text{que é uma indeterminação matemática}$$

A variação na metodologia não prejudica em nada o cálculo dos benefícios totais, benefícios líquidos e taxa interna de retorno. Na verdade, a utilização do conceito de excedente econômico se torna mais apropriado quando se conhecem os valores das elasticidades da oferta e demanda.

O impacto econômico real de qualquer tecnologia ou pacote tecnológico gerado por uma instituição de pesquisa e transferida aos produtores tem sido, em geral, menor que o obtido experimentalmente. O produtor, além de apresentar em sua unidade de produção uma disponibilidade de recursos bastante limitada e diferente da existente nas estações experimentais, adota a nova tecnologia, adaptando-a em função de sua experiência anterior, de sua taxa de aversão ao risco, dos recursos disponíveis e até da própria orientação recebida dos agentes da assistência técnica de sua região, que nem sempre é a mesma da pesquisa.

Essas adaptações fazem com que o nível de benefícios econômicos líquidos medido no centro de pesquisa não seja o alcançado pelos produtores. Entretanto, os benefícios reais são os que devem ser considerados em um processo de avaliação de impacto da pesquisa, em lugar dos benefícios potenciais. Esse procedimento reduz bastante os riscos de se superestimar as taxas de retorno das inversões em pesquisa agropecuária, muito comum em estudos de avaliação de impacto.

2. Estimativa das taxas de adoção

A adoção de uma nova tecnologia na produção agrícola ou na produção industrial é um processo bastante complexo, onde atuam diversos fatores que afetam tanto o grau de adoção (uso integral ou parcial da tecnologia ou sistema), quanto a taxa de adoção (uso total ou parcial da superfície cultivada potencial, no caso de produtores rurais). Além disso, determinados fatores podem mudar de um ano para outro, favorecendo ou dificultando a adoção de uma dada inovação tecnológica.

No processo de adoção tecnológica, deve-se considerar que, em qualquer região agrícola, existem produtores líderes, que exercem grande influência sobre os demais e que, portanto, podem acelerar ou impedir o processo de transferência de uma nova tecnologia. As taxas de adoção foram estimadas com base em dados levantados em reuniões com especialistas em soja, tanto técnicos como agricultores, realizadas nas regiões onde está sendo adotada a nova tecnologia.

As estimativas de adoção de inovações tecnológicas foram feitas para cada ano do período de análise e medida na unidade correspondente - hectares cultivados.

3. Custos

3.1. Cálculo de pessoal

Para determinar os custos de pessoal, foi elaborado um perfil da equipe de melhoristas, no caso da cultivar BRS 133, e outros pesquisadores que contribuíram com o melhoramento nas suas respectivas especialidades, bem como do pessoal de apoio (técnicos agrícolas, laboratoristas e operários rurais), ao longo dos últimos 15 anos.

Os pesquisadores foram identificados segundo a sua categoria funcional (Pesq. I, II e III), com indicação de mudança de nível ao longo dos anos. Também foi indicada a contribuição em porcentagem de cada pesquisador para o desenvolvimento da tecnologia. Por exemplo, se o

pesquisador fez doutorado em 1989 e passou a ser pesquisador III, tal mudança foi considerada. Também foi considerada a presença de pesquisadores de outras instituições que trabalharam em parceria com a Embrapa Soja e oneraram o orçamento.

De posse dessas informações, foi calculado o custo de pessoal com base nos salários médios e seguindo as contribuições percentuais de cada pesquisador para a tecnologia em questão.

3.2. Cálculo de outros custeios

Para o cálculo das despesas de custeio, foram levantados os gastos previstos com os subprojetos do programa de cada tecnologia considerada. De posse dessas informações, foi calculada a proporção dos custos das respectivas tecnologias em relação ao orçamento total da Unidade para cada ano.

Os dados foram referentes ao período 1985-2001 aplicados à proporção dedicada às tecnologias, relativo aos recursos efetivamente aplicados na Unidade em Outros Custeios. Para os anos em que as informações não foram confiáveis ou que os valores corrigidos destoaram muito da tendência anterior, usou-se uma média das percentagens dos anos anteriores. Isso ocorreu particularmente em 1994, quando foi decretado o “Plano Real”. Nesse ano, por mais critério que se tenha na correção dos valores, os resultados não condizem com a lógica. Dessa forma, utiliza-se para o cálculo dos custos a média dos gastos dos anos anteriores.

Os custos de manutenção da Unidade e outros, considerados separadamente no orçamento, foram rateados entre os subprojetos, de acordo com os pesos relativos de cada um.

3.3. Cálculo de custo do capital

As despesas de capital correspondentes às tecnologias consideradas foram calculadas, utilizando as taxas de depreciação patrimonial da Embrapa Soja, fornecidas pelo DRM (Departamento de Recursos Materiais). De posse dessas taxas, foi feito um rateio entre os programas de

pesquisa que participaram do desenvolvimento das tecnologias avaliadas, de acordo com o peso relativo de cada programa.

3.4. Estimativa dos custos da pesquisa

Os custos foram levantados no setor administrativo e financeiro da Unidade. Os eventuais custos da pesquisa incorridos por instituições colaboradoras ou doadoras de "conhecimento" (material genético, material humano, técnicas desenvolvidas, material bibliográfico) não são incluídos no conjunto destes custos, sendo considerados "bens gratuitos".

No processo de estimativa do fluxo total de custos da pesquisa, houve o cuidado quanto à participação de outras instituições no processo de geração tecnológica. Os custos desta participação "externa" foram considerados no fluxo de custos quando pertinente.

Outro aspecto importante na estimativa dos custos e que complica tal tarefa, se apresenta quando se faz uma avaliação parcial de um dado programa de pesquisa, como o caso de uma avaliação da área de melhoramento genético de uma Unidade de pesquisa. Outro caso de avaliação complexa é quando se busca avaliar o impacto econômico de um dado projeto de financiamento externo. Em ambos os casos, a quantificação é difícil, pois existe uma série de gastos gerais da pesquisa, onde nem sempre é possível determinar a participação de determinada área de pesquisa, programa ou fonte de financiamento que permita fazer o seu rateio. Em recente estudo de avaliação de impacto do programa de melhoramento de soja, desenvolvido pela Embrapa/IFPRI, esse rateio foi feito com base na distribuição do tempo dos pesquisadores aos trabalhos de melhoramento genético.

3.5. Estimativa dos benefícios econômicos líquidos

Na elaboração do fluxo de benefícios líquidos (benefícios menos custos) um ponto crítico é a determinação do espaço de tempo que deve ser estabelecido entre a inversão inicial e a obtenção dos primeiros resultados desta inversão. A literatura recomenda um retardamento mínimo de três anos, pois, na maior parte das vezes, o fluxo de benefícios líquidos é sempre negativo, nos primeiros anos. Em geral, os

benefícios no longo prazo superam as inversões realizadas em pesquisa, fazendo com que o fluxo seja positivo no período de avaliação. No caso da cultivar BRS 133, o primeiro cruzamento foi realizado em 1985/86, portanto foram computados os custos a partir dessa safra. No entanto, a cultivar começou a ser comercializada apenas na safra 1998/99, ano em que se iniciou o cálculo dos benefícios resultantes.

A respeito da estimativa do fluxo de custos e benefícios da pesquisa, é importante ressaltar que qualquer erro na quantificação do fluxo de benefícios líquidos pode subestimar ou superestimar a taxa de retorno das inversões realizadas. As diferentes estimativas de taxas de retorno de inversões em pesquisa agropecuária têm usado o fluxo de benefícios líquidos da pesquisa durante o período de avaliação, o qual tem sido, em geral, projetado para 10 anos.

3.6. Estimativa do impacto econômico

Sob o ponto de vista metodológico, dados os custos e os benefícios estimados dos produtos e serviços gerados, pode-se avaliar a rentabilidade dos investimentos realizados em pesquisa agropecuária usando-se os seguintes instrumentos: taxa interna de retorno (TIR), relação benefício/custo (B/C) e valor presente líquido (VPL).

a) Taxa Interna de Retorno (TIR)

A taxa interna de retorno é um dos métodos mais utilizados para estimar as taxas de retorno das inversões em pesquisa. A taxa interna de retorno (TIR) é aquela taxa r que, quando aplicada a um dado fluxo de benefícios $(B_t - C_t)$, se tornará igual a zero. A taxa interna de retorno deverá ser superior ou igual ao custo de oportunidade de outros gastos na economia para que a inversão em pesquisa seja considerada rentável. A fórmula de cálculo da TIR é a seguinte:

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + r)^t} = 0 \quad (2)$$

onde B_t = fluxo de benefícios; r = taxa de juros;
 C_t = fluxo de custos; t = tempo

b) Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido (VPL), Benefício Líquido Atualizado ou Valor Atual Líquido é definido como benefício econômico gerado pela instituição, estação ou programa (Bt) menos o custo do programa (C_t), atualizados à taxa de desconto usada no mercado. Em geral, nas avaliações, se calcula o VPL para várias taxas de juros, de acordo com as taxas praticadas pelo mercado financeiro.

c) Relação Benefício/Custo (B/C)

A Relação Benefício/Custo (B/C) é calculada dividindo-se o Benefício Econômico ou Social Total (Bt) pelo Custo (Ct), atualizados a uma mesma taxa de desconto.

Descrição da cultivar

1. Origem genética

FT Abyara x BR83 147

2. Método de obtenção

F₂ - MSSD* e F₃₋₄ - BULK*

Geração de seleção da planta: F₄

Geração de teste de progênie / seleção da linhagem: F₅

Área de indicação para cultivo: Paraná

* MSSD (modified single seed descent) = avanço de geração através de duas ou mais sementes por planta selecionada na população;

Bulk = avanço de geração representado pela colheita de todas as plantas da população e semeadura de uma amostra da semente colhida na geração seguinte.

Histórico

A cultivar de soja BRS 133 foi desenvolvida pelo Centro Nacional de Pesquisa de Soja - Embrapa Soja, a partir do cruzamento FT-Abyara x BR83-147, realizado em 1985/86, em Londrina, PR.

A partir da geração F_6 , a cv. BRS 133 participou de vários ensaios conduzidos regionalmente no Estado do Paraná com o número de linhagem BR91-12418. Os ensaios foram delineados em blocos ao acaso, com três repetições por local para as Avaliações Preliminar e Intermediária e quatro repetições para a Avaliação Final. As parcelas foram constituídas de quatro fileiras de cinco metros de comprimento, com espaçamento variando de 45cm a 50cm entre fileiras nos vários ambientes onde a cultivar foi testada. A densidade populacional de plantas também variou de 300 mil a 400 mil plantas por hectare, dependendo do ano, do poder germinativo da semente e do local dos testes. As gerações de testes e as safras e os locais onde foram conduzidos os experimentos, nas diversas fases de avaliação, estão descritas na Tabela 2.

TABELA 2. Gerações de testes, safra, locais e fases da avaliação da cv. BRS 133

Geração	Safra	Avaliação	Locais de avaliação - Paraná
F ₆	91/92	Preliminar I	Londrina e Ponta Grossa
F ₇	92/93	Preliminar II	Londrina e Ponta Grossa
F ₈	93/94	Intermediária	Cascavel, Guarapuava, Londrina, Palotina, Ponta Grossa (1), Ponta Grossa (2), Sertaneja e Araçongas
F ₉	94/95	Final I	Campo Mourão, Cascavel, Castro, Congoinhas, Guarapuava, Londrina, Mariópolis, Palotina, Ponta Grossa (1), Ponta Grossa (2) e Sertaneja
F ₁₀	95/96	Final II	Campo Mourão, Cascavel, Castro, Londrina, Congoinhas, Guarapuava, Mariópolis, Palotina, Ponta Grossa (1), P. Grossa (2) e Sertaneja

1. Distinguilidade, homogeneidade e estabilidade (DHE)

As características dos locais onde foram realizados os testes de avaliação da cultivar BRS 133 e as datas de instalação dos ensaios estão descritas nas Tabelas 3, 4 e 5, respectivamente, para os ensaios das Avaliações Intermediárias 93/94, Final 94/95 e Final 95 /96.

TABELA 3. Características dos locais e datas de semeadura dos ensaios da Avaliação Intermediária 93/94 conduzidos para a caracterização agrônômica da cv. BRS 133

Município (Paraná)	Latitude	Altitude (metros)	Data semeadura	Tipo de solo
Sertaneja	23°02' 13"	401	08/12/93	Latossolo Roxo eutrófico
Londrina	23°18' 37"	585	18/11/93	Latossolo Roxo distrófico
Cascavel	24°57' 21"	781	19/11/93	Latossolo Roxo distrófico
Palotina	24°17' 02"	333	17/11/93	Latossolo Roxo eutrófico
Guarapuava	25°23' 43"	1098	10/12/93	Latossolo Bruno álico
Ponta Grossa	25°05' 42"	969	16/12/93	Latossolo Vermelho escuro
Arapongas	23°25' 10"	730	17/11/93	Latossolo Roxo eutrófico

Fonte: Embrapa Soja

TABELA 4. Características dos locais e datas de semeadura dos ensaios da Avaliação Final 94/95 conduzidos para a caracterização agrônômica da cv. BRS 133

Município (Paraná)	Latitude	Altitude (metros)	Data semeadura	Tipo de solo
Congoninhas	23°33' 04"	753	15/11/94	Latossolo Vermelho escuro
Sertaneja	23°02' 13"	401	17/11/94	Latossolo Roxo eutrófico
Londrina	23°18' 37"	585	21/11/94	Latossolo Roxo distrófico
Palotina	24°17' 02"	333	22/11/94	Latossolo Roxo eutrófico
Campo Mourão	24°02' 44"	585	20/11/94	Latossolo Roxo distrófico
Cascavel	24°57' 21"	781	05/12/94	Latossolo Roxo distrófico
Mariópolis	26°21' 17"	879	23/11/94	Latossolo Roxo álico
Guarapuava	25°23' 43"	1098	01/12/94	Latossolo Bruno álico
Ponta Grossa	25°05' 42"	969	15/11/94	Latossolo Vermelho escuro
Castro	24°47' 28"	999	13/12/94	Latossolo Vermelho amarelo

Fonte: Embrapa Soja

2. Resultados de produtividade da cv. BRS 133 nas avaliações intermediária e finais

O desempenho agrônômico da cv. BRS 133 foi avaliado nos ensaios conduzidos em oito ambientes na safra 93/94, onze ambientes na safra 94/95 e onze ambientes na safra 95/96. As cultivares testemunhas foram BR 16 e EMBRAPA 4, ambas do mesmo grupo de maturação. As produções médias por local, nas diversas fases de avaliação, estão descritas nas Tabelas 5, 6 e 7. As médias de produção nas três safras de avaliação e a produção média acumulativa e relativa ao padrão de melhor desempenho estão descritas na Tabela 8. Na média de 30 ambientes, a cv. BRS 133 mostrou produtividade de 3600 kg/ha, com ganhos comparativos de 8,5 % e 11,8 % superiores às cvs. testemunhas BR-16 e EMBRAPA 4, respectivamente.

3. Comportamento da cv. BRS 133 quanto à altura de planta, ao ciclo e ao acamamento

Nos ensaios das avaliações Intermediária e Final, nas três safras, foram observados e coletados dados de altura média das plantas das parcelas, ciclo vegetativo, ciclo total e reação ao acamamento. As alturas de quatro plantas foram tomadas ao acaso, para representar a média da população de plantas na parcela. As médias de altura de planta, em cada ano de avaliação, e a média geral representando a altura da cultivar estão descritas na Tabela 8. Para ciclo vegetativo, ciclo total e grau de acamamento foram considerados o comportamento médio de todas as plantas de cada parcela. As médias dessas características estão descritas nas Tabelas 9, 10 e 11.

Além dos aspectos apresentados, foram descritos os caracteres morfológicos e fisiológicos da cultivar (Tabelas 13 e 14).

TABELA 5. Produtividades média por local e média geral (kg/ha) da cultivar BRS 133 nos ensaios da Avaliação Intermediária, conduzida em oito ambientes do Estado do Paraná, na safra 93/94

Cultivar	Sertaneja	Londrina	Cascavel	Palotina	Guarapuava	Ponta Grossa		Arapongas	Média oito ambientes
						FT	SPSB		
BRS 133	3994	4254	3600	3812	2400	3179	2973	3564	3472
BR-16	3516	4029	3272	3291	2435	2988	2484	3167	3147
Embrapa 4	3087	3158	2808	3632	2307	3200	2627	3379	3024

Fonte: Embrapa Soja

TABELA 6. Produtividade média por local e média geral (kg/ha) da cultivar BRS 133 obtidas nos ensaios da Avaliação Final, conduzida em onze ambientes do Estado do Paraná, na safra 94/95

Cultivar	Congoi-rinhas	Sertaneja	Londrina	Palotina	C. Mourão	Cascavel	Matiópolis	Guarapuava	Ponta Grossa		Média 11 ambientes
									FT	SPSB	
BRS 133	3565	4120	4458	3858	3735	4015	3555	2845	3083	3586	3696
BR-16	3031	3315	3615	3830	3296	3757	2968	2746	3105	3509	3358
Embrapa 4	2924	3620	4091	3906	3146	3458	3143	3030	2889	2593	3282

Fonte: Embrapa Soja

TABELA 7. Produtividade média por local e média geral (kg/ha) da cultivar BRS 133 obtidas nos ensaios da Avaliação Final, conduzida em onze ambientes do Estado do Paraná, na safra 95/96

Cultivar	Congoinhas	Sertaneja	Londrina	Campo Mourão	Cascavel	Palotina	Mariópolis	Guarapuava	Ponta Grossa		Média 11 ambientes
									FT	SPSB	
BRS 133	3407	5895	3985	3756	4001	4181	3270	2721	3285	2996	2062
BR-16	2598	4318	3672	3984	4013	4745	2887	2915	2761	3319	2187
Embrapa 4	2697	4403	3715	3872	4175	3835	2289	2515	2977	2982	2235

Fonte: Embrapa Soja

TABELA 8. Produtividades média (kg/ha) e relativa (%) da cultivar BRS 133 obtidas nos ensaios das Avaliações Intermediária e Final, conduzidas em vários ambientes do Estado do Paraná nas safras 93/94, 94/95 e 95/96

Cultivar	Rendimento médio (kg/ha)			Média
	1993/94 08 ambientes	1994/95 11 ambientes	1995/96 11 ambientes	
BRS 133	3472	3697	112,6	3596
BR-16	3148	100,0	3358	105,8
Embrapa 4	3025	96,1	3282	100,0
			97,7	96,5
			30	3600
			30	3317
			30	3200
			30	96,5

Fonte: Embrapa Soja

TABELA 9. Altura média de planta (cm) da cultivar BRS 133 obtida nos ensaios das Avaliações Intermediária e Final, conduzidas em vários ambientes do Estado do Paraná, nas safras 93/94, 94/95 e 95/96

Cultivar	Av. Intermediária 93/94 8 ambientes	Av. Final		Altura média (cm) 29 ambientes
		94/95 11 ambientes	95/96 10 ambientes	
BRS 133	84	80	82	82
BR-16	78	80	78	79
Embrapa 4	79	79	80	79

Fonte: Embrapa Soja

TABELA 10. Ciclo vegetativo (número de dias para florescimento) da cultivar BRS 133 obtidos nos ensaios das Avaliações Intermediária e Final, conduzidas em vários ambientes do Estado do Paraná, nas safras 93/94, 94/95 e 95/96

Cultivar	Av. Intermediária 93/94 4 ambientes	Av. Final		Média 16 ambientes
		94/95 5 ambientes	95/96 7 ambientes	
BRS 133	60	58	61	60
BR-16	50	51	56	53
Embrapa 4	51	52	55	53

Fonte: Embrapa Soja

TABELA 11. Ciclo total (número de dias para maturação) da cultivar BRS 133 obtidos nos ensaios das Avaliações Intermediária e Final, conduzidas em vários ambientes do Estado do Paraná, nas safras 93/94, 94/95 e 95/96

Cultivar	Av. Intermediária 93/94 8 ambientes	Av. Final		Média 26 ambientes
		94/95 9 ambientes	95/96 9 ambientes	
BRS 133	128	125	129	127
BR-16	122	117	124	131
Embrapa 4	127	121	128	125

Fonte: Embrapa Soja

TABELA 12. Grau de acamamento médio (escala visual de 1 a 5) da cultivar BRS 133 obtido nos ensaios das Avaliações Intermediária e Final, conduzidas em vários ambientes do Estado do Paraná, nas safras 92/93, 93/94 e 94/95

Cultivar	Av. Intermediária	Av. Final		Grau médio e reação
	92/93 7 ambientes	93/94 11 ambientes	94/95 10 ambientes	
BRS 133	1,6	1,7	1,7	1,7
BR-16	1,2	1,4	1,2	1,3
Embrapa 4	1,4	1,6	1,3	1,4

Fonte: Embrapa Soja

TABELA 13. Descrição dos principais caracteres morfológicos

Característica (*)	Descrição da característica
1. Planta: Cor de hipocótilo (*) UP-BR	Verde
2. Planta: Hábito de crescimento UP-BR	Determinado
3. Planta: Cor da pubescência (*) UP	Marrom
4. Planta: Densidade da pubescência BR	Normal
5. Flor: Cor (*) UP	Branca
6. Vagem (sem pubescência): Cor UP-BR	Marrom clara
7. Vagem (com pubescência): Cor BR	Marrom
8. Semente: Forma UP	Esférica
9. Semente: Cor de tegumento (*) UP-BR	Amarela
10. Semente: Brilho do tegumento BR	Fosco
11. Semente: Cor do hilo (*) UP-BR	Marrom

(*) Todas as características identificadas com um asterisco, fazem parte das exigências mínimas da UPOV. Fica a critério dos países membros adicionar descritores segundo as necessidades particulares. No entanto, o objetivo é evitar diferenças substanciais entre descritores dos diversos países, para assim facilitar o intercâmbio de material genético para proteção.

TABELA 14. Descrição dos principais caracteres fisiológicos

12. Ciclo vegetativo: número de dias da emergência à floração (50% das plantas com flores) BR	Médio
13. Ciclo total número de dias de emergência à maturação BR	Semitardio
14. Altura das plantas (na maturação) UP-BR	Alta
15. Altura de inserção das vagens inferiores (cm) BR	15-16
16. Peso de 100 sementes, em gramas (com base 13% de umidade) BR	≥ 16
17. Resistência ao acamamento BR	Muito boa
18. Resistência à deiscência das vagens BR	Muito boa
19. Produtividade BR	Medida em kg/ha 3600kg/ha
20. Reação a pústula bacteriana (<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>glycinea</i>) BR (1)	Resistente
21. Reação ao crestamento bacteriano (<i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>glycinea</i>) BR (1)	Resistente
22. Reação à mancha "mancha olho-de-rã" (<i>Cercospora sojinae</i>) BR (1)	Resistente
23. Reação a cancro da haste <i>Diaporthe phaseolorum</i> f.sp. <i>meridionalis</i> BR (1)	Resistente
26. Reação a mosaico comum (VMCS) BR (1)	Resistente
28. Reação ao nematoide de cisto (<i>Heterodera glycines</i>) BR (2)	Suscetível
29. Reação à peroxidase BR	Negativa

(1) Recomenda-se a avaliação em casa-de-vegetação.

(2) Recomenda-se a avaliação em condições de campo.

Custos envolvidos na pesquisa da cultivar BRS 133

O detalhamento dos custos envolvidos na obtenção de uma cultivar qualquer é tarefa extremamente complexa. Em relação aos recursos humanos fica relativamente fácil, pois sabe-se qual o percentual de dedicação do pesquisador em determinada área es-

pecífica de pesquisa. No entanto, quando se tenta separar os gastos de custeios, direcionados a determinada área de pesquisa que gerou determinada tecnologia, o cálculo se torna bastante complexo. Isso ocorre porque grande parte dos custeios estão incluídos nos custos totais da Unidade.

Apenas alguns pesquisadores, que trabalham 100% do tempo em melhoramento genético, podem ter seus salários computados no custo da obtenção de uma cultivar com relativa exatidão. Menciona-se “relativa exatidão” porque esses pesquisadores, além da obtenção de cultivares, participam no processo administrativo de condução da pesquisa, que compreende participação em reuniões, congressos, encontros, viagens, etc. Dessa forma, os custos incorridos são sempre estimados. Enquanto não houver um sistema de apropriação de custos bastante específico, os custos necessariamente terão que ser estimados.

Foi realizado um trabalho em parceria com o IFPRI (International Food Policy Research Institute), terminado em maio de 2001, do qual participaram a Embrapa Soja, a Embrapa Arroz e Feijão, a Embrapa Trigo e a Embrapa Milho e Sorgo. Nesse trabalho, foram calculados os custos e benefícios dos programas de melhoramento das Unidades envolvidas. No caso da soja, foram calculados os custos de pesquisa de 122 cultivares lançadas no período 1976/1998. O valor presente, por cultivar, abrangendo todos os custos envolvidos, chegou a US\$ 300.000,00. Como a cultivar BRS 133 está entre as 122, cujos custos foram calculados, não há nenhum motivo para recalcular esses valores, sendo perfeitamente viável utilizá-lo para o cálculo dos benefícios líquidos e da taxa interna de retorno da cultivar em questão.

Foi calculado também o valor presente líquido dos benefícios das cultivares em questão. No entanto, como esse cálculo abrangeu o período 1976/1998 e a BRS 133 começou efetivamente a ser adotada a partir da safra 1998/99, foi realizado novo cálculo, exclusivo para essa cultivar, abrangendo o período 1998/2005.

Taxa de adoção e cálculo dos benefícios

Nos períodos de 04/06/01 a 08/06/01 e 18/06/01 a 30/06/01, foi realizado um levantamento de custos de produção e de nível de tecnologia utilizado na cultura da soja, nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e São Paulo. Além dos custos, procurou-se diagnosticar os principais problemas que podem limitar a produtividade e conseqüentemente, diminuir a competitividade da soja para o produtor brasileiro frente à produção mundial. Nessa oportunidade, foi levantado o percentual de área semeada com as principais cultivares de soja no Brasil. O trabalho foi realizado através de reuniões com especialistas locais, das assistências técnicas oficial e privada (cooperativas), firmas de planejamento, secretarias de agricultura e sindicatos rurais.

O benefício da cultivar, de acordo com dados experimentais realizados em 30 ambientes (Tabela 9), foi de 8,5%, em produtividade, acima da cultivar mais produtiva e mais cultivada por ocasião dos experimentos (BR 16). Sendo assim, o benefício mais visível do uso da nova cultivar foi a produtividade, que será considerada para os cálculos econômicos. Naturalmente, sempre que uma nova cultivar é oferecida ao produtor, existem outros fatores positivos, além da maior produtividade, quando comparada com as cultivares existentes, porém, são de difícil mensuração e ocorrem em situações mais específicas e em áreas mais restritas. Qualquer medida nesse sentido tem alta dose de subjetividade.

O benefício considerado foi de 8,5% acima da produtividade existente anteriormente à adoção da BRS 133, representando, em média, 255kg/ha. Foi calculada a produção adicional correspondente à área adotada pela cultivar e multiplicado pelo preço médio histórico da soja (US\$220,00/t).

É importante notar que várias outras cultivares estão sendo substituídas pela BRS 133, sendo algumas com diferencial de produtividade acima de 8,5% a favor da BRS 133. No entanto, como esse dado é de difícil mensuração, será considerado, em média, esse percentual como o benefício econômico da adoção da cultivar.

As regiões onde, na safra 2000/2001, houve maior taxa de adoção dessa cultivar foram as seguintes:

- Cascavel e Toledo: de uma área total de 708.350ha de soja, cerca de 20% foi semeada com a cultivar BRS 133, ou seja, 141.670ha;
- Campo Mourão: de uma área total de 439.835ha, 30% foram semeados com a cultivar BRS 133, perfazendo 131.950 ha;
- Assis: dos 150.000 ha da região, praticamente 100% foram semeados com a BRS 133;
- Orlândia: nessa região, dos 50.000ha existentes, cerca de 7.500ha foram semeados com a BRS 133;
- Dourados: de 350.000ha semeados na região, cerca de 40%, ou seja, 140.000ha foram de BRS 133.

A área potencial, indicada para cultivo da BRS 133, abrangendo os estados do Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, foi 6.950.000ha. Embora possa haver aumento ou redução nessa área, dependendo da safra, ela foi considerada constante no período referente ao cálculo. A amostra levantada na safra 2000/2001, com a cultivar BRS 133, acusou uma área total de 571.120ha, ou 8,2% da área potencial.

Não se trabalha com a hipótese da cultivar ser adotada em mais de 35% da área potencial, mesmo porque outras cultivares concorrentes estão surgindo no mercado e é natural que, após atingir um nível máximo de adoção, haja diminuição da área. Com base nos dados existentes, foi possível estimar a evolução da área adotada com a BRS 133, da safra de 1998/1999 a 2000/2001, estimar a adoção até a safra 2004/2005 e calcular o benefício econômico (Tabela 15)

Para se chegar ao valor da área adotada e da área potencial da BRS 133, até a safra 2004/05, foi considerada a área de soja dos estados nos quais ela é indicada, a saber: Sul do Mato Grosso do Sul (500.000ha), São Paulo (500.000ha), Paraná (2.800.000ha), Santa Catarina (150.000ha) e Rio Grande do Sul (3.000.000ha), num total de 6.950.000 ha. As áreas das safras 1998/99 a 2000/01

TABELA 15. Evolução da adoção da BRS 133, aumento de produção e benefício econômico resultante

Safra	Área potencial (ha)	Área adotada	Aumento produção (milhões t)	Benefício (US\$ milhões)
1997/98	6.950.000	-	-	-
1998/99	6.950.000	69.500	0,018	3,96
1999/00	6.950.000	278.000	0,071	15,62
2000/01	6.950.000	571.120	0,146	32,12
2001/02	6.950.000	1.112.000	0,284	62,48
2002/03	6.950.000	1.737.500	0,443	97,46
2003/04	6.950.000	2.085.000	0,532	117,04
2004/05	6.950.000	2.432.500	0,620	136,40
Total			2,114	465,08

Fonte: Embrapa Soja

foram as efetivamente adotadas. Para as safras seguintes, estimou-se o nível de adoção, com base em experiências anteriores à adoção de cultivares.

Benefícios líquidos e taxa interna de retorno

Para o cálculo da Taxa Interna de Retorno, houve necessidade de diluir o custo da pesquisa, desde o primeiro ano, quando se iniciou o primeiro cruzamento para a obtenção da cultivar. Dessa forma, o custo de US\$ 300.000,00 foi diluído no período 1985/99. Sem dúvida, esses custos foram diferentes ano a ano, porém, para efeito do cálculo da TIR, essas variações não alteram o resultado.

Como a inclusão da BRS 133 no Registro Nacional de Cultivares foi realizada em 1988, os benefícios começaram a ser contabilizados somente a partir de 1999. Dessa forma, como sobraram apenas duas safras para serem analisadas, estimou-se a TIR até o ano de 2005 (Tabela 16).

Analisando os dados da Tabela 16, pode ser visto que, a partir do primeiro ano de uso da nova tecnologia, já existe um retorno de 30%

TABELA 16. Cálculo da TIR referente à utilização da cultivar BRS 133. Período 1985/2005

Ano	Custos (US\$)	Benefícios (US\$)	B-C* (US\$)	TIR** (%)
1985	23.077,00	-	(23.077,00)	-
1986	23.077,00	-	(23.077,00)	-
1987	23.077,00	-	(23.077,00)	-
1988	23.077,00	-	(23.077,00)	-
1989	23.077,00	-	(23.077,00)	-
1990	23.077,00	-	(23.077,00)	-
1991	23.077,00	-	(23.077,00)	-
1992	23.077,00	-	(23.077,00)	-
1993	23.077,00	-	(23.077,00)	-
1994	23.077,00	-	(23.077,00)	-
1995	23.077,00	-	(23.077,00)	-
1996	23.077,00	-	(23.077,00)	-
1997	23.077,00	-	(23.077,00)	-
1998	23.077,00	-	(23.077,00)	-
1999	23.077,00	3.960.000,00	3.936.923,00	30,30
2000	-	15.620.000,00	15.620.000,00	46,05
2001	-	32.120.000,00	32.120.000,00	53,97
2002	-	62.480.000,00	62.480.000,00	59,28
2003	-	97.460.000,00	97.460.000,00	62,62
2004	-	117.040.000,00	117.040.000,00	64,48
2005	-	136.400.000,00	136.400.000,00	65,59

Fonte: Embrapa Soja. *Benefícios-Custos = Benefícios Líquidos. **Taxa Interna de Retorno.

em relação ao investimento, ou seja, a cada dólar de custo há retorno de um dólar e trinta centavos de receita. Para o ano de 2005, a estimativa da TIR é de 65,59%.

Não raro, a metodologia de se calcular os custos envolvidos na pesquisa é questionada, sendo, conseqüentemente, questionado o resultado do cálculo dos benefícios. Dessa forma, procurou-se calcular a TIR considerando também um custo 100% acima do valor levantado pelo estudo realizado pelo IFPRI/Embrapa (Tabela 17).

Mesmo considerando valores do custo da pesquisa 100% acima dos efetivamente calculados, a partir do primeiro ano de uso da tecnologia

TABELA 17. Cálculo da TIR referente à utilização da cultivar BRS 133, como valor do custo majorado em 100%. Período 1985/2005

Ano	Custos (US\$)	Benefícios (US\$)	B-C* (US\$)	TIR** (%)
1985	46.154,00	-	(46.154,00)	-
1986	46.154,00	-	(46.154,00)	-
1987	46.154,00	-	(46.154,00)	-
1988	46.154,00	-	(46.154,00)	-
1989	46.154,00	-	(46.154,00)	-
1990	46.154,00	-	(46.154,00)	-
1991	46.154,00	-	(46.154,00)	-
1992	46.154,00	-	(46.154,00)	-
1993	46.154,00	-	(46.154,00)	-
1994	46.154,00	-	(46.154,00)	-
1995	46.154,00	-	(46.154,00)	-
1996	46.154,00	-	(46.154,00)	-
1997	46.154,00	-	(46.154,00)	-
1998	46.154,00	-	(46.154,00)	-
1999	46.154,00	3.960.000,00	3.913.846,00	22,08
2000	-	15.620.000,00	15.620.000,00	38,13
2001	-	32.120.000,00	32.120.000,00	46,20
2002	-	62.480.000,00	62.480.000,00	51,68
2003	-	97.460.000,00	97.460.000,00	55,18
2004	-	117.040.000,00	117.040.000,00	57,17
2005	-	136.400.000,00	136.400.000,00	58,39

Fonte: Embrapa Soja. *Benefícios-Custos = Benefícios Líquidos. **Taxa Interna de Retorno

já há um retorno de 22,08% em relação ao investimento total. Dessa forma não existe dúvida a respeito do retorno dos recursos públicos investidos na pesquisa agropecuária, principalmente no que se refere ao melhoramento genético.

Avaliação do Impacto Social¹

Aspectos teóricos

Para que se verifique se a pesquisa agropecuária causa impacto social, é necessário esclarecer, de modo apropriado e objetivo, o conceito de impacto social. Certamente que tal conceito deve ser utilizado de modo distinto daquele usado para avaliações macro-sociais e consagrado pelo senso comum, o qual se aproxima dos tradicionais estudos microeconômicos identificados como de custo e benefício.

O real significado da mensuração de impactos sociais exige que inicialmente se busque identificar os antecedentes do processo de geração, difusão e adoção dos produtos da pesquisa da Embrapa causadores de impactos no contexto espacial, temporal e histórico. Ademais, é importante identificar como e onde os produtos da pesquisa agropecuária interferem no processo de produção da cadeia produtiva e, a partir daí, onde e como provocam modificações em diferentes aspectos da organização social, seus grupos e normas, seus ganhadores e perdedores. Em outras palavras, é necessário examinar a interferência das organizações, por meio de seus produtos, no funcionamento do processo de produção, distribuição e consumo de mercadorias e, a partir daí, nos demais elos da cadeia de relações sociais que se espalham a partir da cadeia de produção agropecuária. Nessa perspectiva, Souza e Busch 1998, estudando as redes de desenvolvimento agrícola da produção e do consumo de soja no Brasil, identificaram a existência de “uma rede de soja formada por uma série de atores humanos e não-humanos [a exemplo de], indústrias de insumos, agricultores, indústrias de processamento, instituições de pesquisa, comerciantes e consumidores, assim como estradas, silos e facilidades portuárias [relacionadas aos interesses da produção de soja]”.

¹ Texto baseado em trabalho de Tarcizio Rego Quirino e Manoel Moacir Costa Macêdo, Pesquisadores, PhD., da Embrapa Meio Ambiente e Embrapa Sede (SEA), respectivamente.

Assim, como um meio de orientação metodológica, se propõe, como relevante para estudos de impactos sociais, obter respostas às seguintes questões: - Quais os impactos sociais oriundos dos produtos da pesquisa gerados pela Embrapa? Em que instâncias da cadeia produtiva e em que circunstâncias da estrutura social eles se revelam?

Para auxiliar na resolução das citadas questões, argüi-se como uma possível solução a seguinte suposição: os produtos da pesquisa gerados pela Embrapa promovem mudanças sociais, a começar pelos vários elos da cadeia do processo de produção, da distribuição e do consumo de produtos agropecuários (o agronegócio) e, a seguir, nos aspectos da rede social ligados imediatamente aos elos da cadeia de produção, e assim por diante.

Propõe-se que o modo de identificar empiricamente os impactos sociais de produtos da pesquisa agropecuária, em seu amplo senso, a exemplo de cultivares, máquinas e equipamentos, manejo animal e vegetal e idéias materializadas em trabalhos científicos, seja a identificação do impacto que a tecnologia provoca no primeiro elo em que incide sobre a cadeia de produção, a resultante interferência no processo produtivo e os resultados que tal interferência desencadeia sobre os aspectos mais próximos da trama social. O comportamento humano, individual e coletivo, principalmente aquele relacionado ao processo de produção, ao emprego, à saúde, à renda e à satisfação, é o aspecto a ser privilegiado.

A abordagem metodológica proposta é uma combinação de estudo de caso, observações etnográficas, estruturação de organizações e de grupos, análise de redes de difusão e de papéis, principalmente ocupacionais. Começa por identificar os atores envolvidos no processo produtivo e o modo como a introdução da nova tecnologia modifica o desempenho de seus papéis. Segue por identificar os efeitos dessas modificações sobre os grupos adjacentes, principalmente os que se beneficiam dos impactos, os que são por eles prejudicados, e outros indivíduos, grupos e organizações que modificam os seus comportamentos e participação em virtude desses mesmos impactos. A

cadeia de impacto social, a partir da cadeia produtiva, deve examinar as mudanças sociais na esfera da produção, da distribuição (comercialização) e do consumo - assume-se que os impactos sociais não são neutros.

Com tais evidências se constrói uma “cadeia de impactos sociais” que será o primeiro produto da pesquisa e servirá para, por comparação com outras cadeias, identificar constâncias e idiosincrasias entre elas, fornecendo subsídios à definição de variáveis e indicadores para a desejada construção da metodologia de identificação e mensuração dos impactos sociais da pesquisa agropecuária. Uma primeira aproximação ao problema supõe que as cadeias de impacto social vão gerar conhecimentos que se prestam a ser medidos e sistematizados, e os resultados serão os insumos necessários para construí-las. Assim, o conjunto de casos deve explorar as constâncias dos impactos sociais no contexto de expressiva variância, entre os produtos da pesquisa selecionados, inclusive em diferentes regiões e em outras assimetrias sociais, políticas, econômicas e geográficas. Em regra, o estudo do impacto social conduz à identificação de diferenças e não de semelhanças. O estudo do conjunto de cadeias de impactos sociais, em um segundo momento, levará à identificação das semelhanças, a partir das quais será possível sintetizar os impactos pelas semelhanças e distinguir as causas das diferenças.

No estágio empírico da formulação da cadeia de impacto social, é crucial a identificação de produtos da pesquisa gerados pela Embrapa, de ampla heterogeneidade e que tenham efetivamente causado impactos sociais perceptíveis na cadeia produtiva. Outrossim, deve ser identificado cada elo da cadeia produtiva sobre a qual o impacto social incide, assim como os elos seguintes, sobre os quais os efeitos se propagam, talvez reduzindo-se, ampliando-se ou modificando-se o padrão de influência. É mister cuidar que os produtos da pesquisa selecionados possam refletir a diversidade dos centros de pesquisa geradores de conhecimento, a localização e o meio social onde estão inseridos e a variância dos modos de produção, distribuição e consumo.

Mensuração de benefícios sociais

Medidas do impacto social, no sentido amplo, levando em conta o comportamento humano, individual e coletivo, principalmente aquele relacionado ao processo de produção, ao emprego, a saúde, a renda e a satisfação, necessitam de levantamentos ainda não realizados. Portanto, neste trabalho se levará em consideração apenas os benefícios sociais brutos.

Para medir os benefícios sociais brutos, provenientes da adoção de uma determinada tecnologia, foram utilizados os fundamentos teóricos baseados na hipótese da mensuração através da curva de demanda, como é realizado na avaliação social de projetos.

Imagine que se necessita mensurar o benefício social direto, derivado de um acréscimo na quantidade ofertada de um produto qualquer, por exemplo, soja. Para exemplificar o raciocínio, suponha inicialmente que a soja é totalmente produzida e consumida internamente, ou seja, é um “bem doméstico”.

A Figura 5 mostra a curva da demanda agregada DD, que representa as quantidades máximas que serão consumidas aos diferentes preços de mercado, mantidas constantes todas as demais variáveis. Suponha que a quantidade consumida no mercado seja Q_0 ao preço P_0 . Sem dúvida, o consumidor está obtendo benefício ao despender P_0 com a última unidade de Q_0 , caso contrário não consumiria essa quantidade. Se o consumidor obtiver um benefício marginal superior ao custo P_0 , é de se esperar que aumente seu consumo até que o benefício marginal se iguale ao custo. O preço do bem mede, portanto, o benefício na margem com o consumo daquela unidade marginal. Aumentando o consumo do bem, o benefício adicional decresce e, conseqüentemente, só haverá interesse em aumentar o seu consumo após Q_0 , se o seu preço for agora menor que P_0 . Entendendo o raciocínio para unidades adicionais, é fácil concluir que o valor do benefício envolvido no aumento do consumo de Q_0 para Q_1 corresponde à área Q_0abQ_1 .

A curva de demanda pode ser obtida ou por estimação empírica (métodos econométricos), ou por métodos mais simples baseados em hipó-

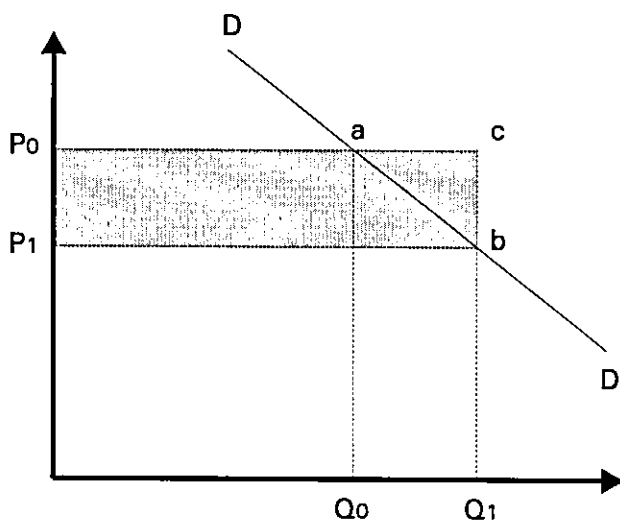


FIG. 5. Mensuração dos benefícios sociais.

Fonte: Contador, C.R. Avaliação Social de Projetos. São Paulo, Atlas, 1981. 301p.

teses ou "sentimentos" dos especialistas. Como o primeiro caso, apesar de mais correto, é mais complexo e requer séries históricas de dados, pode-se utilizar o segundo caso, que requer apenas uma simplificação acurada. Note-se que a área Q_0abQ_1 pode ser identificada como uma aproximação de um trapézio deitado. O erro cometido, no caso de equações não lineares, é mínimo em relação à área total. Basta, então, empregar a fórmula de cálculo da área de um trapézio para conhecer o benefício. Por conveniência, decompõem-se o trapézio Q_0abQ_1 em duas figuras: o retângulo Q_0acQ_1 menos o triângulo acb . A área do retângulo é o produto da base pela altura, ou seja, $\Delta Q = (Q_1 - Q_0)$ vezes o preço P_0 . A área do triângulo é o produto do acréscimo da quantidade ΔQ pela variação do preço $\Delta P = (P_0 - P_1)$, dividido por dois. Desta forma, pode-se escrever que o benefício adicional (ΔW_b), obtido com a variação ΔQ no consumo corresponde a:

$$\Delta W_b = \Delta Q P_0 - \frac{\Delta Q \cdot \Delta P}{2} \quad (3)$$

onde: $\Delta P < 0$, para $\Delta Q > 0$

Pode-se dar uma forma mais operacional à expressão (3). Para isto aplica-se o conceito de elasticidade-preço da demanda. Como se sabe, a elasticidade-preço da demanda mede a variação relativa na quantidade demandada em resposta à variação relativa no preço, mantidas constantes as demais variáveis. Como a elasticidade-preço da demanda é sempre negativa, pois preços e quantidades se movem em direções opostas, considere-se seu valor absoluto. A elasticidade é representada por:

$$|\eta| = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{P_0}{Q_0} \quad (4)$$

onde η é a elasticidade-preço da demanda. Da expressão (4) pode-se escrever:

$$\Delta P = \frac{\Delta Q}{Q_0} \frac{P_0}{|\eta|} \quad (5)$$

substituindo (5) em (3) tem-se:

$$\Delta W_b = V_0 \frac{\Delta Q}{Q_0} \left[1 - \frac{1}{2} \frac{1}{|\eta|} \frac{\Delta Q}{Q_0} \right] \quad (6)$$

que corresponde ao valor do benefício social direto resultante de um aumento no consumo. A mesma expressão é válida, quer se trate de emprego de fatores ou consumo de produtos. O valor V_0 significa valor de mercado da produção sem o incremento da curva de oferta, no presente caso igual a US\$ 2,115 milhões.

A expressão (6) possui a vantagem de ser pouco sensível ao valor da elasticidade-preço da demanda, variável que pode ser questionada quando se mede o benefício social.

No caso específico do cálculo do benefício social da pesquisa da Embrapa Soja, referente à nova cultivar BRS 133, considera-se que o emprego dessa tecnologia contribuiu para um aumento na oferta do produto de 8,5% em relação a produção anterior. A elasticidade-preço da deman-

da considerada foi a calculada por Sullivan 1989, para soja grão, igual a -0,42. O cálculo foi realizado para todo o período considerado, ou seja, de 1999 a 2005, a um preço de mercado da soja de US\$220,00/t. O resultado, aplicando a expressão (6), foi:

$$\Delta W_b = 2115 \times 0,085 \left[1 - \frac{0,085}{2 \times 0,42} \right] = \text{US\$ } 161,58$$

o que significa que o benefício adicional foi de US\$161,58 milhões.

No entanto, supõe-se que existam sérias dúvidas sobre a magnitude da elasticidade-preço da demanda, tanto para valores menores como para valores maiores. Valores de elasticidade-preço da demanda de alimentos, estimados por vários autores possuem amplitude desde -0,08 para café até -4,60 para tomates frescos (Tabela 18).

TABELA 18. Estimativas de elasticidade-preço da demanda de produtos agrícolas selecionados realizadas por vários autores

Produto	Elasticidade-preço a curto prazo	Elasticidade-preço a longo prazo	Autor da estimativa
Açúcar	-0,13	-0,32	Brandt & Nogueira
Algodão	-0,51	-	Schultz
Banana	-0,49	-	Brandt & Nogueira
Batata	-0,69	-	Schultz
Café	-0,08	-0,22	Brandt & Nogueira
Carne bovina	-0,94	-1,52	Brandt & Nogueira
Carne suína	-2,21	-2,33	Brandt & Nogueira
Carne de frango	-0,96	-	Brandt & Nogueira
Feijão	-0,16	-	Brandt & Nogueira
Manteiga	-0,70	-	Wold
Leite	-0,14	-	Brandt & Nogueira
Leite	-0,31	-	Wold
Soja	-0,42	-	Sullivan
Tomate	-1,60	-	Brandt & Nogueira
Trigo	-0,70	-	Brandt & Nogueira

Fonte: vários autores

A partir desses valores pode-se calcular a sensibilidade do resultado aos valores da elasticidade-preço da demanda, conforme a Tabela 19.

TABELA 19. Sensibilidade do valor da elasticidade no cálculo dos benefícios

Elasticidade em valor absoluto	Valor do benefício marginal em US\$ milhões (ΔW_b)	Benefício como proporção do valor corrente de mercado ($\Delta W_b/V_0$)
0,10	103,37	4,88%
0,20	141,57	6,69%
0,50	164,49	7,77%
0,80	170,22	8,04%
1,00	172,13	8,13%
1,50	174,68	8,25%
2,00	175,95	8,31%
2,50	176,72	8,35%
3,00	177,23	8,38%
3,50	177,59	8,39%
4,00	177,86	8,40%
5,00	178,25	8,42%
∞	179,78	8,50%

Fonte: Embrapa Soja - cálculo da pesquisa

Os dados da Tabela 19 permitem concluir que o valor do benefício, sob várias hipóteses de valores da elasticidade-preço da demanda, variam em um intervalo estreito de 4,88% a 8,50% em proporção ao valor corrente de mercado, a partir de uma elasticidade igual a -0,10, cujo valor a torna bem inelástica até $-\infty$, ou seja, elasticidade infinitamente elástica. O valor do benefício, partindo de uma elasticidade igual a -0,20 até $-\infty$, varia apenas de US\$141,00 milhões a US\$179,00 milhões. Ou seja, o valor dos benefícios envolvidos numa determinada mudança no consumo de um produto é relativamente insensível à magnitude da elasticidade-preço da demanda, o parâmetro mais suscetível a discussões.

Não há dúvida que o benefício social agregado, medido através do deslocamento da quantidade oferecida, possui característica de ser

medido com o objetivo de análise de projetos “ex-ante”. Além disso, esse valor econômico não traduz a rede envolvida no mercado do produto e o valor final, considerando os multiplicadores à montante e à jusante do processo. Por exemplo, esse valor agregado acaba distribuído e multiplicado na produção de insumos, aumento da rede de transportes, aumento de empregos em geral (embora haja diminuição de emprego no setor essencialmente agrícola), maior oferta de alimentos e impacto na cadeia produtiva de aves e suínos. No entanto, o cálculo dessas implicações exigem um levantamento e uma quantidade de dados ainda não existentes no caso específico da tecnologia em estudo.

Impacto Ambiental - Considerações¹

Aspectos metodológicos

Propõe-se um arcabouço conceitual-metodológico geral que contemple tanto os métodos *ex-ante* quanto os *ex-post* de AIA (Avaliação de Impacto Ambiental) da pesquisa agropecuária.

Para tanto, adota-se as principais definições, conceitos e abordagens já consagrados na literatura e na legislação ambiental brasileira, entre eles, em especial o conceito de impacto ambiental, a abordagem holística e integrada, de ciclo de vida do produto - que amplia a visão de cadeias produtivas -, e o princípio da precaução - dada a irreversibilidade de determinados impactos ambientais.

Com base nas experiências internacionais, apresenta-se assim um arcabouço geral que combina métodos de avaliação ambiental com características de consultas *ad hoc* e de listas de atributos ambientais, que podem ser mensurados com instrumentos tanto simples quanto complexos, evidentemente, relacionados à objetivos diferentes.

Em que pese a importância da AIA *ex-post* para fins específicos, conforme demandas, vale lembrar que a tradição da prática de avaliação ambiental em todo o mundo privilegia - em decorrência dos fundamentos e princípios que ela se baseia, de busca de melhor alternativa para a implementação de quaisquer projetos de desenvolvimento, pautadas em princípios tais como o da precaução, da antecipação e da prevenção - a abordagem *ex-ante*, que geralmente resulta em correções e/ou condicionalidades à implantação ou no funcionamento do projeto ou empreendimento em pauta.

¹ Texto baseado em trabalho de Rodrigues, G.S; Campanhola, C.; & Kitamura, P.C.Embrapa Meio Ambiente.

O arcabouço teórico-metodológico proposto, parte do modelo apresentado por Rodrigues & Rodrigues (1999) para a AIA *ex-ante* de projetos de pesquisa no âmbito do Procensul II. A partir de discussões no grupo de trabalho, foram definidos ajustes e alterações que levaram à inclusão, entre outros, de novo módulo denominado de parâmetros de eficiência ambiental; vários níveis hierárquicos de avaliação, instrumentos diferenciados de mensuração em se tratando de avaliação *ex-ante* ou *ex-post*, previsão de maior interatividade (sistema-usuário) no processo de análise e ajuda “conceitual”, além de um novo modelo de integração dos diferentes parâmetros avaliados.

O conceito clássico de avaliação de impacto ambiental se refere à externalidades, que geralmente são mencionadas e medidas em situações “*ex-ante*”, para viabilização de implantação de projetos. As externalidades podem ser positivas quando o comportamento de um indivíduo ou empresa beneficia involuntariamente os outros, e negativas, em caso contrário. Empregando uma linguagem mais rigorosa, uma externalidade existe quando as relações de produção ou utilidade de uma empresa ou indivíduo incluem algumas variáveis cujos valores são escolhidos por outros sem levar em conta o bem-estar do afetado, e além disto, os causadores dos efeitos não pagam nem recebem nada pela sua atividade (Baumol, 1975).

Mensuração - aspectos teóricos e operacionais

A situação ideal, sob o ponto de vista alocativo, seria internalizar completamente as externalidades, ou seja, transformar um subproduto incidental - como a poluição - num produto com preço de mercado. Infelizmente, é muito limitado o número de externalidades passíveis de internalização através do mecanismo de mercado.

A subjetividade e a pouca representatividade dos preços de mercado exigem que o cálculo das variações compensatórias seja baseado em critérios mais palpáveis e relevantes para a sociedade. Com isso, a tarefa do analista se resume em quantificar os efeitos externos, sob a

forma de perda de produção com a poluição ambiental, o valor do tempo, o valor da saúde humana e outros.

O rápido crescimento econômico baseado na industrialização traz freqüentemente conseqüências ambientais não desejadas. A construção de rodovias e aeroportos, represas, redes de esgotos e a implantação de muitos tipos de indústrias consideradas básicas pelos países em desenvolvimento, como a petroquímica, a siderurgia, o cimento, a celulose e outras, provocam perdas à ecologia, à saúde humana e ao bem-estar da coletividade.

O controle da poluição ambiental envolve dois tipos de custos: o custo dos equipamentos anti-poluentes e o custo de regulamentação e imposição da lei. O primeiro tipo decorre dos controles das emissões junto à sua própria fonte, geralmente nas fábricas e indústrias. São internalizados pelo setor privado, geralmente pelo próprio poluidor, e compreendem as despesas com filtros, equipamentos, técnicos especializados, perda de potência e energia, etc. Os custos da regulamentação, por sua vez, são absorvidos pelo setor público e compreendem todos os recursos despendidos em desenvolver e policiar a obediência aos limites máximos de poluição.

As perdas com a contaminação ambiental operam em oito classes:

1. atividades produtivas;
2. saúde;
3. propriedades e bens materiais;
4. vegetação;
5. solo;
6. vida animal;
7. valores estéticos; e
8. litígios jurídicos.

Todas essas perdas envolvem custos sociais e não devem ser ignoradas nas avaliações de mudanças tecnológicas. Dentre as atividades produtivas que mais sofrem com a externalidade ambiental está a agri-

cultura. A poluição dos rios e dos mares e o desflorestamento indiscriminado têm efeitos bem conhecidos, como a erosão, a proliferação de insetos e pragas, o desaparecimento da vida animal e, eventualmente, cobram um "imposto" sob a forma de menor produção ou custos mais elevados. De um modo geral, as perdas resultantes da poluição na agricultura são crescentes e perduram por muitos anos, mesmo após o fim da fonte causadora.

Mas, para que os efeitos ecológicos sejam incluídos na avaliação do impacto ambiental, é preciso que o ambiente seja considerado como um fator econômico, sujeito a escassez e com custo alternativo não nulo. Caso contrário, não tem sentido enquadrar os efeitos ambientais na análise econômica. Faltam, entretanto, os instrumentos metodológicos para aplicação, problema agravado pela carência das informações apropriadas e pela compreensão imperfeita dos níveis toleráveis de poluição e o seu controle.

As externalidades não atuam sempre da mesma forma, o que torna mais complexa a busca da metodologia. Os dois casos mais comuns são: (1) de uma externalidade que eleva os custos marginais e desestimula a produção, e (2) uma externalidade que não afeta os custos totais, mas causa perda de produção.

O caso de uma externalidade que eleva custos e desestimula a produção é visto na Figura 6. Na situação anterior à existência da externalidade, a produção era Q_0 ao preço P_0 . Para simplificar, imagine que a curva SS retrata, ao mesmo tempo, o custo marginal privado e social. Agora a implantação de uma nova tecnologia faz com que, para atingir a mesma quantidade Q_0 anterior, o custo de produção agrícola aumente de tal forma que o preço teria que ser P_1 . Como se sabe, o mercado agrícola é o que mais se aproxima da concorrência perfeita. Dessa forma, imagina-se que o preço permaneça em P_0 . Com o aumento nos custos, a produção é desestimulada e cai para Q_1 . Como essa produção Q_1 é feita a um custo mais elevado, existe uma perda social correspondente à área AEC, assinalada por traços horizontais.

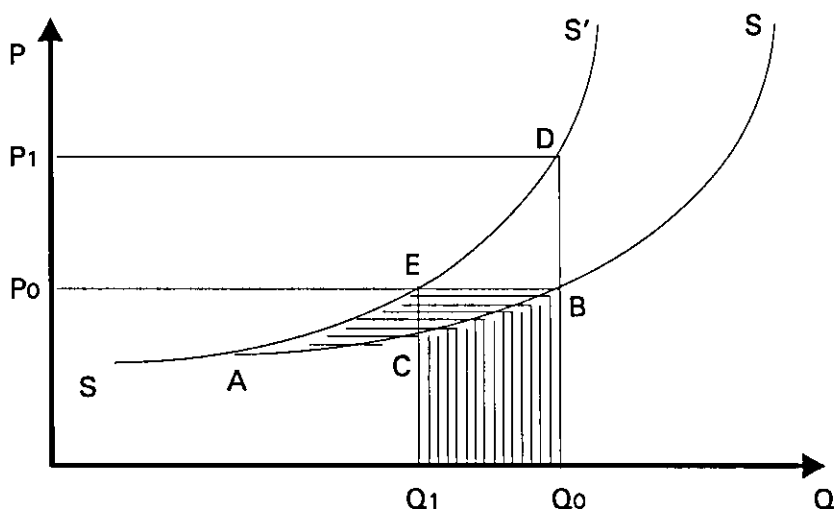


FIG. 6. O efeito da externalidade na produção.

Fonte: Contador, C.R. Avaliação Social de Projetos. São Paulo, Atlas, 1981. 301p.

Por sua vez, o desestímulo à produção reduz o emprego de fatores com custos alternativos Q_1CBQ_0 , área assinalada por traços verticais, que representa um ganho. Finalmente, a redução do consumo é valorizada em Q_1EBQ_0 . A soma algébrica das três áreas ($-AEC + Q_1CBQ_0 - Q_1EBQ_0$) fornece uma perda líquida correspondente a AEB . Essa perda líquida corresponde a um fluxo que deve ser incorporado na seqüência de custos da avaliação do impacto ambiental.

A mensuração da área AEB pode ser obtida por cálculo integral. No entanto, algumas simplificações podem ser feitas para o cálculo da área de maneira mais simples, considerando a diferença entre as áreas ADB e EDB . É fácil notar que a área ADB corresponde à variação do custo total ao nível de produção Q_0 . Identificando o custo médio (social) antes da externalidade por CMe , e por $CM'e$, após a externalidade, tem-se que a área ADB pode ser mensurada por:

$$ADB = (CM'e) \cdot Q_0 \quad (7)$$

A outra área EDB pode ser aproximada pela metade de CEDB, ou seja:

$$EDB \cong \frac{1}{2} (CM'_0 - CM_0) \cdot (Q_0 - Q_1) \quad (8)$$

A perda social causada pela externalidade, após algumas manipulações algébricas, pode ser calculada por:

$$\Delta W = \frac{1}{2} (CM'_0 - CM_0) \cdot (Q_0 + Q_1) \quad (9)$$

Considerando $(CM'_0 - CM_0) = \Delta c$ (variação no custo médio) e considerando

$$\frac{Q_0 + Q_1}{2} = Q \quad (10)$$

a expressão (9) torna-se: $\Delta W = Q\Delta c$ (11)

onde Δc representa a variação do custo médio c e Q a produção afetada pela externalidade.

No caso de externalidades que não afetam os custos totais, mas apenas reduzem a produção física, o cálculo é mais simples. Se o custo total permanece constante, então a área positiva AEC é igual, em valor, à área negativa CBO_0 , ou seja, uma anula a outra. Resta, então, o valor do consumo sacrificado, mensurado pelo produto do preço de mercado P_0 pela queda na produção:

$$\Delta W = P_0 \cdot (Q_0 - Q_1) \Rightarrow P \cdot Q \frac{\Delta Q}{Q} = V \frac{\Delta Q}{Q} \quad (12)$$

onde V é o valor da produção (a preços de mercado), sob influência de externalidades e $\Delta Q/Q$, a perda relativa na produção física.

Os dois modelos anteriores compreendem a maioria dos casos de externalidades na produção agrícola e em outras atividades que devem ser consideradas na avaliação de impactos ambientais decorren-

tes de introdução de novas tecnologias ou mesmo para avaliação de projetos.

Normalmente, quando se refere à externalidades, espera-se que o resultado seja negativo para o ambiente e que a produção diminua e o custo médio aumente. No entanto, nem sempre isso ocorre. No caso específico da nova cultivar em estudo, devido a sua maior produtividade, há diminuição no custo médio e conseqüente aumento na produção total.

O objetivo da discussão da mensuração das externalidades foi mostrar que é possível chegar a um valor econômico decorrente da utilização de uma nova tecnologia quando a mesma causa variações no custo médio e/ou na diminuição na produção.

Sob o ponto de vista prático, a avaliação de impacto ambiental da adoção da cultivar BRS 133 foi realizada de maneira descritiva, não tendo sido possível realizar cálculos econômicos. A proposta utilizada foi a discussão dos parâmetros propostos pela Embrapa Meio-Ambiente para a avaliação de impactos ambientais que compreende cinco módulos:

1. Parâmetros de Alcance:

- abrangência (geográfica)
- influência (% da área total adotante)
- relevância (ganhos de rendimento)

2. Parâmetros de Eficiência Ecológica:

- conservação de insumos tecnológicos (industriais)
- conservação de recursos naturais

3. Parâmetros de Eficácia Ambiental:

- atendimento à legislação
- atendimento às melhores práticas ambientais disponíveis
- diminuição dos riscos à saúde (especialmente humana)
- atendimento às políticas estratégicas

4. Parâmetros de Resiliência Ambiental:

- contribuição para a recuperação da qualidade ambiental

5. Parâmetros de Conservação Ambiental¹:

- impactos na água superficial
 - ♦ turbidez
 - ♦ presença de agrotóxicos
 - ♦ presença de sais minerais
 - ♦ presença de substâncias orgânicas
- impactos na água subterrânea
 - ♦ presença de nitrato
 - ♦ presença de agrotóxicos
 - ♦ presença de sais minerais
- impactos no ar
 - ♦ emissão de gases
 - ♦ emissão de partículas
- impactos no solo
 - ♦ erosão
 - ♦ salinidade
 - ♦ presença de metais pesados
 - ♦ presença de agrotóxicos
 - ♦ teor de matéria orgânica
- impactos sobre a biota
 - ♦ sobre os seres humanos
 - ♦ sobre a flora
 - ♦ sobre a fauna
 - ♦ sobre os microorganismos

Seguindo a estrutura já consagrada de avaliação ambiental, a proposta contempla etapas de conceituação básica, caracterização do objeto de análise, a identificação dos impactos, medição quantitativa e/ou quali-

Assim como em outros módulos, os indicadores apresentados são gerais e colocados a título de exemplo. O conjunto final, que atenderá as especificidades regionais e temáticas dependerá do próprio desenvolvimento da metodologia proposta.

tativa, monetária e não-monetária e, finalmente, definição de instrumentos de mensuração.

A partir das declarações das equipes proponentes ou executoras de pesquisas, os seis módulos de avaliação, relativos ao alcance, à eficiência, à conservação dos compartimentos ambientais e sobre a biota e à resiliência ambiental relacionados ao uso ou ao potencial uso da tecnologia resultante da pesquisa, bem como de análise integrada desses, podem ser operacionalizados.

Nesse contexto, em relação aos módulos, o alcance mede o tamanho (grandeza) da área/produção afetada e a mudança que o uso da tecnologia - ou produto, ou serviço - em pauta causa ou pode causar; a eficiência mede o quanto a tecnologia é eficaz ao que se propõe a fazer, como economizar recursos naturais e industriais no processo produtivo, o quanto a tecnologia faz a coisa certa em termos ambientais, de acordo com as melhores práticas e conhecimentos disponíveis e os valores culturais (espelhados na legislação e nas políticas públicas); a resiliência ambiental mede a contribuição da tecnologia em termos de recuperação das funções dos ecossistemas e, finalmente, a conservação ambiental mede de forma qualitativa ou quantitativa os impactos positivos ou negativos que o uso da tecnologia causa nos diferentes compartimentos e na biota.

Propõe-se, numa primeira etapa, implementar em caráter experimental e voluntário um método *ex-ante* de AIA de projetos de pesquisa – ou seja, antes do início do seu desenvolvimento –, com características de simplicidade, ser expedito (rápido) e de baixo custo, todavia de boa sensibilidade, a ser combinado com métodos já consagrados na avaliação e no ordenamento da carteira de projetos a ser apoiada pela Embrapa a cada ano, no âmbito das diferentes instâncias de análise – equipe de pesquisa, Comitês Técnicos Internos (CTIs) e Comissões Técnicas de Programas (CTPs).

Pretende-se com isso, iniciar um processo gradual de aprendizado tanto conceitual quanto metodológico para o tratamento das questões ambientais no âmbito do Sistema Embrapa como um todo, permitindo

assim o engajamento de todas as unidades descentralizadas nas avaliações de caráter ambiental, com possibilidades de transformar-se no futuro em rotina do fluxo no Sistema Embrapa de Planejamento.

Propõe-se também, para uma etapa posterior, implementar métodos *ex-post* de AIA da pesquisa (de seus resultados, no processo de adoção), que embora obedecendo o mesmo arcabouço teórico-metodológico, utilizará instrumentos de mensuração mais complexos (de métodos típicos de AIA e de valoração ambiental), e portanto, de maior custo e demandando maior tempo tendo em vista a busca de dados e amostras de campo para análises laboratoriais, porém com medida de maior acuidade (resolução) dos indicadores utilizados.

Nesse caso, a unidade de análise passa a ser um conjunto de projetos ou os seus resultados em termos agregados, podendo ser aplicado, de forma voluntária, a diferentes abordagens, de unidade de pesquisa, de programa, de uma região ecológica etc. Diferentemente do método *ex-ante*, em que o objeto de avaliação é o projeto de pesquisa de forma individualizado, na AIA *ex-post*, o objeto de avaliação é o resultado da pesquisa (geralmente conjunto de projetos) de forma agregada.

É importante lembrar que o diferencial entre as análises *ex-ante* e *ex-post*, além das características já mencionadas, será dado também pela acuidade (grau de resolução) das medidas, em especial dos parâmetros de conservação: enquanto no primeiro caso as medidas serão tendenciais (impacto positivo, negativo, neutro, quando aplicáveis ao objeto mensurado) para cada um dos indicadores, no segundo caso, as medidas serão precisas em termos de grau de impacto ambiental causado.

Da mesma forma que a avaliação do impacto social, a medida do impacto ambiental de uma tecnologia que substitui outra com vantagem apenas em produtividade e que se pode traduzir imediatamente em maior valor econômico, é tarefa extremamente complexa.

Com a utilização dos parâmetros propostos na metodologia, pode-se verificar que as mudanças ambientais não são grandes, senão veja-se:

1. Parâmetros de Alcance:

- abrangência - foi definida como o sul do Mato Grosso do Sul, do Paraná, de São Paulo, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul;
- influência - definiu-se que a área máxima de adoção chegará a 2.432.500ha;
- relevância - o ganho de rendimento definido foi de 8,5% em relação à cultivar mais produtiva e substituída pela cultivar em estudo;

2. Parâmetros de Eficiência Ecológica:

- conservação de insumos tecnológicos - devido a maior resistência a doenças a nova cultivar pode eliminar algumas pulverizações com fungicidas que são normalmente realizadas em outras cultivares;
- conservação de recursos naturais - devido a sua maior produtividade certamente contribuirá para manter a área ou até diminuí-la sem diminuir a produção total, fato que contribui para a preservação de recursos naturais.

3. Parâmetros de Eficácia Ambiental:

- atendimento à legislação - a nova cultivar é protegida pela lei de cultivares, aumentando a renda da pesquisa e auxiliando no fornecimento de mais tecnologia para o produtor;
- atendimento às melhores práticas ambientais disponíveis - a nova cultivar é mais produtiva em qualquer sistema, podendo ser semeada no sistema de semeadura direta, exige menos agroquímicos e poupa combustível fóssil;
- diminuição dos riscos à saúde - menor utilização de agroquímicos;
- atendimento às políticas estratégicas - atende às políticas de produção do governo;

4. Parâmetros de Resiliência Ambiental:

- contribuição para a recuperação da qualidade ambiental - menor uso de agroquímicos;

5. Parâmetros de Conservação Ambiental¹:

- impactos na água superficial
 - ♦ turbidez, presença de agrotóxicos, presença de sais minerais, presença de substâncias orgânicas - contribui apenas com menor utilização de agroquímicos;
- impactos na água subterrânea
 - ♦ presença de nitrato; presença de agrotóxicos; presença de sais minerais - menor uso de agroquímicos;
- impactos no ar
 - ♦ emissão de gases; emissão de partículas - não se aplica;
- impactos no solo
 - ♦ erosão; salinidade; presença de metais pesados; presença de agrotóxicos; teor de matéria orgânica - controle de erosão devido o sistema de semeadura direta e menor uso de agroquímicos;
- impactos sobre a biota
 - ♦ sobre os seres humanos, sobre a flora, sobre a fauna, sobre os microorganismos - redução no uso de agroquímicos.

Como pode ser visto, a adoção de uma tecnologia que se resume em nova cultivar de soja mais produtiva possui algumas características que a diferenciam das demais, porém a mensuração dos efeitos que essas diferenças podem causar ao meio ambiente são extremamente complexas.

Conclusões

Sob o ponto de vista econômico não existe dificuldade em se estimar os benefícios de novas tecnologias, desde que se obtenha dados confiáveis sobre a sua efetiva adoção e de seus benefícios líquidos.

A metodologia utilizada foi o cálculo dos custos da tecnologia e o seu índice de adoção. O custo utilizado foi calculado pelo IFPRI/EMBRAPA

¹ Assim como em outros módulos, os indicadores apresentados são gerais e colocados a título de exemplo. O conjunto final, que atenderá as especificidades regionais e temáticas dependerá do próprio desenvolvimento da metodologia proposta.

e o índice de adoção utilizado proveniente de levantamento realizado pela Embrapa Soja.

Foi utilizada a taxa interna de retorno para estimar o retorno das inversões em pesquisa. A taxa interna de retorno (TIR) é aquela taxa r que, quando aplicada a um dado fluxo de benefícios ($B_t - C_t$), se tornará igual a zero. A taxa interna de retorno deverá ser superior ou igual ao custo de oportunidade de outros gastos na economia para que a inversão em pesquisa seja considerada rentável. A fórmula de cálculo da TIR é a seguinte:

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

Foram realizados dois cálculos da TIR, sendo um deles com os custos normais e o outro com os custos majorados em 100%. Mesmo considerando valores do custo da pesquisa 100% acima dos efetivamente calculados, a partir do primeiro ano de uso da tecnologia já houve um retorno de 22,08% em relação ao investimento total. Isso significa que a cada unidade monetária investida na pesquisa, há retorno de 1,22 unidades, ou seja, um retorno de 22% no investimento. Dessa forma não existe dúvida a respeito do retorno dos recursos públicos investidos na pesquisa agropecuária, principalmente no que se refere ao melhoramento genético.

Em relação aos aspectos sociais, as medidas são bem mais complexas. Geralmente procura-se explorar o impacto de novas tecnologias no emprego, classificando-as como capital intensiva ou mão-de-obra intensiva. É também possível medir, em unidades monetárias, os impactos sociais de novas tecnologias com base nas externalidades causadas pelo seu uso. No entanto, qualquer que seja a metodologia utilizada para estimativas de benefícios ou malefícios sociais decorrentes do emprego de novas tecnologias, são sempre muito discutíveis. Neste trabalho foi calculado o retorno social baseado no aumento da oferta do produto aplicando-se a seguinte fórmula:

$$\Delta W_b = v_0 \frac{\Delta Q}{Q_0} \left[1 - \frac{1}{2 |\eta|} \frac{\Delta Q}{Q_0} \right]$$

No caso específico do cálculo do benefício social da pesquisa da Embrapa Soja, referente à nova cultivar BRS 133, considera-se que o emprego dessa tecnologia contribuiu para um aumento na oferta do produto de 8,5% em relação a produção anterior. A elasticidade-preço da demanda considerada foi a calculada por Sullivan 1989, para soja grão, igual a -0,42. O cálculo foi realizado para todo o período considerado, ou seja, de 1999 a 2005, a um preço de mercado da soja de US\$220,00/t. O resultado, aplicando a expressão (6), foi:

$$\Delta W_b = 2115 \times 0,085 \left[1 - \frac{0,085}{2 \times 0,42} \right] = \text{US\$ } 161,58$$

Significa que o benefício social da adoção dessa tecnologia, no período considerado, foi de US\$ 161,58 milhões.

Sob o ponto de vista ambiental, o problema é mais complexo ainda. A emergência da questão ambiental na agenda social é conseqüência da extensão na qual a humanidade hoje se apropria dos recursos e altera a capacidade regenerativa da natureza, causando mudanças em escala global, nos principais sistemas naturais de suporte à vida. Como conseqüência, as funções de provedor de recursos para a produção e de assimilador e depurador de resíduos exercidas pelo ambiente são comprometidas, em um ciclo vicioso de crescente pressão e insuficiência.

Um dos melhores métodos para a medida do impacto ambiental de tecnologias agropecuárias é o "sistema de avaliação do impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária" (AMBITEC-AGRO), da Embrapa Meio Ambiente, que consiste de um método prático e integrado, suficiente para aplicação a campo na avaliação de situações particulares de uso de tecnologias. Essas avaliações são passíveis de posterior integração em análise estatística para composição de avaliações gerais e comparações do desempenho ambiental de tecnologias

em várias situações de uso, podendo servir como um instrumento de tomada de decisão sobre a viabilidade de recomendação de inovações tecnológicas agropecuárias. O método, de aplicação relativamente simples por avaliadores devidamente treinados, permite ativa participação dos produtores adotantes da tecnologia e serve para a comunicação e o armazenamento das informações sobre impactos ambientais. A plataforma computacional é amplamente disponível, passível de distribuição e uso a baixo custo e permite a emissão direta de relatórios em forma impressa de fácil manuseio.

Embora as medidas do impacto sejam de difícil mensuração monetária, pode-se fornecer "ponderações" para cada tecnologia a respeito do impacto que causará ao meio ambiente, seja ele negativo ou positivo. No entanto, nesse trabalho, foram apenas citados os impactos ambientais mais prováveis, decorrentes da utilização da nova tecnologia em estudo.

Referências bibliográficas

ALSTON, J.M.; CHAN-KANG, C.; MAGALHÃES, E.C.; PARDEY, P.G.; VOSTIE, S. **The value of Embrapa varietal improvement research.** Brasília: Embrapa, 201. 73p. Relatório técnico.

AMBROSI, I.; CRUZ, E.R.da. **Taxas de retorno dos recursos aplicados em pesquisa no Centro Nacional Pesquisa de Trigo.** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1985, 27p.

AVILA A.F.D. **Evaluation de a recherche agronomique au Bresil: le cas de la recherche rizicole de l'IRGA au Rio Grande do Sul.** 1981. 217p. Thesis (Doctorat) - Faculté de Droit et des Science Economique, Universite de Montpellier, Montpellier.

AVILA, A.F.D.; BORGES ANDRADE, J.E.; IRIAS, L.J.M.; QUIRINO, T.R. **Formação do capital humano e retorno dos investimentos em treinamento na EMBRAPA.** Brasília: EMBRAPA-DID, 1983, 70p. (EMBRAPA DDM. Documentos, 4. EMBRAPA-DRH. Documentos,17).

AVILA, A.F.D.; EVENSON. R.E. Total factor productivity growth in brazilian agriculture and the role of agricultural research. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 1995, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: SOBER, 1995. v.1, p.631-657.

AVILA, A.F.D.; IRIAS, L.J.M.; VELOSO, R.F. **Avaliação dos impactos socioeconômicos do projeto PROCENSUL I EMBRAPA/BID** Brasília: EMBRAPA-DEP, 1984, 58p. (EMBRAPA-DEP. Documentos,17).

AYRES, C.H.S. **The contribution of agricultural research to soybean productivity in Brazil.** 1985. 161f. Thesis (Doctor) - University of Minnesota, St.Paul.

BARBOSA, M.M.T.L.; AVILA, A.F.D.; CRUZ, E.R. da. Benefícios sociais e econômicos da pesquisa da EMBRAPA: uma reavaliação. In: YEGANIANTZ, L. (Org.). **Pesquisa agropecuária: questionamentos, consolidação e perspectivas.** Brasília, EMBRAPA-DEP, 1988, p.339-52. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 35).

BAUMOL, W.J.; OATES, W.E. **The theory of environmental policy.** 2.ed. New York: Cambridge University Press, 1993. 299p.

CONTADOR, C.R. **Avaliação social de projetos.** São Paulo: Atlas, 1981. 301p.

COOMBS, R.; SAVIOTTI, P.; WALSH, V. Technology and the firm: the convergence of economic and sociological approaches? In: **TECHNOLOGICAL change and company strategies.** London: Academic Press, 1992. p.1-25

CRUZ, E.R. da; PALMA, V.; AVILA, A.F.D. **Taxas de retorno dos investimentos da EMBRAPA: investimentos totais e capital físico.** Brasília: EMBRAPA-DDM, 1982. 48p. (EMBRAPA-DDM. Documentos, 19).

CRUZ, E.R. da.; AVILA, A.F.D. **Retorno dos investimentos da EMBRAPA em pesquisa na área de abrangência do projeto BIRD.** Brasília: EMBRAPA-DEP, 1985. 19p.

DOSSA, D.; CONTINI, E. Avaliação sócio-econômica de algumas tecnologias geradas pelo CNPSoja, de 1987 a 1993. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 32., Brasília, 1994. Anais... Brasília: SOBER, 1994. v.3, p.186-202

EMBRAPA. Departamento de Diretrizes e Métodos de Planejamento. **Programa de avaliação socioeconômica da pesquisa agropecuária do projeto II EMBRAPA/BIRD: modelo de análise.** Brasília: EMBRAPA-DDM, 1982. 144p. (EMBRAPA DDM. Documentos, 2).

EMBRAPA. Departamento de Estudos e Pesquisas. **Avaliação socioeconômica do Projeto PROCENSUL II: documento orientador.** Brasília: EMBRAPA, 1987, 46p. (EMBRAPA DEP. Documentos,27).

EMBRAPA. **III plano diretor da Embrapa: realinhamento estratégico 1999 - 2003.** Brasília: Embrapa - SPI, 1999. 40p.

EVENSON, R.E. Observations of brazilian agricultural research and productivity. **Revista de Economia Rural**, v.20, n.3, p.367-401, 1982.

EVENSON, R.; CRUZ, E.R. da. Los impactos del programa procisur. **Revista de Economía e Sociología Rural**, Brasilia, v.28, n.4, p.109-122 out./dez., 1990.

HAYAMI, Y.; AKINO, M. Organization and productivity of agricultural research system in Japan. In: ARNDT, T.M.; DALRYMPLE, D.G.; RUTTAN, V.M. (Ed.). **Resource allocation and productivity in national and international agricultural research.** Minneapolis: University of Minnesota, 1977. p.29-59.

KAHN, A.S.; SOUZA, J. da S. Taxa de retorno social de investimentos em pesquisa na cultura da mandioca no Nordeste. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.29, n.4, p.411-26, 1991

KISLEV, Y.; HOFFMANN, M. Research and productivity in wheat in Israel. **Development Studies**, v.14, p.166-81, 1978.

KITAMURA, P.C.; SOUZA, A.; CONTO, A.; RODRIGUES, F.M.; OLIVEIRA, J.; REZENDE, J.C.; VILELA, N.; TINOCO, P.; ALVES, P.M.; BRAGA, R.; CARVALHO, R.A. **Avaliação regional dos impactos sociais e econômicos da pesquisa da EMBRAPA: Região amazônica.** Brasília: EMBRAPA DPU, 1989. 57p. (EMBRAPA-SEP. Documentos, 38).

LANZER, E.A.; AMBROSI, I.; DOSSA, D.; FREIRE, L.M.; GIROTTO, A.; HOEFELICH, V.; REIS, P.; OSÓRIO, V.F.; PORTO, V.H.F.; SOUZA, S.X.; TRINDADE, A.M. **Avaliação regional dos impactos sociais e econômicos da pesquisa da EMBRAPA: Região Sul.** Brasília: EMBRAPA DPU, 1989, 40p. (EMBRAPA-SEP, Documentos, 45).

MENDES, J.T.G. **Economia agrícola: princípios básicos e aplicações.** 2.ed. Curitiba: ZNT, 1998. 458p.

MILLER, R.L. **Microeconomia: teoria, questões e aplicações.** São Paulo: McGraw-Hill, 1981. 507p.

NOGUEIRA, A.C.; BRANDT, S.A. **Elasticidade de oferta e procura de produtos agrícolas no Brasil.** Rio de Janeiro: FGV-EIAP, 1976. 22p.

RODRIGUES, G.S.; RODRIGUES, I.A. A imagem do Brasil na mídia. In: QUIRINO, T.R.; IRIAS, L.J.M.; WRIGHT, J.T.C. (Ed.). **Impacto agroambiental.** São Paulo: Edgard Blücher, 1999. p.85-94.

ROESSING, A.C. **Taxa interna de retorno dos investimentos em pesquisa de soja.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984. 37p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 6)

SALLES-FILHO, S.L.M. **Políticas públicas para a inovação tecnológica na agricultura do Estado de São Paulo: métodos para a avaliação de impactos da pesquisa.** Campinas: Unicamp - Departamento de Geociências, 1998. 29p. Projeto para o Programa de Pesquisa da FAPESP - Políticas Públicas - N. 98/14283 - 2.

SANTOS, R.F.; CALEGAR, G.; SILVA, V.; BARROS, M.A.; LIMA, J.O.; MOTTA, J.; LIQUIDO, J.S. **Avaliação socio econômica das pesquisas da EMBRAPA na Região Nordeste.** Brasília: EMBRAPA-SEP, 1989, 45p. (EMBRAPA-SEP. Documentos, 37).

SCHULTZ, H. **The theory and measurement of demand**. Chicago: University of Chicago Press, 1938. p.5-58.

SOUZA, I.S.F. de; BUSCH, L. Networks and agricultural development: the case of soybean production and consumption in Brazil. **Rural Sociology**, v.63, n.3, p.349-371, 1998.

SULLIVAN, J.; WAINIO, J.; RONINGEN, V. **A database for trade liberalization studies**. Washington: United States Department Agriculture - Economics Research Service - Agriculture and Trade Analysis Division, 1989. 152p.

TEIXEIRA, S.M.; GOMES, G.C.; COSTA, F.P.; SANTANA, E.P.; MACHADO, A M.; SANTOS, N.A.; KRUKER, J.M.; CORADIN, L.; VIEIRA, R.C. **Avaliação socioeconômica das pesquisas da EMBRAPA na Região Centro-oeste**. Brasília: EMBRAPA-DPL, 1990. 96p. (EMBRAPA-DPL. Documentos, 09).

TOSTERUD, R.J.; GILSON, J.C. HANNAH, A.E.; STEFANSSON, B.R. Benefit cost evaluation of research relating to the development of selkirk wheat and target rapeseed .In: SYMPOSIUM ON AGRICULTURAL RESEARCH, 1973, Davidson. **Proceedings...** Davidson: [s.n.], 1973. p.149-199.

WOLD, H.O.A.; JUREEN, L. **Demand analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1953. p.81-139.

CGFC

3478

The logo for Embrapa, featuring the word "Embrapa" in a bold, black, sans-serif font. The letter "b" is stylized with a green leaf-like shape integrated into its right side.

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Soja
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Rod. Carlos João Strass - Distrito de Warta
Fone: (43) 3371-6000 Fax: (43) 3371-6100
Caixa Postal 231 - CEP 86001-970 Londrina, PR
<http://www.cnpso.embrapa.br>
sac@cnpso.embrapa.br*