

Calculando e atribuindo os benefícios da pesquisa de melhoramento de variedades

O caso da Embrapa

Eliseu Roberto de Andrade Alves
Marília Castelo Magalhães
Pedro Pereira Guedes
Editores-Técnicos

Calculando e atribuindo os benefícios da pesquisa de melhoramento de variedades

.....

O caso da Embrapa

.....

República Federativa do Brasil

Fernando Henrique Cardoso
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Marcos 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 Ribeiral
Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Alberto Duque Portugal
Diretor-Presidente

Dante Daniel Giacomelli Scolari
Bonifácio Hideyuki Nakasu
José Roberto Rodrigues Peres
Diretores-Executivos

Secretaria de Administração Estratégica

Mariza Marilena Tanajura Luz Barbosa
Chefe

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Secretaria de Administração Estratégica
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Calculando e atribuindo os benefícios da pesquisa de melhoramento de variedades

.....

O caso da Embrapa

.....

Eliseu Roberto de Andrade Alves
Marília Castelo Magalhães
Pedro Pereira Guedes
Editores-Técnicos

*Embrapa Informação Tecnológica
Brasília, DF
2002*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Secretaria de Administração Estratégica

Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (final)

CEP 70770-901 Brasília, DF

Caixa Postal 040315

Fone: (61) 448-4466

Fax: (61) 448-4319

chefia.sea@embrapa.br

Supervisão editorial: *Roberto Vicente Cobbe - CW Produções Ltda. ME*

Normalização bibliográfica: *Zenaide Paiva do Rego Barros*

Projeto gráfico e editoração eletrônica: *CW Produções Ltda. ME*

Capa: *Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

1ª edição

1ª impressão (2002): 1.000 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).

**CIP - Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Informação Tecnológica**

Calculando e atribuindo os benefícios da pesquisa de melhoramento de variedades: o caso Embrapa / Eliseu Roberto de Andrade Alves, Marília Castelo Magalhães, Pedro Pereira Guedes, editores técnicos — Brasília : Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 248 p.

Inclui bibliografia

ISBN 85-7383176-6

1. Arroz – Melhoramento genético – Pesquisa – Custo. 2. Feijão – Melhoramento genético – Pesquisa – Custo. 3. Soja – Melhoramento genético – Custo. I. Alves, Eliseu Roberto de Andrade. II. Magalhães, Marília Castelo. III. Guedes, Pedro Pereira.

CDD 338.5072 (21ª ed.)

© Embrapa 2002

Editores Técnicos

Eliseu Roberto de Andrade Alves

Economista, Ph.D. em Economia Agrícola
Gabinete da Presidência
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Parque Estação Biológica — PqEB, Av. W3 Norte (final)
70770-901 — Brasília, DF
E-mail: eliseu.alves@embrapa.br

Marilia Castelo Magalhães

Economista, M.Sc. em Economia Ambiental
Secretaria de Administração Estratégica
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Parque Estação Biológica — PqEB, Av. W3 Norte (final)
70770-901 — Brasília, DF
E-mail: marilia.magalhaes@embrapa.br

Pedro Pereira Guedes

Eng. Agrônomo, M.Sc. em Economia
Embrapa Suínos e Aves
Rodovia BR 153 — Km 110
89700-000 — Vila Tamanduá — Concórdia, SC
E-mail: pedro.guedes@cnpsa.embrapa.br

Autores

Phillip G. Pardey

Ph.D., Professor de Políticas de Ciência e Tecnologia
Departamento de Economia Aplicada
Universidade de Minnesota
1994 Buford Avenue
231 Classroom Office Building
St Paul MN 55108
E-mail: ppardey@appec.umn.edu

Stephen A. Vosti

Ph.D., Professor-Adjunto
Departamento de Economia Agrícola e Recursos
Universidade da Califórnia, Davis
Davis, CA 95616
E-mail: vosti@primal.ucdavis.edu

Julian M. Alston

Ph.D., Professor
Departamento de Economia Agrícola e Recursos
Universidade da Califórnia, Davis
Davis, CA 95616
E-mail: jmalston@ucdavis.edu

Connie Chan-Kang

M.Sc., Assistente de Pesquisa
Instituto Internacional de Pesquisa de Políticas de Alimentos - IFPRI
2033 K Street NW
Washington DC 20006
E-mail: c.chan-kang@cgiar.org

Eduardo C. Magalhães

B.Sc., Assistente de Pesquisa
Instituto Internacional de Pesquisa de Políticas de Alimentos - IFPRI
2033 K Street NW
Washington DC 20006
E-mail: e.castelo-magalhaes@cgiar.org

Agradecimentos

Este projeto implicou ampla coleta e processamento de dados, envolvendo a participação de muitas pessoas, a quem agradecemos penhoradamente.

Em primeiro lugar, a Lídia Pacheco Yokoyama, economista do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão — CNPAF, cuja contribuição se revelou fundamental na coleta e na montagem dos dados que compilamos para aquele centro, assistindo-nos também na tarefa de fazer contato com colegas de outros centros da Embrapa. A Antônio Carlos Roessing, economista do Centro Nacional de Pesquisa de Soja — CNPSO, que nos prestou grande auxílio, colaborando com a coleta de dados e guiando-nos às suas fontes, bem como nos ajudando a interpretá-los.

Apreciamos sinceramente a colaboração de outros colegas da Embrapa, cujas funções permitiram freqüente contato com dados relacionados à produtividade experimental — em particular, Flávio Breseghello, Maria José Del Peloso, Elcio Perpétuo Guimarães e Milton Kaster.

Agradecemos a inestimável assistência da parte de outros colegas da Embrapa, em especial: a Beatriz da Silveira Pinheiro, Emílio de Maia Castro, Geovando Pereira Vieira, João Kluthcouski, Evaldo Pacheco Sant'ana, Michael Thung, Pedro Fernandes Arraes Pereira e Luís Fernando Stone, do CNPAF; e a Caio Vidor, Paulo Galerani e José Renato Bouças Farias, do CNPSO.

Contamos ainda com a valiosa cooperação de colegas dos escritórios da Secretaria de Administração Estratégica — SEA entre os quais José Reinaldo Borges, Antonio de Freitas Filho, Geraldo Souza e Silva, Mierson Mota Martins, Rita de Cássia Vieira e João Alves Filho. Somos especialmente gratos a Renner

Marra, que participou dedicadamente da organização dos números relativos aos custos de pesquisa e da sua interpretação.

Nossos agradecimentos a Fábio Almeida e Cloves Terra Wetzel, pelos dados e esclarecimentos sobre produção de sementes – particularmente no tocante a seus conteúdo e montagem –, bem como por nos oferecer contínuo apoio durante as várias fases do trabalho. E às equipes de apoio do Departamento de Pessoal, do Departamento de Assuntos Tecnológicos e do Departamento Financeiro da Embrapa, pela assistência na apresentação de dados em diversos pontos deste projeto.

Recebemos também, sensibilizados, ajuda substancial por parte dos pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo – CNPT, localizado no Rio Grande do Sul, que nos supriram com dados sobre “área por variedade” em relação ao cultivo da soja naquele Estado. Em especial, nosso penhorado agradecimento a João Carlos Ignazack, por sua generosa participação na coleta desses dados. A Plínio Itamar de Mello de Souza do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados – CPAC e a José Ubirajara Garcia Fontoura do Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste – CPAO, pelas estimativas suplementares sobre área de cultivo da soja, indispensáveis para a realização deste trabalho. E aos colegas do Instituto de Agronomia de Campinas – IAC – em especial a Luiz D’Artagnan de Almeida e Jussara Vieira –, pelos dados relativos a “área por variedade” e outras informações de natureza contextual, em relação ao cultivo de feijão comestível.

Grande parte da árdua tarefa de coleta e lançamento dos dados, de produção de fotocópias e de checagem de detalhes bibliográficos, entre outras, foi realizada por estagiários contratados especificamente para este projeto – localizados nos diversos centros e na sede da Embrapa. Nossos agradecimentos a Agnelo de Souza e Cleiton Jerônimo de Souza, do CNPAF, a Cristiane Feitosa da sede, a Marcia Veppo, Luciana Oliveira, Fernanda Ramos e Guilherme Alipio Dias Ferreira, do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo – CNPMS e a Ronaldo Balestra Chose da SEA.

Ao longo do curso deste estudo, recebemos sábios conselhos e a fiel assistência prática de Eliseu Alves, Elisio Contini e de outros membros seniores da equipe da SEA – em particular de Mariza Barbosa e de Flavio Avila (que gerenciou o projeto em nome da Embrapa), a quem dedicamos nossa maior gratidão. Em vários momentos, apoiamo-nos intensamente no trabalho de nossos colegas no IFPRI, em especial no de Nienke Beintema, Kate Sebastian e Stanley Wood, bem como no trabalho de colegas de outras instituições, entre os quais Edie Paul (GeneFlow), Garcia Gasques (Ipea), Luis Roberto Sanint (Flar/Ciat), Oswaldo Voysest, Fernando Rojas (Ciat), José Cavalcanti Negreiros (Conab) e Randall Nelson (Usda/ National Soybean Research Center). Nossa gratidão a todos pela generosa assistência.

Apresentação



A Embrapa vem usando medidas formais de avaliação para subsidiar o estabelecimento de prioridades, o fornecimento de incentivos às equipes e a alocação de recursos para as atividades de P&D.

Calcular e atribuir benefícios para a linha de pesquisas é um problema complexo, considerando, entre outros, três fatores: os mercados consumidores finais apresentam respostas específicas para cada produto, as informações e os conhecimentos científicos e tecnológicos disponíveis no País e no exterior são diferentes para cada produto e as linhas de pesquisa de uma instituição beneficiam-se de conhecimentos e tecnologias desenvolvidas por linhas de pesquisa de outras instituições.

O projeto desenvolvido pelas equipes da Embrapa e do Instituto Internacional de Pesquisa de Políticas de Alimentos – IFPRI – resultou neste livro, que faz parte de um empenho maior por parte da equipe de socioeconomistas da Embrapa, para o aprimoramento de metodologias que permitam à empresa avaliar o impacto dos seus produtos (conhecimentos e tecnologias) em termos econômicos, ambientais e sociais.

Este trabalho teve como objetivo fornecer um cálculo de benefícios e custos da pesquisa de melhoramento de variedades conduzida pela Embrapa, utilizando procedimentos metodológicos que atendessem à complexidade inerente ao cálculo e à atribuição de benefícios à linha de pesquisa.

Foram estudados três produtos: o arroz de terras altas, o feijão e a soja, que têm distintas estruturas de mercado, e cuja geração de conhecimentos e tecnologias apresentam porte e atores variados.

O estudo informa claramente que o crescimento da produtividade é resultado de investimentos bem-sucedidos em

pesquisa agropecuária, fornece evidências primárias das conquistas da pesquisa, além do que indica um futuro potencial.

Para a atribuição de benefícios, foi usada uma combinação de dados e estimativas, de métodos novos e convencionais. Foram trabalhadas informações referentes a rendimentos experimentais, nível de adoção por variedade por unidade da Federação, *pedigree* das variedades e participação dos parceiros na pesquisa.

Os resultados sugerem que os investimentos da Embrapa em pesquisa de melhoramento de espécies têm sido rentáveis de uma maneira geral, principalmente por conta de uma razão benefício-custo particularmente alta no caso da soja. O estudo também evidencia a importância de parcerias em P&D.

Alberto Duque Portugal
Diretor-Presidente

Sumário

Sumário Executivo	17
Capítulo 1 - Introdução	31
1.1 Contexto	31
1.2 Objetivos e Alcance	32
1.3 Visão Geral do Relatório	33
Capítulo 2 - Contexto de Mercado e Pesquisa	37
2.1 Padrões de Produção e Produtividade	38
2.2 Tendências do Comércio	50
2.3 Padrões de P&D	55
Capítulo 3 - Princípios e Práticas de Avaliação de Programas de Melhoramento de Variedades	67
3.1 Princípios Básicos de Economia	67
3.2 Questões de Medição na Avaliação de Novas Variedades	80
3.3 Índices de Melhoramento de Variedades	83
3.4 A Atribuição de Crédito pelo Ganho na Produtividade	87
3.5 Dados sobre os Rendimentos	91
3.6 Diferenças de Qualidade	94
3.7 Custeando a Pesquisa de Melhoramento de Variedades ...	96
3.8 Comparando Benefícios e Custos	102
Capítulo 4 - Elementos de Avaliação: Particularidades dos Dados, Resultados e Interpretação	109
4.1 A Pesquisa de Melhoramento de Variedades: Contexto Institucional	109
4.2 Estimando Custos de Pesquisa	115
4.3 Estimando os Benefícios da Pesquisa	121
4.4 Medidas dos Benefícios e sua Atribuição	139
4.5 Análise de Sensibilidade	155
Capítulo 5 - Utilizando a Análise de Benefício-Custo como Base para Decisões em P&D	163
5.1 Introdução	163
5.2 Demandas de Informação para Diferentes Tipos de Decisão	164
5.3 A Análise <i>Ex Ante</i> versus a Análise <i>Ex Post</i>	167

5.4 A Possibilidade de Comparação entre os Centros da Embrapa Mediante os Resultados da Avaliação <i>Ex Post</i>	169
5.5 A Análise <i>Ex Ante</i> de Benefício-Custo	175
5.6 Extensão a Outras Tecnologias	180
5.7 Fortalecimento da Capacidade	186
Referências	192
Siglas	201
Apêndice.....	205

Sumário Executivo

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa – é líder mundial no uso de medidas formais de avaliação como base para o estabelecimento de prioridades, o fornecimento de incentivos de equipe e a alocação de recursos para a pesquisa agrícola.

Em toda instituição agrícola bem gerenciada, surgem questões acerca do formato apropriado e do alcance dos procedimentos formais de avaliação, e também sobre a forma como os resultados devem ser utilizados para a tomada de decisão. Com tais questões em mente, um projeto foi desenvolvido conjuntamente, pelas equipes da Embrapa e pelos economistas do escritório do International Food Policy Research Institute – IFPRI –, em Washington, D.C., e em Davis, Califórnia, entre fins de 1999 e fins de 2001.

O objetivo inicial do trabalho era fornecer um cálculo *ex post* dos benefícios e dos custos da pesquisa de melhoramento de variedades conduzida pela Embrapa, com relação a três tipos de lavoura, quais sejam: o arroz de terras altas, o feijão comestível e a soja.

Muitos pontos-chave se destacam de uma visão geral da agricultura e da P&D (pesquisa e desenvolvimento) agrícola implementada no Brasil, apresentada com vista a fornecer um contexto global de análise.

Antes de tudo, cumpre lembrar que o Brasil vem ganhando terreno em relação a outros países em alguns mercados de produtos – ilustra esse fato a produção brasileira de soja, mamão-papaia e laranja, cuja participação porcentual na produção mundial cresceu, de 1%, 7% e 11%, em 1961, respectivamente, para 21%, 26% e 28%, em 2001. Em contrapartida, em relação a outros produtos (como a mandioca, o café e a castanha-do-pará), a produção brasileira perdeu sua parcela no mercado, enquanto,

no tocante a terceiros produtos (entre os quais o feijão comestível, o arroz de terras altas e o milho), não se verificou grande variação em relação a uma maior ou menor participação no mercado mundial.

Entre outros fatores, o crescimento da produtividade resultante de investimentos bem-sucedidos em pesquisa agrícola desempenha papel considerável neste estudo, considerando que uma dada tendência nas vantagens comparativas internacionais fornece evidência primária das conquistas da pesquisa, bem como denota um potencial futuro.

Além disso, para os propósitos da presente análise, é uma aproximação razoável da realidade tratar os preços dos bens primários como tendendo a exógenos (não sendo os preços mundiais significativamente afetados por mudanças na produção causadas pela P&D brasileira, mesmo no caso da soja).

Finalmente, o intercâmbio tecnológico internacional tem sido significativo e, tanto antes como depois da criação da Embrapa, observou-se a presença de outras agências de pesquisa agrícola no Brasil, de modo que é preciso tomar toda a cautela na atribuição de créditos por mudanças tecnológicas a uma variedade de instituições domésticas e internacionais.

Em princípio, é relativamente simples e direto – também na prática, se os dados apropriados estiverem disponíveis – obter uma medida dos benefícios totais da adoção de novas e aperfeiçoadas variedades de lavoura. É difícil, porém, mensurar os benefícios atribuíveis à pesquisa da Embrapa quando alguns dos benefícios podem estar associados ao trabalho de outras instituições de pesquisa públicas e privadas, no Brasil e no exterior.

O problema da atribuição consiste, então, em determinar quais das variedades desenvolvidas devam ser atribuídas à Embrapa (ou, se parcialmente atribuídas, em que medida) e em avaliar quanto do melhoramento da produtividade como um todo deve ser atribuído à criação e à utilização daquelas novas variedades.

Outros desafios provêm da definição de evidência contrafactual relevante – isto é, determinar quais elementos poderiam permanecer constantes, e quais apresentariam variações se o investimento da Embrapa em pesquisa tivesse se dado de maneira diferente. Um problema relacionado a este último é definir

custos considerados relevantes, distribuindo o custo total de acordo com as diferentes funções assumidas pelas instituições de pesquisa, e outras considerações com relação ao cálculo dos custos associados a um segmento isolado dos benefícios da pesquisa.

O problema da atribuição de benefícios foi referido neste estudo pelo uso de uma combinação de dados e estimativas, além de métodos novos e convencionais. Em particular, dados sobre rendimentos experimentais e estimativas especificadas em âmbito estadual sobre a adoção de novas variedades foram utilizados na distribuição dos ganhos em produtividade comercial – também definidos por Estado – entre as variedades individuais das lavouras em estudo. Informações sobre o *pedigree* das variedades e sobre a liberação destas últimas, bem como informações sobre a participação dos diferentes parceiros nos esforços de pesquisa, foram utilizadas para dividir o crédito pelo desenvolvimento de variedades individuais entre a Embrapa e outras instituições.

Vários problemas no levantamento dos dados impuseram severas limitações à análise e demandaram certa engenhosidade no tratamento de problemas suscitados pelo caráter incompleto de determinados elementos. Informações incompletas a respeito dos dados de adoção de variedades e de produtividade experimental (em particular no tocante à limitada cobertura espacial desses dados) foram os maiores empecilhos para o cálculo dos benefícios totais da pesquisa. Outras questões conceituais e de medição se apresentaram na quantificação dos custos totais da pesquisa e dos elementos atribuíveis aos programas de melhoramento de variedades, bem como na atribuição da responsabilidade pelos benefícios à Embrapa e a outras instituições.

Em relação aos custos, compilamos informações detalhadas sobre os custos de pesquisa em cada centro, por tipo de custo (como, por exemplo, custos de pessoal versus capital, e assim por diante), e sobre a parte desses custos que pode ser atribuída à pesquisa de aperfeiçoamento de variedades, para cada ano, no período 1976 a 1998.

Esforços foram canalizados na determinação dos elementos dos custos associáveis somente aos programas de melhoramento

de lavouras (e, no centro misto utilizado para a pesquisa de arroz e feijão, à alocação desses recursos para cada um dos dois programas, separadamente). Isso significou isolar uma parcela do *overhead* relativo a cada centro, bem como isolar os custos operacionais específicos de cada programa, baseados em parte na informação coletada sobre os números dos vários tipos de pessoal empregados. Além disso, direcionaram-se esforços para o isolamento de uma parcela apropriada das despesas da Sede central da Embrapa e dos custos incorridos pelo Cenargen a serem retidos, como um tipo de *overhead*, por programa específico.

Dada a incerteza sobre o conceito (e, conseqüentemente, a medida) dos custos a serem aplicados, dois conjuntos distintos de estimativas foram feitos para os custos de cada programa: a) tomando-se somente os custos específicos de cada centro de melhoramento; b) incrementando esses custos com uma parcela de contribuição da Sede e do Cenargen, a título de custos de manutenção.

A Tabela 1 mostra os valores correntes das despesas em pesquisa de melhoramento de lavouras que dizem respeito a cada programa ao longo do período 1976–1998, convertidos para o ano de 1999, utilizando-se uma taxa de juros de 4%.

Tabela 1. Valor atual dos custos da pesquisa de melhoramento, de 1976 a 1998.

Indicador	Arroz de terras altas	Feijão comestível	Soja	Total das três lavouras
(Em milhões de US\$ de 1999)				
Melhoramento da lavoura	48,1	32,5	61,0	142,0
Melhoramento aumentado da lavoura	61,6	44,7	83,5	189,8

Nossa minuciosa análise, especificada em termos de produto, implicou a documentação de detalhes sobre:

- As variedades de espécie lançadas ao longo do tempo.
- Os ganhos no rendimento (produtividade) associados à criação dessas variedades.

- A adoção das variedades criadas pela Embrapa e de outras variedades.
- Os ganhos em produtividade comercial associados à adoção de variedades importantes.
- O valor daqueles ganhos na produtividade comercial e a parcela daquele valor atribuída aos lançamentos da Embrapa ao longo do tempo.

Na prática, incluíram-se dois importantes procedimentos. Em primeiro lugar, os benefícios totais resultantes do melhoramento de variedades foram computados para cada lavoura. A seguir, os mesmos benefícios tiveram sua atribuição dividida entre a Embrapa e as outras instituições envolvidas na pesquisa de aperfeiçoamento de variedades.

A fim de computar esses benefícios, informações a respeito da adoção de novas variedades foram combinadas com aquelas referentes ao desempenho das mesmas variedades, verificadas por categoria de rendimento experimental (e por diferenciais de preços pagos para a melhoria na qualidade das espécies de arroz de terras altas recentemente lançadas). Para dividir a atribuição dos benefícios, utilizaram-se informações sobre os *pedigrees* das variedades lançadas pela Embrapa e por outras instituições, complementadas por dados sobre a relevância da participação dos parceiros de pesquisa da Embrapa (no caso do arroz de terras altas e do feijão comestível).

Dados sobre a adoção de variedades individuais foram obtidos por uma combinação de informações sobre a produção de sementes com estimativas subjetivas feitas pelas equipes dos centros, bem como de estimativas obtidas mediante a análise de especialistas pertencentes a instituições que não da Embrapa.

Foi difícil estimar áreas utilizadas no passado para o plantio de variedades individuais numa distância temporal equivalente a 30 anos. Por essa razão, essas estimativas encontram-se sujeitas a um certo grau de incerteza. Em alguns casos, a cobertura dos dados revelou-se incompleta, em termos de variedades e dos Estados em análise. Para uso futuro, seria útil manter uma base de dados sobre a adoção de diferentes variedades de lavouras importantes (pelo menos para os principais Estados produtores de cada cultura), a ser atualizada anualmente – ou, então, com uma certa regularidade, digamos, a cada 3 ou 5 anos.

Dados sobre rendimentos experimentais relativos a variedades individuais não estavam disponíveis para toda localidade e todo ano em análise. Foi desenvolvido, para esses casos, um método de “modelagem”, de forma a viabilizar a utilização de técnicas de regressão no desenvolvimento de um conjunto de projeções relativas a rendimentos experimentais para toda variedade inclusa, relativas a cada ano e localidade. Graças ao uso dessas projeções – em conjunto com estimativas sobre a área cultivada com cada uma das variedades –, foi possível computar um índice de ganho na produtividade para cada ano, relativo ao grupo misto de variedades plantadas no “ano-base” para cada cultura (1984, para o arroz de terras altas; 1985, para o feijão comestível; e 1981, para a soja, em que as diferenças nos anos-base refletem diferenças na disponibilidade dos dados). Com base na combinação desse índice com a produtividade comercial observada, foi possível estimar a parcela do seu crescimento, que é atribuível à adoção de novas variedades.

Tais ganhos na produtividade foram calculados com base nos preços do mercado mundial, expressos em dólares americanos, em valores reais (1999), os quais foram considerados como não afetados pelo incremento na oferta e nas exportações brasileiras. Faz-se útil observar aqui que não é comum obter números significativos em termos dos preços relevantes, dada a natureza dos registros oficiais e dos regimes inflacionários do passado. Com base nesse fato, a Embrapa desempenha função de garantir minimamente o acesso necessário aos registros adequados sobre preços de produtos, somando-se a isso a tarefa de coletar tais dados.

Informações sobre os *pedigrees* e sobre a hipótese de determinada variedade ter sido lançada pela Embrapa ou oriunda de outra fonte foram utilizadas para determinar “o teor da marca Embrapa” em cada variedade, sob regras de atribuição diversas. No caso da soja, 50% da área plantada no ano mais recente sob análise (1998) foi cultivada com variedades lançadas pela Embrapa, 49% no caso do feijão comestível e 73% no do arroz de terras altas. Os valores que correspondem aos lançamentos feitos pela Embrapa – tidos como uma parcela do valor total relativo às variedades plantadas, e determinados para cada ano-base específico de cada produto – foram os seguintes: 9,6%

para a soja, 0% para o feijão comestível, e 10% para o arroz de terras altas.

Pode-se observar que a Embrapa tem desempenhado papel significativo na pesquisa de melhoramento de variedades, conquanto a importância desse papel varie de lavoura para lavoura. A fim de mensurar os benefícios do melhoramento de variedades atribuíveis à Embrapa, três divisões alternativas desses benefícios foram consideradas.

A primeira limita-se a calcular os benefícios totais advindos das variedades melhoradas e a atribuir todos aqueles benefícios exclusivamente à Embrapa. Essa medida representa o limite máximo de benefícios passíveis de ser atribuídos àquela agência (uma parcela desses benefícios deve seguramente ser atribuída ao esforço de outras instituições).

A segunda utiliza a regra do último cruzamento para a atribuição de benefícios, concedendo à Embrapa 100% dos créditos pelos lançamentos que levam o seu nome, mas nenhum crédito pelas variedades cultivadas por outras instituições a partir de lançamentos da agência.

A terceira utiliza pesos geometricamente decrescentes, em que 1/2 é atribuído à variedade propriamente dita, 1/8 a cada um de seus dois "pais" genéticos, e 1/16 a cada um de seus quatro "avós" genéticos. Esses pesos são utilizados para distribuir o crédito pelos benefícios associados a uma determinada variedade, entre diferentes instituições lançadoras dessa mesma variedade, de seus "pais" e de seus "avós".

A Tabela 2 mostra o valor corrente dos benefícios atribuíveis à Embrapa, advindos da pesquisa de melhoramento de lavouras em cada programa, partindo do respectivo ano-base

Tabela 2. Valor atual dos benefícios da pesquisa de melhoramento.

Indicador	Arroz de terras altas	Feijão comestível	Soja	Total das três lavouras
(Em bilhões de US\$ de 1999)				
Benefícios totais	1,68	0,68	12,47	14,84
Regra do último cruzamento	1,20 (0,64)	0,33 (0,21)	5,02 (4,47)	6,55 (5,33)
Regra geométrica	0,61 (0,33)	0,22 (0,14)	2,90 (2,63)	3,73 (3,10)

(1981 para a soja, 1984 para o arroz de terras altas e 1985 para o feijão comestível) até 2003, convertidos para o ano de 1999, aplicando-se uma taxa de juros de 4%. A combinação de cada uma das três divisões alternativas dos benefícios consideradas acima com as duas medições de custos da Tabela 1 fornece um total de seis diferentes razões benefício-custo para cada programa de aperfeiçoamento de variedades, como demonstra a Tabela 3. Além de designar uma parcela dos benefícios totais à Embrapa, com base nos esforços de melhoramento empreendidos por outras instituições (como revela a identificação das múltiplas fontes, domésticas e internacionais, do material genético contido nos *pedigrees* das variedades lançadas pela Embrapa), também foi empregada uma distribuição dos créditos pelos benefícios com base nas contribuições verificadas dos parceiros que colaboraram com os centros da Embrapa no desenvolvimento de cada variedade. Os resultados dessa distribuição por instituição encontram-se entre parênteses na Tabela 3.

Pode-se observar que a razão benefício-custo é particularmente sensível a uma variação na regra de atribuição. Entre as razões benefício-custo demonstradas na Tabela 3 – comparáveis entre os três programas de pesquisa –, a mais razoável é aquela que se encontra em negrito, a qual combina a terceira medida dos benefícios (utilizando a regra de atribuição geométrica) com a segunda medida dos custos (incluindo as despesas com *overhead* da Sede central da Embrapa e do Cenargen), e atribui o desenvolvimento de variedades melhoradas

Tabela 3. Razões de benefício-custo da pesquisa de melhoramento.

Indicador	Arroz de terras altas	Feijão comestível	Soja	Total das três lavouras
(Razões benefício-custo com custos de linha de base)				
Benefício-custo	35	21	204	104
Regra do últ. cruz.	25 (13)	10 (7)	82 (73)	46 (38)
Regra geométrica	13 (7)	7 (4)	48 (43)	26 (22)
(Razões benefício-custo com custos aumentados)				
Benefício-custo	27	15	149	78
Regra do últ.cruz.	20 (10)	7 (5)	60 (54)	35(28)
Regra geométrica	10 (5)	5 (3)	35 (31)	20 (16)

a alguns dos parceiros que trabalharam em conjunto com a Embrapa. Com o uso dessa medida, estimamos que US\$ 16 de benefícios resultam de cada dólar investido nos três programas de melhoramento da Embrapa.

Os benefícios resumidos na Tabela 3 referem-se aos ganhos sociais oriundos tanto da manutenção dos rendimentos em face das pressões – que, de outra forma, poderiam provocar sua queda – quanto da melhoria da produtividade ao longo do tempo, relativos aos rendimentos nos respectivos anos-base. Esses benefícios representam os ganhos derivados da pesquisa de melhoramento de variedades por si só – isto é, quando isolados de outros fatores que podem afetar os rendimentos.

O programa do arroz de terras altas deu ênfase substancial ao melhoramento da qualidade do grão, estimando-se os benefícios que emergiram desse aspecto em particular (os quais somaram US\$ 232 milhões, além do US\$ 1.684 milhões decorrentes dos aspectos da pesquisa relacionados à melhoria dos rendimentos).

Os resultados registrados na Tabela 3 sugerem que os investimentos da Embrapa em pesquisa de melhoramento de espécies têm sido rentáveis como um todo, principalmente em virtude de uma razão benefício-custo particularmente alta no caso da pesquisa da soja. Esse resultado permanece inalterado, mesmo mantida muita cautela no fornecimento de evidência sobre a participação de outras agências (tanto no Brasil como no exterior), na pesquisa e na atribuição adequada dos benefícios. Além disso, os resultados mostram-se bastante robustos e resistentes aos parâmetros subjacentes utilizados na estimação das razões benefício-custo. Embora se constate que detalhes quantitativos variam, o padrão qualitativo foi preservado, quando examinamos a sensibilidade das estimativas a mudanças na taxa de juros utilizada no desconto dos benefícios e dos custos (4 versus 6) e a extensão dos benefícios (benefícios de 1998 versus os de 2003).

Essas razões benefício-custo são imbuídas de uma perspectiva temporal; elas também refletem benefícios adicionais aos investimentos passados (especificamente, aos investimentos realizados entre 1976 e 1998). Na medida em que se pode esperar que o futuro repita o passado, elas fornecem, entretanto, uma

indicação de que a pesquisa de melhoramento de lavouras realizada pela Embrapa – especialmente a pesquisa para desenvolvimento de variedades melhoradas de soja – seria um investimento muito rentável aos cofres públicos no futuro. Assim, os resultados fornecem aqui forte suporte fatural para reivindicações a favor da manutenção e até mesmo do aumento dos fundos destinados a todos os três programas de pesquisa, particularmente ao programa de melhoramento de variedades de soja.

Embora os benefícios atribuíveis à Embrapa sejam grandes, tanto em valores absolutos como relativamente aos custos da pesquisa, os resultados indicam que outras instituições são também significativas fontes de benefícios. Além disso, a participação da Embrapa nos benefícios totais versus a de outras agências varia de acordo com o tipo de lavoura e o período considerado.

Os fatos indicam que:

- O CNPSO respondeu por uma parcela grande, mas não predominante, dos benefícios da adoção de variedades melhoradas de soja desde 1981.
- Sua participação nos benefícios é maior em lançamentos recentes do que em lançamentos mais antigos (utilizando a regra geométrica, atribuem-se 9% dos benefícios no período 1981–85 à Embrapa, que responde por 28% dos benefícios totais no período 1993–98).
- O material genético que viabilizou todos esses ganhos derivou-se em grande parte de material produzido por outras instituições (e, de forma significativa, de fontes norte-americanas).
- O conteúdo não proveniente da Embrapa das variedades de arroz de terras altas identifica-se mais com fontes domésticas do que o mesmo em relação à soja, enquanto as variedades de feijão comestível se derivaram em maior parte de fontes estrangeiras do que as variedades de arroz e de soja (o Ciat tem sido uma grande fonte de material genético para o CNPAF e para outros criadores locais, e uma quantidade incomum

de variedades originadas no exterior foram utilizadas diretamente por produtores brasileiros).

Conforme será discutido no Capítulo 5, os vários tipos de decisão sobre alocação de recursos, tomadas em relação à pesquisa agrícola, requerem diferentes tipos de justificativa. As decisões foram por nós classificadas em:

- *Decisões estratégicas* sobre o orçamento total relativo à instituição como um todo e a alocação de longo prazo e de caráter mais geral daquele recurso.
- *Decisões táticas* sobre a distribuição anual dos recursos entre os diferentes centros (ou entre programas de trabalho implementados dentro desses centros).
- *Decisões gerenciais*, que são feitas mais freqüentemente e que geralmente envolvem menores quantias de dinheiro (podem-se incluir nessa categoria os pagamentos marginais de incentivo, feitos anualmente aos centros e ao pessoal da Embrapa).

Nossa análise *ex post* de benefício-custo pode fornecer alguma sustentação para decisões estratégicas acerca do orçamento total da pesquisa de melhoramento (sugerindo que este poderia ser maior) e sua alocação (sugerindo que, mantendo-se os outros elementos constantes, uma parcela maior dos recursos deveria ser alocada ao programa da soja – cujo retorno se revelou comparativamente maior). Contudo, as razões benefício-custo não podem ser usadas diretamente para responder a questões conexas sobre qual seria a quantidade total dos recursos adicionais e qual a melhor maneira de distribuir aqueles recursos entre os diferentes programas de pesquisa. A resposta a tais questões demandaria um cálculo *ex ante* das estimativas dos benefícios prováveis desses investimentos (em contraste com as evidências desenvolvidas *ex post* para este estudo), e uma medida do grau de sensibilidade dos benefícios a mudanças marginais na soma dos recursos (em contraste com o tipo convencional de evidência implícito nas razões benefício-custo descritas aqui, as quais se mostram mais úteis quando da decisão de dar ou não continuidade aos programas de pesquisa).

Embora não-aplicável diretamente, por si só, o trabalho contido neste estudo pode fornecer fundamentação para a execução de trabalhos futuros, projetados de uma forma mais específica e já imbuídos de justificativas táticas e gerenciais.

A execução de um cálculo econômico dos impactos da P&D, como forma de estabelecer uma base de informação para qualquer tomada de decisão, requer um núcleo de dados relacionados aos custos da pesquisa e às conseqüências das inovações resultantes sobre a liberação, a assimilação, o desempenho e o mercado para cada variedade desenvolvida.

Para uma empresa como a Embrapa, que trabalha com uma ampla gama de parceiros de pesquisa e se beneficia de tecnologias desenvolvidas por outras agências no desenvolvimento da própria pesquisa, também se faz necessário prestar cuidadosa atenção aos problemas da atribuição dos benefícios (de forma a garantir que os créditos sejam distribuídos de maneira apropriada entre as instituições envolvidas) e à evidência contrafactual (com a avaliação do curso dos eventos, supondo-se a hipótese de ausência da pesquisa da Embrapa, como base de comparação dos benefícios resultantes da própria pesquisa da Embrapa).

Ao requererem variados tipos de informação, os diferentes tipos de decisões garantem a liberação de quantidades variadas de recursos para investimento na fundamentação das próprias decisões. Considerada a escala dos recursos a serem alocados e o potencial de aumento na eficiência – resultantes do uso de informação de melhor qualidade –, a maior parte das decisões estratégicas da Embrapa e algumas de suas decisões táticas deveriam justificar um investimento comparável em quantidade aos recursos investidos neste estudo – renovados periodicamente, digamos a cada 5 anos.

Decisões gerenciais que envolvam a alocação de quantias menores requerem abordagens mais objetivas e econômicas. Contudo, conforme será descrito no Capítulo 5, a mesma abordagem conceitual (com as devidas adaptações, como se ressalta no mesmo capítulo) bem como procedimentos práticos de avaliação similares se aplicam em análises designadas a servir como base a todos os tipos de decisão. Na verdade, se a Embrapa investisse no aperfeiçoamento gradual de uma capacidade básica

de empreender avaliações estratégicas (talvez como parte de avaliações a respeito dos componentes principais de seu programa geral de pesquisa, já em andamento), geraria incidentalmente grande parte da capacidade analítica e dos dados requeridos para o desenvolvimento de suporte eficiente, em termos de custos, para decisões gerenciais.

Obviamente, procedimentos formais de benefício-custo, equipes de economistas e programas computadorizados de decisão do tipo “caixa-preta” nunca deveriam substituir administradores providos de informações para a fundamentação de decisões em qualquer nível no interior da instituição. Nosso tema permanente (tal como se encontra exposto em Alston et al., 1995) está centrado na defesa de que o principal consiste em encorajar o desenvolvimento de um “modo de pensar econômico” sobre as conseqüências das escolhas alternativas, em qualquer nível do processo de tomada de decisão a respeito de pesquisa agrícola, no interior da instituição.

Pode-se avaliar formalmente certos tipos de programas e projetos de pesquisa de uma maneira fácil e isenta de custos maiores, mas, para alguns, essa opção mostra-se eventualmente mais difícil e incerta. A pesquisa de melhoramento de lavouras constitui uma área na qual os benefícios e os custos são relativamente fáceis de quantificar; contudo, nosso trabalho tem mostrado que, mesmo nessa área, a tarefa de quantificação é desafiadora, requerendo dados apropriados – bem como capacidade analítica e de julgamento – e sempre sujeitando-se a incertezas consideráveis. O fato de que é possível quantificar benefícios e custos para algumas áreas, mas não para outras, limita a aplicabilidade dos procedimentos quantitativos de benefício-custo com vista à fundamentação de decisões; contudo, o mesmo fato não limita a aplicabilidade do “modo de pensar econômico”. Dessa forma, o engajamento em um ciclo sistemático e regular de abordagens formais de benefício-custo, possivelmente como parte da fase de justificação de projeto inclusa na tomada de decisão, além da sua utilização *ex post*, produzirá benefícios, tanto de forma indireta quanto mediante seu impacto direto na melhoria das decisões.

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contexto

Desde sua criação, em 1975, a Embrapa tem-se envolvido em vários tipos de atividades de avaliação de pesquisas. A instituição é amplamente reconhecida atualmente, como exemplo entre outras instituições de pesquisa agrícola no mundo, pela utilização de medidas formais de avaliação como base para o estabelecimento de prioridades, fornecendo incentivos à equipe de cientistas e alocando recursos para a pesquisa.

Muito se ganhou, graças aos consideráveis esforços e conquistas da Embrapa nessas dimensões. Contudo, ao mesmo tempo surgiram questionamentos a respeito de qual seria a melhor maneira de utilizar os recursos disponíveis para as atividades formais de avaliação de pesquisas na instituição, visando finalmente melhorar a qualidade da tomada de decisão pela empresa. Em particular, esses questionamentos voltaram-se para:

- O uso apropriado dos procedimentos de avaliação de benefício-custo como base para a distribuição dos recursos entre os diferentes centros da Embrapa.
- O uso de medidas de benefício-custo como elemento do modelo de pontuação/programação, que tem sido utilizado na Embrapa nos últimos anos para a indexação do desempenho de cientistas em particular, bem como dos centros.

Em vista desses questionamentos, e tendo em mente o objetivo geral de produzir informações que levariam a avanços no uso de procedimentos de avaliação formal de pesquisas pela Embrapa, foi desenvolvido um projeto conjunto envolvendo a Embrapa e o IFPRI. Iniciaram-se discussões a esse respeito em abril de 1998, os devidos contratos foram assinados em novembro

do mesmo ano, o trabalho de campo foi iniciado em maio de 1999 e um relatório do projeto foi apresentado à banca de diretores da Embrapa ao longo de maio de 2000. Esta publicação é uma versão revisada daquele relatório, incorporando as sugestões feitas pela banca de diretores da Embrapa e pelo pessoal dos diversos escritórios e da Sede central.

1.2 Objetivos e Alcance

O principal objetivo do trabalho seria fornecer um cálculo *ex post* dos benefícios e custos da pesquisa de melhoramento, com base no incremento da produtividade, conduzida pela Embrapa em relação a três tipos de lavoura: feijão, arroz de terras altas e soja. Essa determinação do objetivo definiu claramente o alcance do trabalho, de várias maneiras críticas, tornando-o limitado:

- Às três lavouras listadas, excluindo-se animais e outros tipos de lavoura.
- À pesquisa de melhoramento de variedades com base no incremento da produtividade (em oposição a outras formas de melhoramento de variedades), a despeito da exceção feita ao caso do arroz, no qual alguns aspectos de melhoramento da qualidade foram incorporados.
- Ao melhoramento de variedades, em oposição a outros tipos de melhoramento tecnológico, tais como o aperfeiçoamento de máquinas e produtos agrícolas ou técnicas de gerenciamento.
- À análise *ex post* (isto é, à visão em retrospecto) das conquistas passadas, em contraste com as análises *ex ante* de possibilidades futuras.
- À pesquisa conduzida pela Embrapa, em distinção àquelas conduzidas por outras organizações, públicas ou privadas, no Brasil ou em outros países.

A análise *ex post* tem-se revelado o elemento de maior dificuldade do trabalho envolvido no projeto, e a provisão dessa análise constituiu apenas uma parte do “pacote”. Uma apreciação das conquistas passadas pode ser diretamente útil na

demonstração da eficiência dos programas e na comparação entre diferentes programas dentro de um mesmo centro e entre centros diversos. Além disso, esse tipo de análise fornece um contexto explícito para uma consideração geral dos elementos determinantes dos retornos dos investimentos em pesquisa, das necessidades de dados críticos e dos procedimentos que podem ser empregados para avaliar benefícios e custos. Esse tipo de análise pode ser visto como o primeiro passo, além de se revelar uma atividade educativa, antes da consideração da análise *ex ante* a ela associada, para fins de estabelecimento de prioridades na pesquisa.

1.3 Visão Geral do Relatório

O conteúdo substancial do relatório inicia-se no Capítulo 2, com uma visão geral da agricultura e da P&D agrícola no Brasil. O objetivo daquele capítulo é fornecer um contexto global de análise, o qual se faz relevante para a aplicação do modelo de mercado e para a compreensão dos fluxos internacionais de *commodities*, bem como de tecnologias e idéias. O capítulo também descreve o trabalho das instituições de pesquisa agrícola e os investimentos feitos no Brasil, novamente em um contexto global. Quando da consideração da indústria agrícola na economia doméstica mais ampla e na economia global – bem como no cenário da P&D agrícola –, ênfase particular é dada aos produtos tomados como objetos de análises específicas em capítulos subseqüentes.

Em seguida, no Capítulo 3, revisam-se os princípios e a prática da avaliação de projetos de melhoramento de variedades. Em primeiro lugar, discutem-se as medidas dos benefícios totais advindos da mudança técnica associados à adoção de novas variedades de lavoura, com base no trabalho realizado anteriormente na área, conduzido por participantes deste estudo e por outros. No caso da adoção brasileira de novas variedades de lavoura, é possível que a análise aplicada seja relativamente direta – ou pelo menos sê-lo-ia se pudéssemos tratar mudanças nos rendimentos ao longo do tempo como uma medida do melhoramento do rendimento associado à utilização de novas

variedades (i.e., se pudéssemos ignorar os efeitos redutores do rendimento causados por pragas, e se pudéssemos supor a ausência de quaisquer modificações com o emprego de fertilizantes químicos e de outros insumos).

Não é suficiente, contudo, a mera medida dos benefícios totais. Pretendíamos medir os benefícios atribuíveis à pesquisa da Embrapa, entretanto a dificuldade reside no fato de que alguns dos benefícios são também atribuíveis a outras instituições de pesquisa, públicas e privadas, no Brasil e em outros países. O problema da atribuição consiste em determinar quais variedades seriam atribuíveis à Embrapa (ou, se parcialmente atribuíveis, em que medida) e quanto do melhoramento total no rendimento pode ser atribuído ao uso dessas variedades.

O capítulo suscita, além da discussão do problema da atribuição e de abordagens utilizadas no seu tratamento, a questão da definição de evidência contrafactual relevante; em outras palavras, trata-se do que é razoável supor que permaneceria constante e do que mais variaria se o investimento da Embrapa em pesquisa tivesse se dado de outra forma. Da mesma maneira, discute-se o problema associado da definição dos custos relevantes, da distribuição desses custos entre as diferentes atividades contraídas pelas instituições de pesquisa, e fazem-se outras considerações sobre a medição dos custos associados a um segmento particular dos benefícios de pesquisa. Tratamentos específicos dessas questões são abordados no Capítulo 4, que relata minúcias dos dados e resultados da avaliação.

O Capítulo 4 relata nossa aplicação dos métodos descritos no Capítulo 3 para a análise do trabalho de melhoramento de variedades desenvolvido pela Embrapa relativo ao feijão comestível, ao arroz de terras altas e à soja. Vários elementos sustentam essa análise.

Em primeiro lugar, fornece-se uma visão geral de cada um dos centros da Embrapa relevantes para este estudo, incluindo um breve histórico do centro e de suas atividades de pesquisa, uma descrição dos produtos resultantes da pesquisa (e de outros) gerada no centro, e uma representação do relacionamento entre o centro e outros colaboradores, complementares e concorrentes, da pesquisa de melhoramento de variedades, atual e no passado.

Em segundo lugar, o Capítulo 4 inclui documentação detalhada sobre os custos de pesquisa em cada centro ao longo do tempo, por tipo de custo (como, por exemplo, custos de pessoal *versus* capital, e assim por diante) e sobre a parcela desses custos que pode ser atribuída à pesquisa de melhoramento baseada no incremento da produtividade.

Em terceiro lugar, fornece-se uma análise dos benefícios da pesquisa, detalhada e definida por tipo de lavoura, o que implicou documentação detalhada sobre: 1) as variedades lançadas ao longo do tempo; 2) os ganhos na produtividade associados à adoção dessas variedades; 3) a adoção de variedades da Embrapa e de outras variedades; 4) os ganhos na produtividade comercial associados à adoção de variedades importantes; e 5) o valor daqueles ganhos na produtividade comercial e a parcela desse valor atribuível aos lançamentos da Embrapa ao longo do tempo.

Em quarto lugar, toda a informação sobre custos e benefícios é combinada em forma de uma análise de benefício-custo. Finalmente, para concluir o capítulo, sintetizamos e simplificamos os resultados da análise de benefício-custo para lavouras individuais, e fizemos o cruzamento comparativo entre diferentes produtos no tocante aos retornos de investimentos passados feitos pela Embrapa na pesquisa de melhoramento. Isso leva naturalmente a uma discussão dos vários prolongamentos que podem ser feitos ao trabalho ou de suas aplicações, que se encontra no Capítulo 5.

No Capítulo 5, discutimos o potencial da utilização dos resultados da análise de benefício-custo para fins de elaboração de comparações entre os diversos centros regionais, além da disposição (ou não) para fazer concessões pelas diferenças no grau de dificuldade de certos tipos de pesquisa, de forma a proporcionar um ajustamento das discrepâncias nos resultados da análise de benefício-custo (isto é, de forma a nivelar o campo de trabalho).

Em seguida, discutimos a aplicação potencial de métodos equivalentes ou similares para avaliação de diferentes tipos de pesquisa, tais como a pesquisa sobre outras tecnologias de melhoramento de variedades, a pesquisa de mudanças técnicas não-incorporadas (tais como tecnologias de gerenciamento) e a

pesquisa disciplinar. Então, voltamo-nos à consideração das medidas alternativas de impacto socioeconômico, incluindo estas últimas e, de uma forma mais importante, as medidas aplicáveis a diferentes objetivos (isto é, objetivos de caráter não-econômico) de pesquisa. Aqui, também consideramos o potencial de aproximações diretas e de baixo custo aos resultados das análises de benefício-custo como um insumo para o sistema de gerenciamento da Embrapa – orientado conforme o objetivo a ser alcançado –, bem como seu uso nas atividades de monitoramento de eficácia.

Por fim, consideram-se as implicações do projeto no reforço da capacidade da Embrapa de executar futuras atividades de avaliação no treinamento de pessoal e nas necessidades de manutenção de dados.

Capítulo 2

Contexto de Mercado e Pesquisa

A avaliação das conseqüências da P&D, especificada em termos de lavoura, requer uma clara idéia da produção, da produtividade e dos aspectos comerciais das lavouras em questão, bem como da contribuição da pesquisa para mudanças observadas nesses componentes econômicos.

Neste capítulo, faz-se um esboço das economias da soja, do arroz de terras altas e do feijão comestível no Brasil – tal como evoluíram desde os primeiros anos da década de 60 – como base para a implementação e a interpretação do exercício de avaliação de pesquisa, detalhadamente descrito em capítulos subseqüentes. Mediante o uso de numerosas fontes de dados, no Brasil e no exterior, comparamos os padrões de produção, de rendimento e de comércio que variam ao longo do tempo para cada um dos três tipos de lavoura deste estudo e para o Brasil como um todo, situando as mudanças em âmbito regional, bem como em um contexto global. Em virtude da fundamentação biológica das tecnologias de melhoramento de lavouras e das respostas resultantes – determinadas de acordo com a localização – para essas novas tecnologias, utilizamos dados subnacionais (regionais) para descrever aspectos-chave das diferenças espaciais dentro do Brasil.

Concluimos o capítulo com uma breve revisão do desenvolvimento da pesquisa agrícola contemporânea no Brasil e das mudanças verificadas no papel da Embrapa nessa pesquisa, utilizando novos dados, que foram desenvolvidos conjuntamente pelo IFPRI e pela Embrapa, e que serão em breve referidos em Beintema et al. (2001).

O objetivo do presente estudo consiste em alcançar uma compreensão dos efeitos da pesquisa da Embrapa, tal como distinta da pesquisa realizada por outras agências, no Brasil e no

exterior. Um entendimento dos investimentos em P&D feitos por várias agências brasileiras de pesquisa agrícola e das mudanças gerais ocorridas nos papéis que elas desempenharam na pesquisa fornece contexto adequado para o cálculo de seus papéis específicos na pesquisa de melhoramento de lavouras de arroz de terras altas, feijão comestível e soja.

2.1 Padrões de Produção e Produtividade

Tendências gerais

A Tabela 1 mostra que o Brasil produziu quantidades consideravelmente maiores de feijão e de soja em 2001, em comparação aos dados de 1961. O crescimento na produção brasileira de soja tem-se mostrado espetacular, atingindo a média de 12,7% ao ano, de 1961 a 2001, comparada à de 0,79% ao ano, no caso do feijão comestível. Em contraste, a produção de arroz de terras altas declinou em 1,85% ao ano (de 1975 a 2000, período para o qual os dados se mostram disponíveis)¹, enquanto a produção total de arroz tendeu a um crescimento estável de 1961 até o final da década de 80, sem demonstrar claramente um padrão de crescimento futuro a partir de então.

Dessa forma, ao longo das últimas décadas, uma parcela crescente da produção mostrou-se proveniente de áreas diferentes daquelas irrigadas pelas chuvas e utilizadas nos sistemas de produção em terras altas. Em 1998, a produção de arroz de terras altas responde por somente 34% da produção total de arroz no Brasil, comparados com os quase 60% em 1976.

Tendências de produtividade. A Fig. 1 mostra as produtividades médias nacionais para cada lavoura, a partir de 1961. As produtividades médias da soja e do arroz de terras

¹ Os dados da produção do arroz de terras altas em 1967, 1981, 1989 e 1995 encontram-se disponíveis em Sanint (1999) e, no período de 1986 a 2000, os dados derivam-se do IBGE. Dados relativos ao período 1975 a 1985 foram construídos mediante aplicação dos números estaduais da produção de arroz de terras altas em relação às parcelas correspondentes ao arroz (em geral) para 1986 e aos respectivos totais de produção de arroz para o período 1985 a 2000.

Tabela 1. Quantidade produzida e rendimento no Brasil e em outras regiões, de 1961 a 2001.

Lavoura/Local	1961	1971	1981	1991	2001	Crescimento anual 1961 a 2001 ^d
	(Milhares de toneladas métricas)					(%)
Arroz em geral						
Brasil	5.392	6.593	8.228	9.488	10.301	1,51
Resto da ALC	2.721	4.231	7.583	7.952	11.459	3,69
ALC	8.113	10.824	15.811	17.440	21.759	2,45
Mundo	215.655	317.762	410.029	518.575	585.593	2,53
Arroz de terras altas						
Brasil	5.511 ^a	n.d.	5.773	5.026 ^b	3.599 ^c	n.d.
Resto da ALC	n.d.	n.d.	391	571 ^b	592 ^c	n.d.
ALC	5.511	n.a.	6.164	5.597 ^b	4.190 ^c	n.d.
Mundo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Feijão comestível						
Brasil	1.745	2.688	2.341	2.745	2.661	0,79
Resto da ALC	1.254	1.585	2.287	2.515	2.041	1,44
ALC	2.998	4.273	4.628	5.260	4.702	1,07
Mundo	11.173	12.497	15.024	16.340	18.005	1,21
Soja						
Brasil	271	2.077	15.007	14.938	36.815	12,72
Resto da ALC	46	498	5.487	13.821	30.185	16,28
ALC	317	2.576	20.494	28.759	66.999	13,77
Mundo	26.882	45.618	88.523	103.306	171.847	4,65

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Lavoura/Local	1961	1971	1981	1991	2001	Crescimento anual 1961 a 2001 ^d
	(kg/ha)					
Arroz em geral						
Brasil	1.699	1.384	1.349	2.302	3.224	1,78
Resto da ALC	2.042	2.707	3.520	3.646	4.528	1,96
ALC	1.800	1.711	1.915	2.767	3.800	2,05
Mundo	1.867	2.358	2.822	3.536	3.852	1,94
Arroz de terras altas						
Brasil	1.412 ^a	n.d.	1.051	1.223 ^b	1.319 ^c	n.d.
Resto da ALC	n.d.	n.d.	1.340	1.805 ^b	1.852 ^c	n.d.
ALC	n.d.	n.d.	1.066	1.264 ^b	1.375 ^c	n.d.
Mundo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Feijão comestível						
Brasil	676	683	466	505	705	-0,26
Resto da ALC	507	527	720	745	689	0,99
ALC	593	615	564	597	698	0,28
Mundo	493	541	578	624	699	0,93
Soja						
Brasil	1.127	1.210	1.765	1.553	2.680	2,25
Resto da ALC	1.598	1.776	1.971	2.269	2.466	0,95
ALC	1.177	1.290	1.816	1.831	2.579	1,99
Mundo	1.129	1.519	1.754	1.880	2.250	1,62

Fonte: À exceção do arroz de terras altas, todos os dados foram obtidos da Faostat (2002). Dados sobre o arroz de terras altas foram obtidos de Sanint (1999), com base em Sanint e Wood (1998).

Obs.: n.d. = não-disponível; ALC = América Latina e Caribe.

^a 1967, estimativa. A produção relativa ao arroz, em geral, em 1967, é de 6.792 mil toneladas métricas, e o rendimento médio do arroz, em geral, é de 1.583 kg/ha.

^b 1989, estimativa.

^c 1995, estimativa.

^d Taxas de crescimento calculadas pelo método de regressão dos mínimos quadrados.

altas no Brasil demonstraram tendência ascendente ao longo do tempo, a despeito de substanciais variações de ano para ano nos rendimentos (e, nos anos de 1978, 1986 e 1991, com declínios na produtividade particularmente grandes). Notavelmente, as respectivas produtividades de ambas as lavouras cresceram mais rapidamente durante os anos 90 do que em décadas anteriores, não indicando a existência de um platô na produtividade para essas mesmas lavouras, em contraste com o que indica o senso comum para os casos situados no mundo em desenvolvimento, de maneira geral (ver, por exemplo, Pingali e Heisey, 2001, ou Conway, 1997). Os níveis de produtividade do feijão comestível também se recuperaram durante os anos 90, depois de tendência declinante durante as três décadas anteriores, de tal forma que os rendimentos anuais nos últimos anos da década de 90 voltaram aos níveis obtidos durante os anos 60.

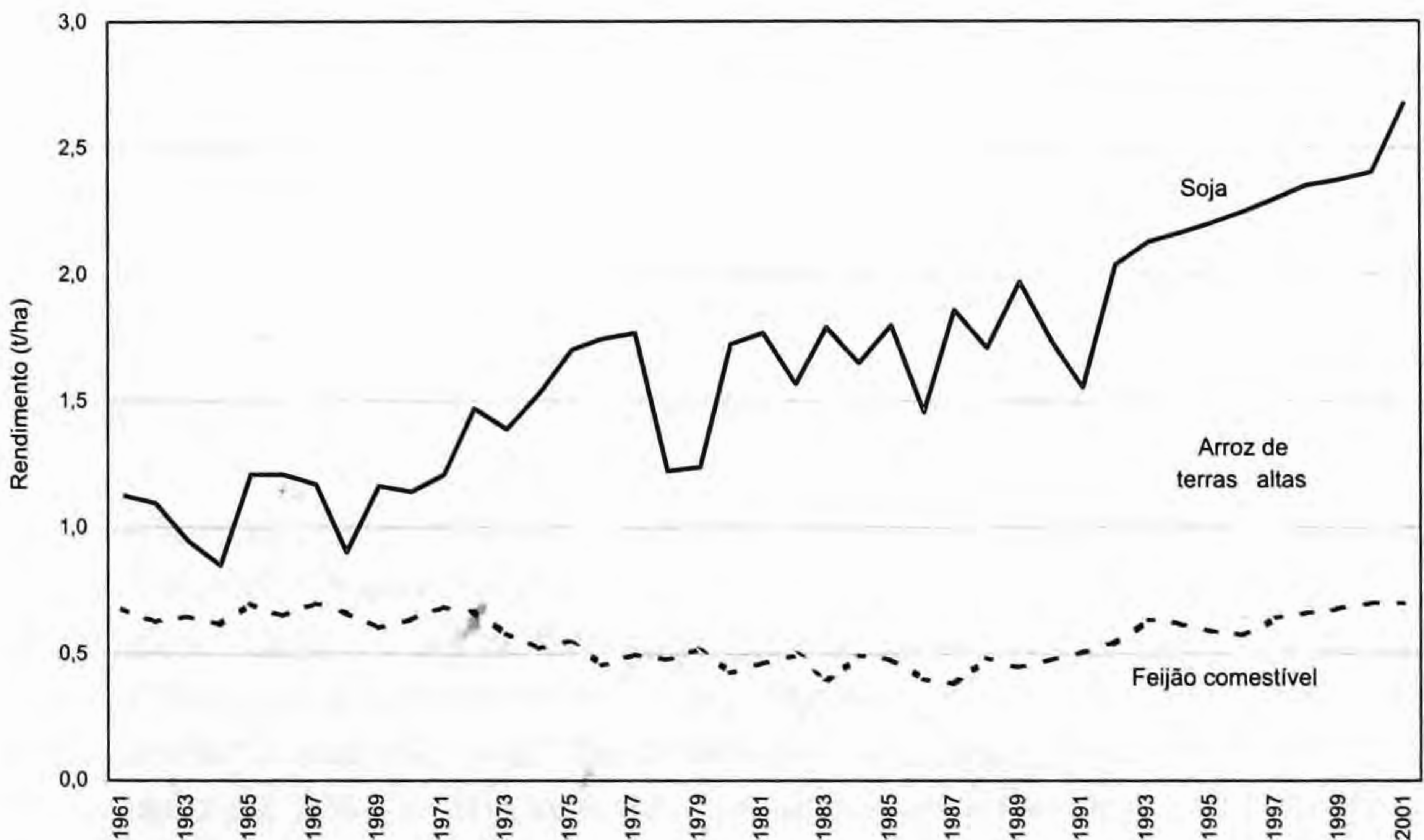


Fig. 1. Rendimentos brasileiros de feijão, soja e arroz de terras altas, de 1961 a 2001.

Fonte: À exceção do arroz de terras altas (*upland rice*), todos os dados foram obtidos da Faostat (2002). Os dados relativos ao arroz de terras altas foram baseados em estimativas feitas pelos autores e em dados obtidos do IBGE (vários anos).

De que maneira se comportam os níveis de produtividade brasileiros em comparação com os níveis observados em outras regiões do mundo? Os painéis da Fig. 2 mostram as produtividades

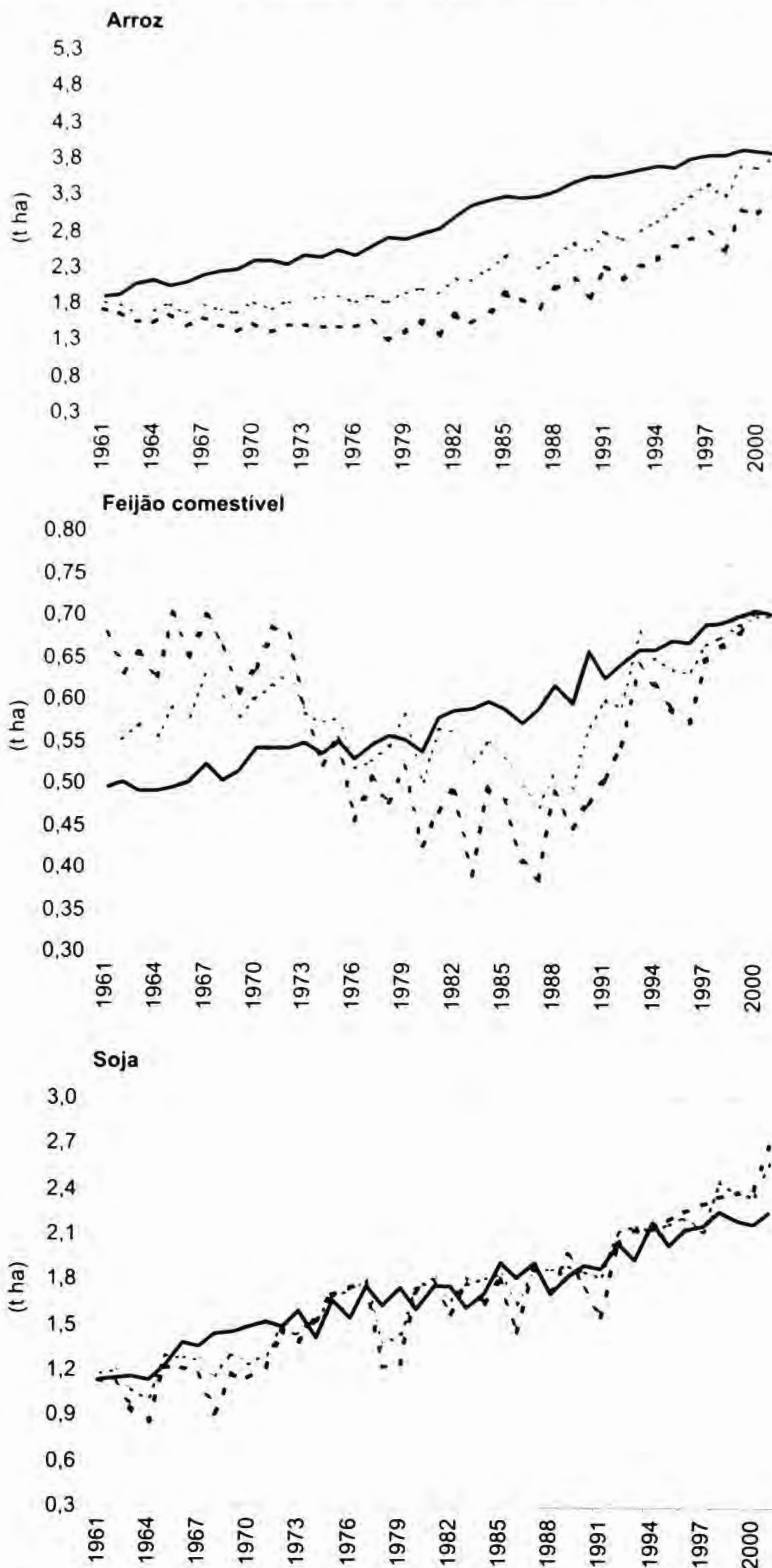


Fig. 2. Rendimentos de lavouras no Brasil e em outras regiões, de 1961 a 2000.

Fonte: Faostat (2002).

comparativas de cada lavoura a partir de 1961 (com as produtividades do arroz em geral, não de sequeiro, sendo incluídas em virtude da falta de dados comparáveis de outros arrozes de sequeiro em outras regiões do mundo).²

As produtividades médias brasileiras de soja cresceram, com o passar do tempo, em relação àquelas observadas em outras partes do mundo – atualmente, atingem, geralmente, níveis mais altos em comparação às produtividades médias mundiais –, ao passo que, nos primeiros anos da década de 60, aproximavam-se da média mundial.

A queda nos rendimentos brasileiros do feijão comestível – verificada de 1961 até fins dos anos 80 – não se reflete nem nos números correspondentes ao resto dos países latino-americanos nem na média mundial correspondente –, a qual revelou tendência ascendente a partir do início dos anos 60.

Os rendimentos brasileiros de arroz diminuíram um pouco durante a década de 60, estagnaram durante os anos 70 e cresceram ao longo das duas décadas subseqüentes – apesar de se encontrarem ainda bem abaixo dos rendimentos médios mundiais e da América Latina.

A mudança na produção relativa a cada lavoura foi, de forma mais importante, um fenômeno relacionado à área utilizada ou à produtividade? A Fig. 3 decompõe as origens do crescimento na produção para cada lavoura nos respectivos componentes de área e de produtividade. Entre as três lavouras que experimentaram um aumento na produção no período de 1975 a 2000, constataram-se diferenças marcantes nas origens daquele aumento. A área cultivada com feijão comestível experimentou uma retração, que foi contrabalançada por uma taxa muito maior de aumento na produtividade, de maneira que a produção se expandiu. Tanto a produtividade da soja como a respectiva área de cultivo experimentaram um aumento, contudo 59% do crescimento substancial da produção de soja deveu-se mais à expansão da área cultivada do que propriamente ao crescimento nas produtividades médias nacionais. Na Fig. 3, o painel à direita mostra que a taxa de crescimento nas produtividades por ano do arroz de terras altas foi prejudicada por uma contração da área

² Em 2000, estimamos que os rendimentos brasileiros de arroz de terras altas foram de 1,9 t/ha, em comparação com uma média de 5,2 t/ha de todo o restante da produção de arroz (que provém, principalmente – porém, não inteiramente – de áreas irrigadas).

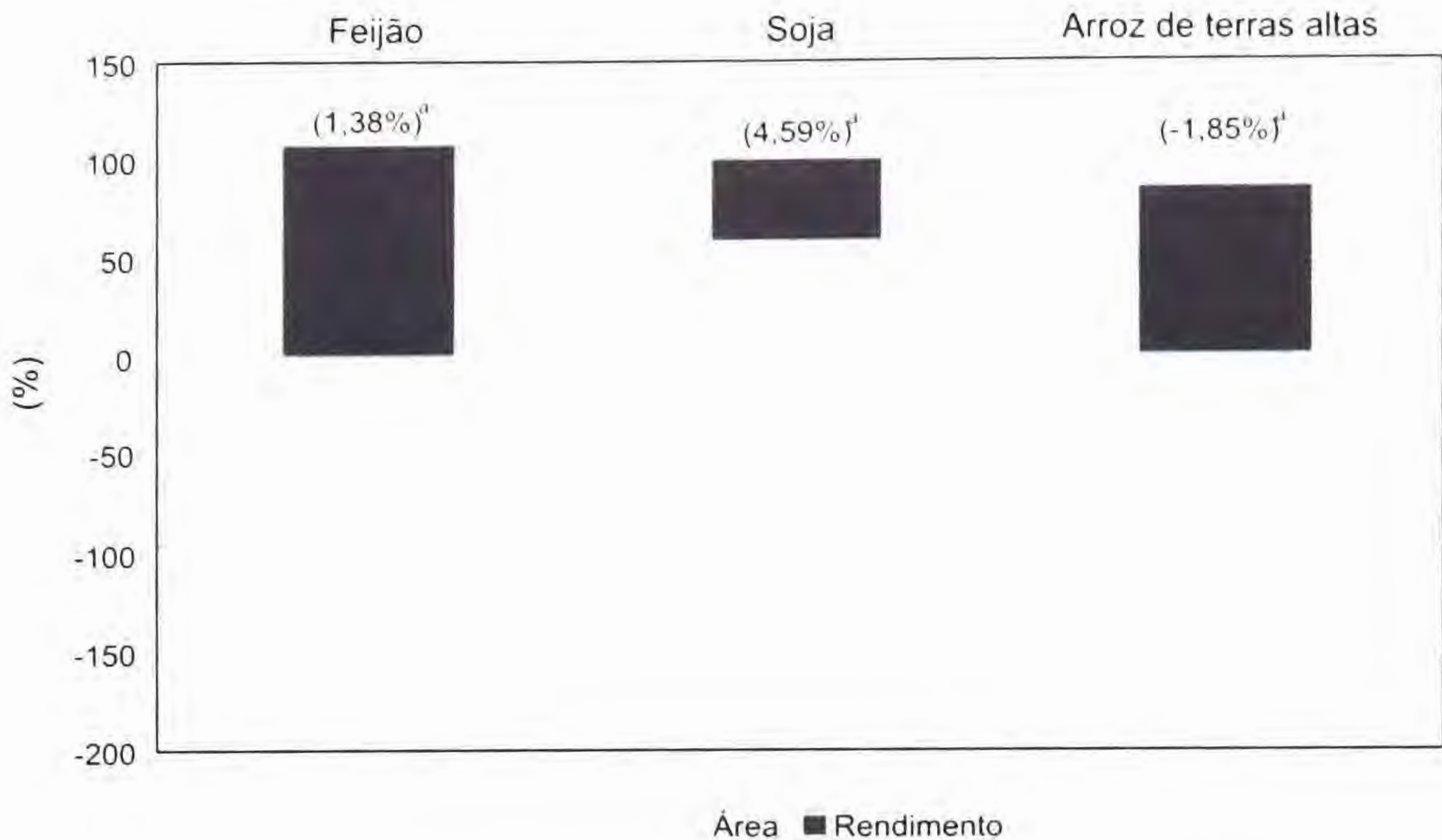


Fig. 3. Fontes de crescimento da produção, de 1975 a 2000.

Fonte: Compilado do IBGE (vários anos).

^a Taxa de crescimento da produção entre 1975 e 2000.

cultivada, de forma a ocasionar uma queda na produção do arroz de terras altas de 1,85% ao ano, em média, a partir de 1975.

Participação na produção internacional. Um componente potencialmente importante de um exercício de avaliação de P&D diz respeito às conseqüências das mudanças na produção brasileira sobre os preços internacionais. Se a produção brasileira surte efeitos mensuráveis nos preços mundiais, então ela deve compor a estrutura de avaliação – caso a intenção seja distribuir de maneira apropriada os ganhos entre a pesquisa desenvolvida pela Embrapa para os brasileiros e a pesquisa feita em outras partes do mundo (ver Capítulo 3).

A participação do Brasil na produção mundial fornece indicação da magnitude provável dos efeitos da P&D brasileira sobre os preços internacionais. A Tabela 2 relata a participação do Brasil na produção mundial e latino-americana desde 1961.

A economia total do Brasil mostra-se grande, especialmente em relação aos padrões latino-americanos, de forma que não causa surpresa o fato de o país responder por uma parcela dominante da produção de arroz de terras altas da região (mesmo

sendo esta inferior à produção total de arroz na região) e por mais da metade da produção regional de feijão comestível e de soja. Apesar de ter demonstrado rápido crescimento ao longo das últimas décadas, a produção brasileira de soja sofreu uma redução no mercado regional de 86% (em 1961) para 55% (em 2001) da produção total dos países latino-americanos. Esse fato decorre do aumento ainda mais dramático da produção argentina ao longo desse período.

Tal como a maioria dos países, quanto à maioria das lavouras, o Brasil é um participante bem menos importante nos mercados mundiais. Desde a década de 60, o País tem respondido por cerca de 15% a 16% da produção global de feijão comestível. Sua produção de arroz responde por uma parcela negligenciável e cada vez menor da produção global, representando menos do que 2% desta última, em 2001; contudo, sua produção de soja responde por uma grande e crescente parcela da produção mundial da planta.

Tabela 2. Participação da produção brasileira nos totais da América Latina e do mundo, de 1961 a 2001.

Lavoura/Local	1961	1971	1981	1991	2001
	(%)				
Arroz (geral)					
ALC	66,5	60,9	52,0	54,4	47,3
Mundo	2,5	2,1	2,0	1,8	1,8
Arroz de terras altas					
ALC	n.d.	n.d.	93,7	89,8 ^a	85,9 ^b
Mundo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Feijão comestível					
ALC	58,2	62,9	50,6	52,2	56,6
Mundo	15,6	21,5	15,6	16,8	14,8
Soja					
ALC	85,6	80,7	73,2	51,9	54,9
Mundo	1,0	4,6	17,0	14,5	21,4

Fonte: À exceção do arroz de terras altas, todos os dados foram tomados da Faostat (2002). Dados relativos ao arroz de terras altas foram obtidos de Sanint (1999), com base em Sanint e Wood (1998).

Obs.: n.d. = não-disponível; ALC = América Latina e Caribe, e é intercalado com o termo "América Latina".

^a 1989, estimativa.

^b 1995, estimativa.

A localização da produção

A produtividade e a qualidade das lavouras são afetadas por variações no clima e nos solos, pela incidência de pestes e doenças, e pelas práticas gerenciais e de produção voltadas para a superação ou a redução dos constrangimentos naturais para a produção. Muito da P&D agrícola é projetado para lidar com variações nos aspectos naturais da produção. As variedades de lavoura são criadas de forma a oferecer resistência a pestes e às doenças que sempre se desenvolvem, a competir melhor com plantas daninhas, a atingir um melhor desempenho em solos mais ácidos ou salinos ou com baixas taxas de macro ou micronutrientes, a resistir aos efeitos da seca em pontos-chave de seus ciclos de desenvolvimento e a resistir à incidência de ventos fortes, entre outras coisas. Todos esses fatores variam de acordo com a localização das lavouras, de tal forma que se torna importante saber onde as plantas são cultivadas e quanto é cultivado no total. Dessa forma, deslocando-se o foco dos totais nacionais para a localização da produção, atinge-se uma perspectiva muito mais rica e significativa sobre a produção agrícola no Brasil, pelo menos para fins de avaliação da P&D.

Esse fato se verifica especialmente quando um dos principais propósitos da pesquisa é desenvolver variedades melhoradas e práticas associadas de gerenciamento de lavoura, que permitiriam que certos tipos de planta fossem cultivados de maneira rentável em localidades até então inadequadas para a produção.

O desenvolvimento e a adaptação local de várias tecnologias de gerenciamento do solo (incluindo regimes de calagem em níveis ótimos de acordo com a localidade, bem como práticas básicas de aradura e irrigação), de forma a viabilizar o emprego eficaz de solos tropicais ácidos, provaram ser complementos essenciais da seleção de variedades e dos esforços de melhoramento para a lavoura da soja e para outras lavouras, que transformaram a Região dos Cerrados do Brasil, no decorrer das últimas décadas.

O rendimento da lavoura não é o único aspecto afetado por fatores ambientais relativos à localização. O meio ambiente também influencia a qualidade do grão, afetando em especial

seu tamanho, seu formato e sua composição em proteínas, fibras e nutrientes. Algumas dessas características e outras, como a cor, possuem também fundamentação genética, sendo de igual interesse para criadores de planta, especialmente quando há uma vantagem comercial ou um diferencial de preço para uma característica específica. A pesquisa do arroz de terras altas na Embrapa tem dado ênfase particular ao desenvolvimento de plantas de grão mais fino, implicando maior apelo de mercado.

A Tabela A1 do Apêndice apresenta os dez maiores Estados (de um total de 26) em termos de participação na produção nacional em cada uma das lavouras, em cada um dos três anos destacados (1975, 1985 e 2000). Essas parcelas, específicas de cada Estado, são resumidas graficamente nos painéis da Fig. 4. Para todas as lavouras, esses dez maiores Estados respondem por aproximadamente 90% da produção brasileira. A produção de soja é a mais espacialmente concentrada – somente cinco Estados produzem 83% do total nacional em 2000, e apenas três desses (Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso) respondem por quase dois terços do total daquele ano. A produção de feijão comestível é distribuída de maneira mais uniforme pelo Brasil, com os três maiores Estados produtores respondendo por 49% da produção total.

A estrutura da Tabela A2 do Apêndice é similar à da Tabela A1. O grau de concentração em termos de área cultivada é similar ao padrão espacial de produção, apesar de a área cultivada com feijão comestível ser um pouco menos concentrada do que a produção. Há algumas diferenças significativas no ranking de Estados por área cultivada e quantidade produzida. Por exemplo, em 2000, o Rio Grande do Sul figurava em primeiro lugar no ranking em termos de área cultivada com soja (22% do total), mas somente em terceiro lugar na produção (14,6%); Pernambuco teve a quarta maior área cultivada com feijão comestível (6,4%), mas figurou apenas em nono lugar em termos de produção (3,5%). Diferenças espaciais de produtividade explicam esse desencontro entre padrões espaciais de produção e de área cultivada/colhida.

Mudanças na produtividade bem como níveis de rendimento variam de maneira marcante ao longo do espaço. A Fig. 5 contém uma série de distribuições de frequência, uma para cada lavoura, que indica a quantidade da produção tomada

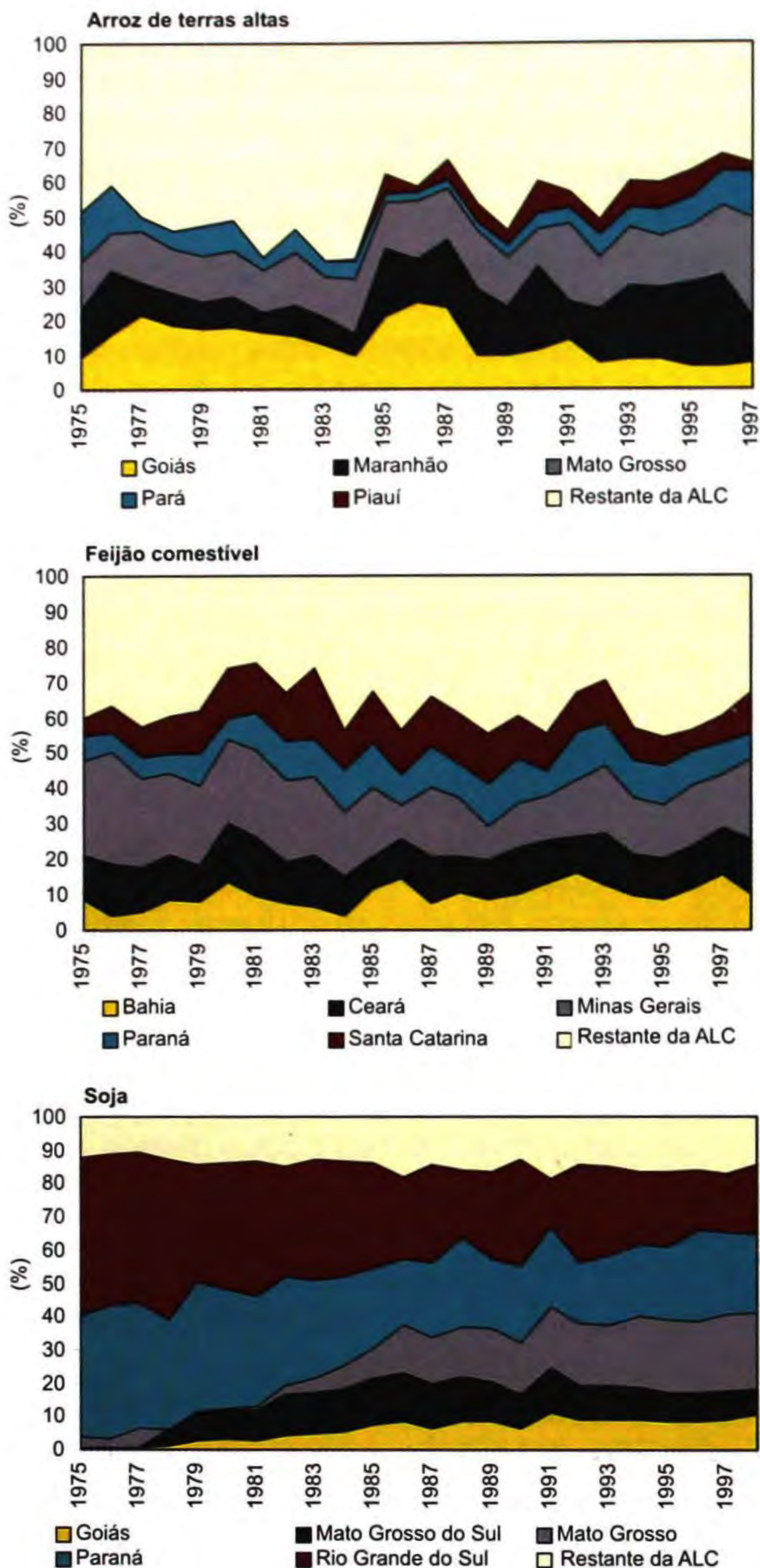


Fig. 4. Participações estaduais na produção, de 1961 a 1997.
 Fonte: À exceção do arroz de terras altas, todos os dados foram extraídos do IBGE (vários anos). Dados relativos ao arroz de terras altas foram baseados em estimativas dos autores e em dados do IBGE (vários anos).

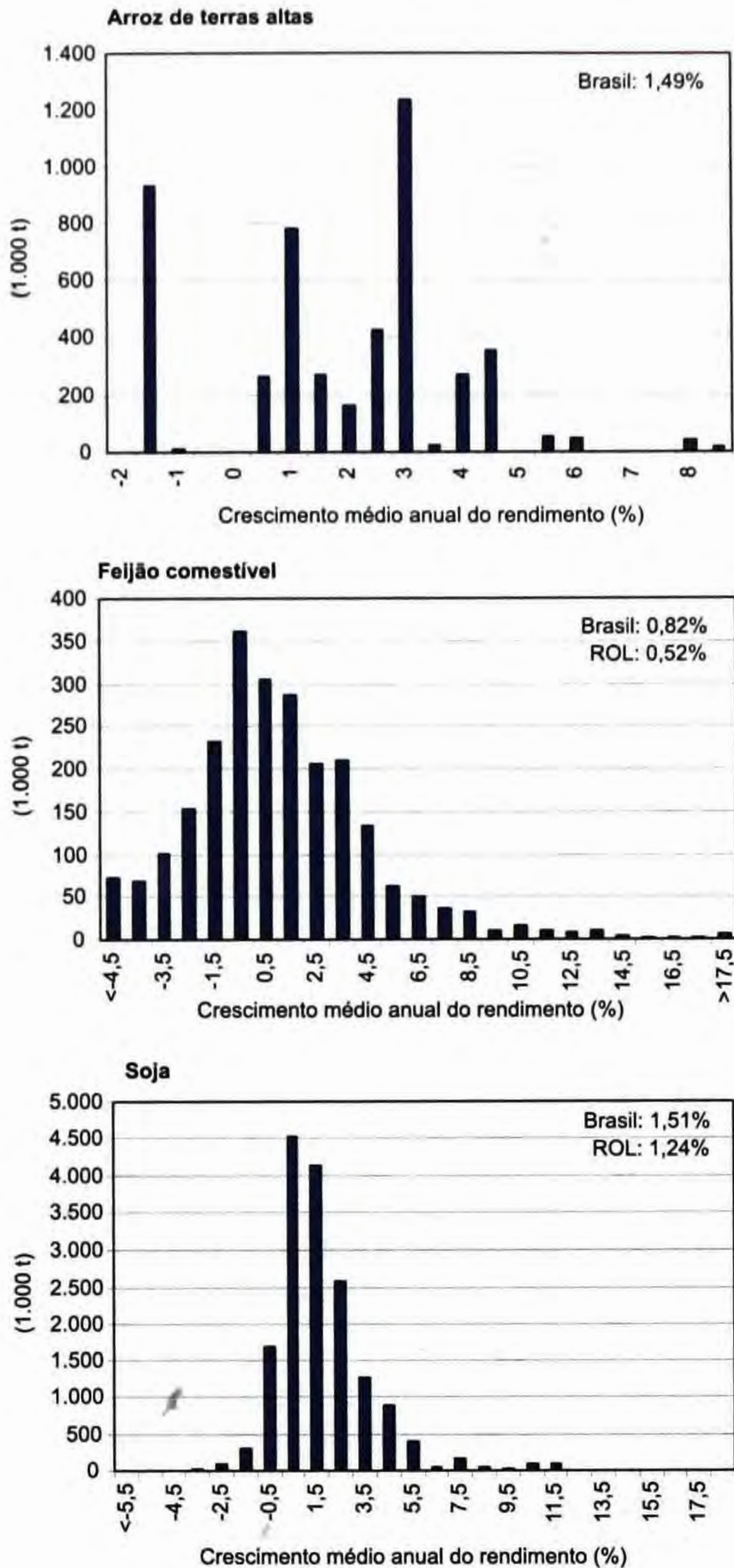


Fig. 5. Produção brasileira estratificada pelo crescimento médio nos rendimentos, de 1975 a 1995.

Fonte: À exceção do arroz de terras altas, todos os dados foram extraídos do IFPRI (2000). Os dados relativos ao arroz de terras altas foram baseados em estimativas dos autores e em dados obtidos do IBGE (vários anos).

das áreas agrupadas de acordo com sua alteração anual em termos de rendimento de lavoura ao longo do período 1975 a 95³. A Tabela 3 resume esses dados de acordo com a parcela da produção proveniente de áreas com produtividades declinantes desde 1975. Aquela tabela também fornece estimativas da participação na área total cultivada para cada lavoura que experimentou produtividades declinantes.

Constata-se uma grande variação espacial no desempenho das lavouras aqui estudadas. Áreas substanciais cobertas por feijão experimentaram consideráveis declínios de produtividade (superiores a 3% ao ano) desde meados dos anos 70; entretanto, aproximadamente 22% da área do feijão teve ganhos de produtividade excedentes a 3% ao ano. A variação espacial na produtividade da soja foi muito mais sutil – mais de 55% da área cultivada com soja teve ganhos de produtividade na faixa de 0 a 2% ao ano.

2.2 Tendências do Comércio

O Brasil (juntamente com muitos países) tanto importa como exporta as três plantas. Em parte, isso é um reflexo das

Tabela 3. Participação na área de lavoura e na produção por categoria de crescimento de rendimentos, médias anuais, de 1975 a 1995.

Crescimento de rendimentos	Arroz de terras altas	Feijão comestível	Soja
	(% ao ano)		
Produção			
< -3,0	0,0	10,2	0,2
0 a 2,0	30,2	24,8	52,9
> 3,0	16,5	25,0	18,5
Área			
< -3,0	0,0	12,9	0,3
0 a 2,0	26,7	23,3	55,4
> 3,0	17,5	22,1	16,6

Fonte: À exceção do arroz de terras altas, todos os dados foram obtidos do IFPRI (2002). Dados relativos ao arroz de terras altas foram baseados em estimativas dos autores e em dados obtidos do IBGE (vários anos).

³ As distribuições respectivas de feijão, milho e soja são derivadas de Alston et al. (2000).

diferenças sazonais na produção e das diferenças na qualidade e na forma das plantas comercializadas, bem como do comércio local nas fronteiras. A Tabela 4 relata o volume de exportações e importações brasileiras a cada 10 anos, a começar por 1961, de feijão comestível, arroz (não somente o arroz de terras altas, mas também outros tipos) e soja. Esses dados foram extraídos da base de dados da Faostat, acessível *on-line*, da Food and Agriculture Organization – FAO –, das Nações Unidas. Eles relatam a quantidade total de cada produto comercializado (não importando sua origem ou destino) em sua forma primária.

Durante boa parte dos anos 60 e 70, o Brasil foi um grande exportador de feijão comestível, mas atualmente é um importante importador do produto. O País passou de grande importador a grande exportador de arroz ao longo das últimas décadas. A soja é o único caso de lavoura, entre as três estudadas, em que o País teve um grande e persistente balanço comercial positivo desde 1961 (isto é, a quantidade exportada excedeu a quantidade importada). Em termos de valores transacionados, parcelas aproximadamente iguais de soja são transportadas na forma de grão e de farelo, com uma parcela significativa (porém menor) do valor total das exportações (18% em 1999) na forma de óleo.

Em 1999, o Brasil respondeu por mais de um terço da importação total latino-americana de feijão e por uma parcela negligenciável das exportações de arroz e feijão da região (Tabela 5). Em termos de comércio global, o Brasil respondeu por aproximadamente 6% das importações mundiais totais de feijão e arroz em 1999. Porém 47% das exportações latino-americanas de soja, agregando-se as exportações do produto em todas as suas formas, vieram do Brasil – ou seja, uma grande quantidade, mas significativamente menor que a participação correspondente ao início dos anos 60, quando o Brasil concentrava praticamente todas as exportações de soja da região.

A taxa de crescimento das exportações de soja da Argentina tem sido ainda superior à das exportações brasileiras de soja supracitadas, respondendo aquele país, atualmente, por cerca de 44% do valor das exportações regionais de soja (independentemente da forma). Em termos de comércio internacional, até fins dos anos 90, o Brasil e a Argentina respondiam, cada um, por cerca de 20% das exportações globais.

Tabela 4. Exportação e importação de arroz, feijão comestível e soja.

	Exportação					Importação				
	1961	1971	1981	1991	1999	1961	1971	1981	1991	1999
	(Em milhares de toneladas métricas)									
Arroz de várzea										
Brasil	193,8	217,1	64,2	2,6	76,3	0,0	2,2	209,6	1.410,8	1.437,9
Resto da ALC	268,5	424,7	877,1	819,4	2643,9	529,7	693,3	1.028,3	1.700,9	2.513,9
ALC	462,3	641,8	941,3	822,0	2.720,2	529,7	695,6	1.237,9	3.111,7	3.951,8
Mundo	9.215,1	12.567,6	19.074,6	20.058,0	39.907,7	9.312,6	12.004,7	19.565,1	18.904,7	3.8919,3
Feijão comestível										
Brasil	7,3	0,2	0,0	0,8	2,5	0,2	2,1	5,6	96,8	92,8
Resto da ALC	41,1	72,6	202,3	296,9	349,7	47,6	58,9	613,0	146,3	337,7
ALC	48,3	72,9	202,3	297,8	352,3	47,8	61,0	618,6	243,1	430,5
Mundo	510,7	659,7	1.616,9	1.889,9	2.495,6	386,1	581,4	1.667,3	1.559,2	1.801,2
Soja (grão)										
Brasil	73,3	214,4	1.449,7	2.020,5	8.917,4	0,0	1,3	931,3	281,8	582,3
Resto da ALC	0,3	24,9	2.458,8	5.587,7	5.314,6	21,9	191,4	1.303,5	1.946,7	5.186,1
ALC	73,5	239,2	3.908,5	7.608,2	14.231,9	21,9	192,7	2.234,8	2.228,6	5.768,4
Mundo	4.167,3	12.369,7	26.235,4	27.238,3	40.495,7	4.073,4	12.661,9	26.267,5	26.482,4	41.917,0
Soja (farelo)										
Brasil	33,0	901,4	8.891,4	7.488,6	10.430,9	0,0	0,0	0,0	0,0	78,1
Resto da ALC	0,0	29,6	550,9	6.241,4	14.000,3	44,9	194,7	857,4	1.640,9	3.133,9
ALC	33,0	931,0	9.442,3	13.730,0	24.431,2	44,9	194,7	857,4	1.640,9	3.212,0
Mundo	1.189,3	6.278,0	20.120,0	26.762,9	39.118,5	1.228,5	6.108,2	18.931,6	26.189,5	37.312,6
Soja (óleo)										
Brasil	0,0	6,7	1.285,6	512,3	1.556,3	0,1	2,8	0,0	67,6	159,6
Resto da ALC	0,0	0,8	73,6	1.291,2	3.250,9	39,6	96,2	432,5	521,4	1.025,5
ALC	0,0	7,5	1.359,2	1.803,4	4.807,2	39,7	99,1	432,5	589,0	1.185,0
Mundo	420,9	1.681,0	4.108,3	3.750,7	8.543,2	514,6	1.440,6	3.456,4	3.488,6	8.144,1

Fonte: Faostat (2002).

Obs.: ALC = América Latina e Caribe.

Tabela 5. Participação brasileira no comércio global e regional de arroz, feijão comestível e soja.

Lavoura/Local	Exportação					Importação				
	1961	1971	1981	1991	1999	1961	1971	1981	1991	1999
	(%)									
Arroz de várzea										
ALC	41,93	33,83	6,82	0,31	2,80	0,00	0,32	16,93	45,34	36,39
Mundo	2,10	1,73	0,34	0,01	0,19	0,00	0,02	1,07	7,46	3,69
Feijão comestível										
ALC	15,03	0,33	0,01	0,28	0,72	0,47	3,50	0,91	39,81	21,56
Mundo	1,42	0,04	0,00	0,04	0,10	0,06	0,37	0,34	6,21	5,15
Soja (grão)										
ALC	99,64	89,60	37,09	26,56	62,66	0,07	0,66	41,67	12,65	10,10
Mundo	1,76	1,73	5,53	7,42	22,02	0,00	0,01	3,55	1,06	1,39
Soja (farelo)										
ALC	100,00	96,82	94,17	54,54	42,69	0,00	0,00	0,00	0,00	2,43
Mundo	2,77	14,36	44,19	27,98	26,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21
Soja (óleo)										
ALC	0,00	88,94	94,59	28,41	32,37	0,14	2,83	0,00	11,48	13,46
Mundo	0,00	0,40	31,29	13,66	18,22	0,01	0,19	0,00	1,94	1,96

Fonte: Faostat (2002).

Obs.: ALC = América Latina e Caribe.

Fluxos de comércio bilateral

Nosso propósito agora é identificar os países que representam o destino principal das exportações brasileiras e, ao mesmo tempo, a origem de suas importações, para as culturas aqui examinadas.

A fim de quantificar os fluxos bilaterais de comércio entre o Brasil e outros países, utilizamos a Base de Dados de Estatísticas sobre o Comércio de *Commodities* (Commodity Trade Statistics Data Base – Comtrade), compilada pela Divisão de Estatística das Nações Unidas (United Nations Statistics Division – UNSD). Sempre que possível, os volumes e as quantidades (se relatadas) de comércio são expressas em unidades métricas. Para nossa análise, utilizamos os dados do SITC anual (terceira revisão) para o período 1994–98. Estimamos fluxos anuais de comércio bilateral mediante o uso da base de dados da Comtrade, que trata os países desenvolvidos como “relatores” e os países em desenvolvimento como “parceiros”⁴. Utilizando essa abordagem, compilamos uma série que inclui fluxos anuais de comércio bilateral entre 29 países desenvolvidos – tratados como “relatores” – e entre 168 países em desenvolvimento – tratados como “parceiros”. Dessa forma, adotamos as “exportações oriundas de países em desenvolvimento” como nossa estimativa das importações – vindas do Brasil e de outros países em desenvolvimento – relatadas pelos países desenvolvidos.

Os valores das exportações são expressos em preços FOB (*Free on Board*) e os das importações em preços CIF (*Cost, Insurance, Freight*), e assim o valor total relatado das importações torna-se geralmente maior do que o valor correspondente das exportações.⁵

Os produtos agrícolas são comercializados em sua forma bruta ou primária e em várias formas processadas. Como exemplo, o trigo é comercializado em forma de grão, farinha, massa, farelo

⁴ Economias em transição – principalmente as dos países ex-membros da União Soviética – não constam em nenhuma evidência sobre os fluxos de comércio bilateral, com base nos dados do Comtrade.

⁵ O Canadá, o México e a Austrália, cujas importações são relatadas em preços FOB, constituem exceção.

e amido; a soja, em forma de grão, óleo cru e refinado, farelo de soja e molho de soja. Compilamos os dados da Comtrade no nível mais desagregado, para nós disponível, na série três do SITC – ou seja, no nível de cinco dígitos.

A Tabela 6 relata os destinos regionais (desenvolvido, em desenvolvimento e em transição) e as fontes das exportações e importações, respectivamente, de culturas brasileiras. A maior parcela das importações brasileiras, de todos os três produtos, origina-se de países em desenvolvimento – em particular, a Argentina é a principal origem das importações de feijão; o Uruguai, das importações de arroz (com a Argentina vindo em segundo lugar nessa lista); e o Paraguai, das importações de soja. A Europa Ocidental é o principal destino das exportações brasileiras de feijão e soja, enquanto as exportações de arroz se dirigem a países sul-americanos. Nenhuma das economias em fase de transição da antiga União Soviética figura nas folhas de balanço das importações ou das exportações brasileiras.

2.3 Padrões de P&D⁶

A pesquisa agrícola começou no Brasil por volta de meados do século 19, ao mesmo tempo em que se formavam as primeiras instituições públicas de pesquisa agrícola nos Estados Unidos e na Europa. O imperador do Brasil⁷ aprovava o estabelecimento de cinco institutos imperiais de pesquisa, mas apenas dois deles, um na província da Bahia e do Rio de Janeiro, tornaram-se operacionais. Eles concentraram sua pesquisa em lavouras latifundiárias, como as do café e da cana-de-açúcar, destinadas principalmente aos mercados de exportação; procederam da mesma maneira muitas das estações de pesquisa que se formaram ao longo do século subsequente – a maior parte das quais localizava-se nos Estados mais ricos da Região Sudeste do País.

A despeito desse início precoce para os padrões internacionais, os componentes de um esforço de pesquisa

⁶ Os autores são gratos pela assistência recebida de Nienke Beintema, na preparação deste item.

⁷ O Brasil tornou-se independente de Portugal em 1822; dois imperadores regeram o País até 1889, ano em que se tornou uma República (Skidmore & Smith, 1997).

Tabela 6. Fluxo brasileiro de comércio bilateral, com médias anuais, de 1994 a 1998.

Comércio bilateral	Desenvolvido		Em desenvolvimento		Em transição		Mundo	
	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%
	(1.000 US\$)		(1.000 US\$)		(1.000 US\$)		(1.000 US\$)	
Importações								
Arroz	45.926	12,24	329.292	87,73	144	0,04	375.362	100
Feijão	8.680	8,87	89.160	91,13	-	0,00	97.840	100
Soja	90.631	24,14	284.869	75,86	-	0,00	375.500	100
Trigo	147.043	21,20	546.571	78,79	65	0,01	693.679	100
Exportações								
Arroz	2.875	76,23	889	23,58	7	0,19	3.771	100
Feijão	593	34,55	1.122	65,45	-	0,00	1.715	100
Soja	1.349.851	29,46	3.096.547	67,59	135.248	2,95	4.581.647	100
Trigo	3.199	93,18	208	6,06	26	0,75	3.433	100

Fonte: Compilado da base de dados da United Nations Statistical Division, Comtrade (1999).

nacional somente começaram a tomar forma no final dos anos 30 e no início dos anos 40. Em 1939, o Ministério da Agricultura inaugurou o Centro Nacional de Treinamento e Educação Agrícola – Cnepa –, que veio a se transformar no Departamento de Pesquisa e Extensão Agrícola – Dpea – em 1962. O Dpea (reintitulado Escritório de Pesquisa e Experimentos – EPE) teve sua sede transferida para Brasília em 1967, e evoluiu para uma rede nacional composta de nove institutos de pesquisa, organizados regionalmente e sustentados por 75 estações experimentais. Em 1971, o EPE foi reintitulado Departamento Nacional de Pesquisa e Experimentos Agrícolas – Dnpea – e, com a adição de algumas novas unidades centrais, tornou-se a base institucional e operacional da Embrapa, que incorporou as instalações do Dnpea e iniciou suas atividades em abril de 1974, após a aprovação do Congresso Nacional em dezembro de 1972.

A Embrapa foi estabelecida como uma corporação governamental, detendo grau de flexibilidade administrativa superior ao de uma típica agência governamental. Em 1999, a Embrapa já havia se tornado uma organização composta de 37 centros de pesquisa, empregando 2.064 cientistas e uma equipe composta de 8.619 funcionários. Embora seja a maior agência de pesquisa agrícola no Brasil, de forma alguma a Embrapa é a única. A Fig. 6 registra o padrão de gastos em pesquisa agrícola no Brasil (que é ajustado posteriormente, de acordo com a inflação), de 1976 a 1996, de vários grupos de agências. Constata-se considerável investimento em pesquisa agrícola encaminhada por agências públicas estaduais e universidades. Beitema et al. (2001) estimam que, até 1996, a Embrapa respondia por 52% da P&D agrícola desenvolvida com recursos públicos no Brasil; os governos estaduais, por 20%; e as universidades, por 21%. Apesar do predomínio da pesquisa no âmbito público, ainda há alguma parcela de pesquisa desenvolvida pelo setor privado e ligada à agricultura no Brasil.

Alguns detalhes institucionais básicos, relativos a cada um dos dois centros da Embrapa avaliados neste estudo, são fornecidos na Tabela 7. Os centros de arroz e feijão e de soja foram estabelecidos como instalações inteiramente novas (enquanto muitos centros herdaram as instalações do Dnpea e alguma parte de sua antiga equipe). Combinados, os dois centros

respondem por 4,6% dos gastos totais da Embrapa e por 5,8% da equipe total de cientistas em 1998, e se encontram no grupo dos maiores centros da instituição.

Ambos os centros concentram esforços na pesquisa de melhoramento de lavouras, conduzida, dentro da Embrapa, pelo governo estadual e por agências educacionais de nível superior – avaliada em termos da divisão do tempo de trabalho dos cientistas, e não propriamente em termos de recursos totais. A pesquisa de lavouras constitui aproximadamente metade de toda a pesquisa da Embrapa, e cerca da mesma proporção da pesquisa desenvolvida pelas universidades e pelos governos estaduais. Cerca de um terço de toda a pesquisa de lavoura na Embrapa e em agências estaduais é representado por pesquisa de melhoramento genético, e apenas um quarto da pesquisa de lavoura feita nas universidades recebe essa orientação. (Tabelas 8 e 9)

Embora a Embrapa seja uma organização de pesquisa de grande importância no Brasil, e até mesmo em âmbito mundial, há muita pesquisa sendo desenvolvida no Brasil e em outras

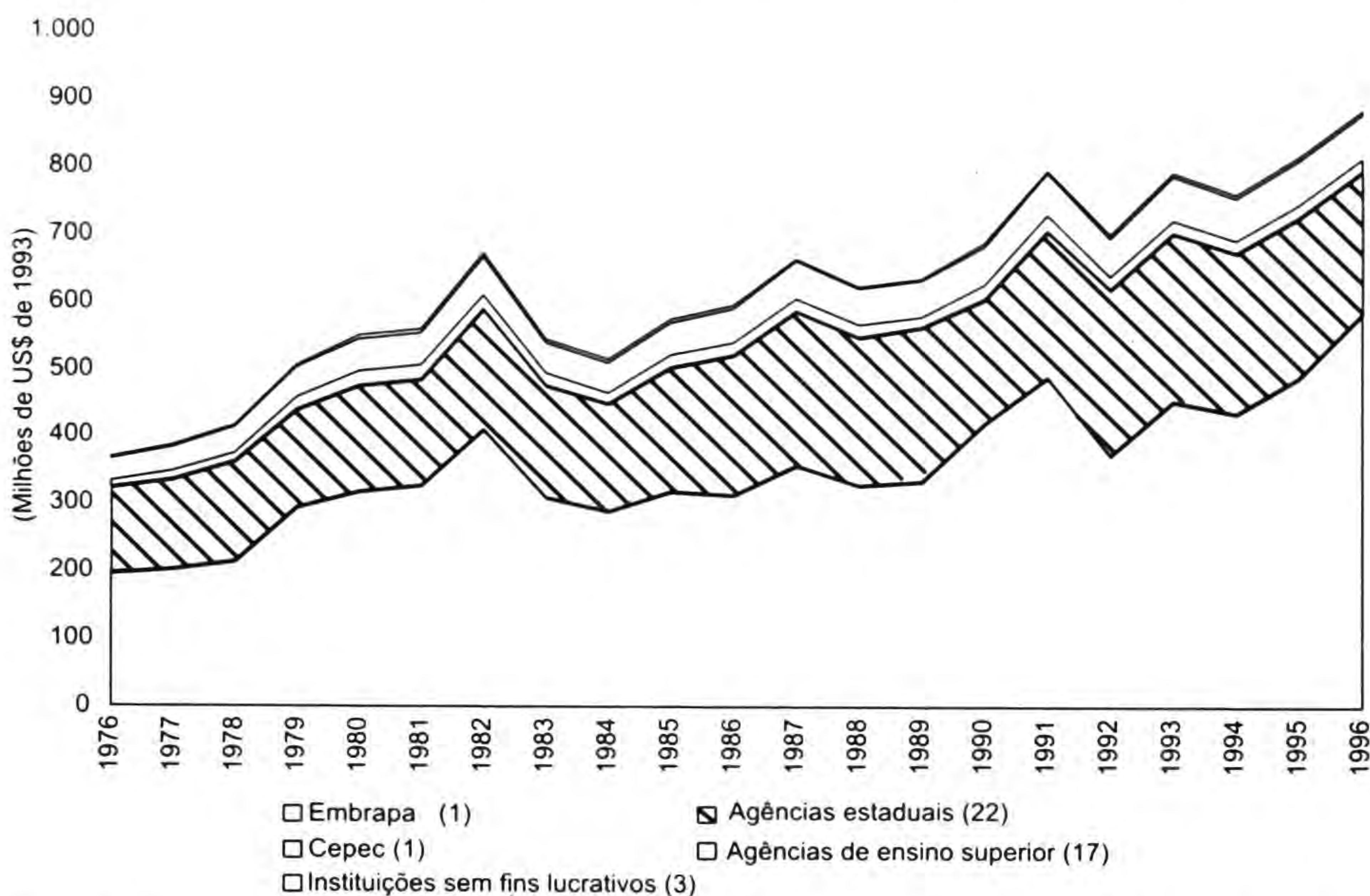


Fig. 6. Evolução dos gastos brasileiros com P&D agrícola, de 1976 a 1996.

Tabela 7. Perfil institucional de alguns dos centros de pesquisa da Embrapa, em 1996.

Sigla	Nome		Foco da pesquisa	Localização		Pesquisador		Gastos	
	Português	Inglês		Estado	Região	Total	%	Total	%
						(Em tempo integral)		(Milhões de R\$)	
CNPAF	Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão	National Center for Research on Rice and Beans	Arroz terras altas, feijão	Goiás	Centro-Oeste	52	2.5	11.7	2.2
CNPSO	Centro Nacional de Pesquisa de Soja (1975)	National Center for Research on Soybean	Soja, girassol	Paraná	Sul	61	3.0	12.9	2.4
Cenargen	Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia	National Center for Research on Genetic Resources and Biotechnology	Recursos genéticos, Biotecnologia	Distrito Federal	Centro-Oeste	114	5.5	19.5	3.6
—	Sede	Headquarters	—	Distrito Federal	Centro-Oeste	88	4.3	136.0	25.4
Embrapa, total	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	Brazilian Agricultural Research Corporation				2.063	100	535.6	100

Fonte: Beintema, Avila e Pardey (2001), adaptado da Tabela B.1 do Apêndice.

partes do mundo que não envolve diretamente a Embrapa. Com base em nossos cálculos, em 1996 (o último ano para o qual dados comparáveis internacionalmente estão disponíveis), a Embrapa respondeu por cerca de 30% da pesquisa pública feita na América Latina e por 3% de toda a pesquisa pública feita no mundo. Assim sendo, as perspectivas relativas a tecnologias de derivação desenvolvidas por outras agências são muito boas; a busca e a seleção dessas tecnologias, feitas com o intuito de acelerar a transmissão internacional de novos conhecimentos, provam ser de grande valia. Exemplifica esse fato um programa de pesquisa conjunto, estabelecido sobre bases de colaboração, que teve início no começo de 1998, com o envio de parte da equipe da Embrapa para as instalações da sede do Usda, em Beltsville, Maryland. Da mesma forma, grande parte da pesquisa da Embrapa é feita em parceria direta com outras agências estaduais, com universidades e com algumas agências privadas (com ou sem fins lucrativos, incluindo firmas domésticas e internacionais com operações locais).

O Brasil detém um grande número de universidades, com mais de 100 faculdades ou departamentos de ciências agrícolas que conduzem pesquisas. A maior parte dessas universidades é federal ou estadual; apenas algumas das universidades privadas oferecem treinamento, e, conseqüentemente, pesquisa, em ciências agrícolas (Alves, 1992).

Beintema et al. (2001) identificaram cinco instituições brasileiras sem fins lucrativos engajadas na pesquisa agrícola no final da década de 90. Uma delas, o Instituto Rio-Grandense de Arroz – Irga –, é uma agência pública autônoma estabelecida em 1938, sob legislação estadual, para conduzir pesquisas sobre produtores de arroz de várzea no Rio Grande do Sul, Estado que, em 1998, respondeu por 50% da produção brasileira total de arroz.

Além da pesquisa do arroz, o Irga também conduz pesquisa de milho, sorgo e soja. Desde sua fundação, o Irga já lançou trinta variedades de arroz. Durante os anos 80, algumas dessas variedades foram desenvolvidas em conjunto com a Embrapa (como, por exemplo, as variedades BR-Irga 409, 410 e 414) e transformaram-se em sucesso comercial (por exemplo, a variedade BR-Irga 409 foi cultivada em um espaço superior a 60% da terra

Tabela 8. Orientação dos pesquisadores brasileiros relativa ao produto, em 1996.

Atividade econômica	Agências governamentais			Instituições sem fins lucrativos	Instituições de ensino superior	Subtotal	Empreendimentos privados		Total
	Embrapa	Cepec	Estadual				Nacional	Multinacional	
Número de agências da amostra	37	1	21	4	10	74	8	3	85,0
	(Quantidade)								
	(Pesquisadores em tempo integral)								
Lavouras	906,7	73,9	871,5	102,0	109,5	2.063,6	38,0	17,0	2.118,6
Pecuária	322,2	4,5	339,4	—	53,2	719,4	14,1	—	737,4
Silvicultura	104,0	—	27,5	—	15,0	146,4	18,4	—	164,8
Piscicultura	10,0	—	86,3	—	1,9	98,2	—	—	98,2
Pós-colheita	81,6	10,7	112,9	15,0	13,5	233,7	—	—	233,7
Recursos naturais	201,7	—	128,1	—	11,9	341,6	0,5	—	342,1
Outros	196,8	—	163,6	—	6,1	366,5	—	—	366,5
Total	1.823,0	89,0	1.729,4	111,0	211,0	3.969,4	75,0	17,0	4.061,4
Participação (produto)	(%)								
Lavoura	49,7	83,0	50,4	87,2	51,9	52,0	50,6	100	52,1
Pecuária	17,7	5,0	19,6	—	25,2	18,1	24,1	—	18,1
Silvicultura	5,7	—	1,6	—	7,1	3,7	24,5	—	4,1
Piscicultura	0,6	—	5,0	—	0,9	2,5	—	—	2,4
Pós-colheita	4,5	12,0	6,5	12,8	6,4	5,9	—	—	5,8
Recursos naturais	11,1	—	7,4	—	5,6	8,6	0,7	—	8,4
Outros	10,8	—	9,5	—	2,9	9,2	—	—	9,0
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Particip. (categoria institucional)	(%)								
Lavouras	42,8	3,5	41,1	4,8	5,2	97,4	1,8	0,8	100
Pecuária	43,7	0,6	46,0	—	7,2	97,5	1,9	—	100
Silvicultura	63,1	—	16,7	—	9,1	88,8	11,2	—	100
Piscicultura	10,2	—	87,9	—	1,9	100	—	—	100
Pós-colheita	34,9	4,6	48,3	6,4	5,8	100	—	—	100
Recursos naturais	58,9	—	37,4	—	3,5	99,8	0,2	—	100
Outros	53,7	—	44,6	—	1,7	100	—	—	100
Total	44,9	2,2	42,6	2,9	5,2	97,7	1,8	0,4	100

Calculando e atribuindo os benefícios da pesquisa

Tabela 9. Orientação temática dos pesquisadores brasileiros, em 1996.

Orientação temática	Agências governamentais			Instituições sem fins lucrativos	Instituições de ensino superior	Subtotal	Empreendimentos privados		Total
	Centros da Embrapa	Cepec	Estadual				Nacional	Multinacional	
Número de agências na amostra	36	1	21	5	12	75	8	3	86
Número de pesquisadores	(Pesquisadores em tempo integral)								
Melhoramento genético de lavoura	294,1	9,2	266,4	50,5	17,5	637,6	34,8	7,4	679,9
Controle de pestes e doenças de lavoura	193,6	20,6	131,8	16,2	13,4	375,6	5,7	9,2	390,5
Outras lavouras	370,3	21,7	452,1	20,7	37,8	902,6	10,3	0,5	913,3
Melhoramento genético de animais	56,7	—	71,9	—	16,8	145,4	10,9	—	156,3
Controle de pestes e doenças de animais	26,2	—	87,7	—	27,5	141,5	4,3	—	145,8
Outros animais	207,3	4,3	217,1	—	53,6	482,3	2,6	—	484,8
Solo	121,5	6,6	86,4	3,2	17,7	235,5	1,4	—	236,9
Água	48,3	1,1	16,7	2,6	3,9	72,6	—	—	72,6
Outros recursos naturais	107,1	6,6	49,7	—	3,1	166,5	1,3	—	167,8
Pós-colheita	90,1	6,6	121,0	17,3	10,3	245,2	0,3	—	245,5
Outros	288,9	12,5	228,5	6,6	25,5	561,9	3,4	—	565,3
Total	1.804,0	89,0	1.729,4	117,0	227,2	3.996,6	75,0	17,0	4.058,6
Participação por tema de pesquisa	(%)								
Melhoramento genético de lavoura	16,3	10,3	15,4	43,1	7,7	16,1	46,4	43,5	16,8
Controle de pestes e doenças de lavoura	10,7	23,1	7,6	13,8	5,9	9,5	7,6	53,8	9,6
Outras lavouras	20,5	24,4	26,1	17,7	16,7	22,8	13,7	2,6	22,5
Melhoramento genético de animais	3,1	—	4,2	—	7,4	3,7	14,5	—	3,9
Controle de pestes e doenças de animais	1,5	—	5,1	—	12,1	3,6	5,8	—	3,6
Outros animais	11,5	4,8	12,6	—	23,6	12,2	3,4	—	11,9
Solo	6,7	7,4	5,0	2,7	7,8	5,9	1,9	—	5,8
Água	2,7	1,2	1,0	2,2	1,7	1,8	—	—	1,8
Outros recursos naturais	5,9	7,4	2,9	—	1,4	4,2	1,7	—	4,1
Pós-colheita	5,0	7,4	7,0	14,8	4,5	6,2	0,4	—	6,0
Outros	16,0	14,0	13,2	5,6	11,2	14,2	4,6	—	13,9
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Continua...

Tabela 9. Continuação.

Orientação temática	Agências governamentais			Instituições sem fins lucrativos	Instituições de ensino superior	Subtotal	Empreendimentos privados		Total
	Centros da Embrapa	Cepec	Estadual				Nacional	Multinacional	
Participação por categoria institucional					(%)				
Melhoramento genético de lavoura	43,3	1,3	39,2	7,4	2,6	93,8	5,1	1,1	100
Controle de pestes e doenças de lavoura	49,6	5,3	33,8	4,1	3,4	96,2	1,5	2,3	100
Outras lavouras	40,5	2,4	49,5	2,3	4,1	98,8	1,1	0,0	100
Melhoramento genético de animais	36,3	–	46,0	–	10,7	93,0	7,0	–	100
Controle de pestes e doenças de animais	18,0	–	60,2	–	18,9	97,0	3,0	–	100
Outros animais	42,8	0,9	44,8	–	11,0	99,5	0,5	–	100
Solo	51,3	2,8	36,5	1,4	7,5	99,4	0,6	–	100
Água	66,5	1,5	23,0	3,6	5,4	100	–	–	100
Outros recursos naturais	63,8	3,9	29,7	–	1,9	99,2	0,8	–	100
Pós-colheita	36,7	2,7	49,3	7,0	4,2	99,9	0,1	–	100
Outros	51,1	2,2	40,6	1,2	4,5	99,4	0,6	–	100
Total	44,4	2,2	42,6	2,9	5,6	97,7	1,8	0,4	100

Fonte: Beintema, Avila e Pardey (2001, Tabela 16).

da área plantada com arroz no Estado, em meados dos anos 80). A variedade BR-Irga 414, lançada em 1987, foi o último dos produtos dessa parceria; lançamentos mais recentes, como a Irga 416 (comercializada em 1991), a Irga 417 (lançada em 1995) e as variedades Irga 418, 419 e 420 (todas lançadas em 1999), têm sido desenvolvidas pelo Irga sem a colaboração da Embrapa.

O Brasil possui um setor privado crescente e ativo, que oferece tecnologias e serviços relativos principalmente a insumos de plantio (incluindo agroquímicos, serviços de criação e nutrição animal, fertilizantes, sementes, medicamentos para uso veterinário e maquinaria) e processamento de alimentos. Há pouca informação específica para utilização na pesquisa local que sustenta essas tecnologias, mas, para Beintema et al. (2001), a impressão obtida leva a pensar que muitas das tecnologias resultam da difusão no Brasil de pesquisas feitas em outros lugares.⁸

Algumas das empresas nacionais de produção de sementes realmente desenvolvem pesquisas no Brasil, muitas das quais envolvendo testagens locais e seleção de germoplasmas melhorados, desenvolvidos em outros lugares. Desde meados dos anos 90, uma quantidade considerável dessas empresas (especialmente aquelas que negociam milho e soja no mercado) tem sido ultrapassada por corporações multinacionais. Por exemplo, a Sementes Agrocere, a Braskalb (representante no Brasil da DeKalb) e as operações locais de semente da Cargil foram todas adquiridas pela Monsanto (que, por sua vez, se encontra em processo de se tornar parte da Pharmacia). Como consequência, em 1998/99, a Monsanto respondeu por 63% do mercado brasileiro de sementes de milho, outras firmas estrangeiras ocuparam 22% desse mercado, e os 15% restantes foram supridos por companhias brasileiras de produção de sementes – incluindo a Unimilho, uma associação de empresas privadas locais que adaptam e negociam sementes baseadas em material fornecido pela Embrapa (B. Filho & Garcia, 2000). Outras firmas dignas de nota são a Souza Cruz (integrante da British-

⁸ Roseboom (1999) chegou a conclusão semelhante em um estudo individual das fontes das tecnologias agrícolas brasileiras.

American Tobacco) – que detém cinco estações de experimentos, engajadas majoritariamente na criação de novas variedades de tabaco – e a Profigen, uma companhia norte-americana. A Agristar juntamente com a SVS do Brasil (a sucursal brasileira da empresa mexicana Seminis, que inclui a Asgrow, a Horticeres, a Petoseed e a Royal Sluis) desenvolvem uma gama de variedades melhoradas de vegetais.

Capítulo 3

Princípios e Práticas de Avaliação de Programas de Melhoramento de Variedades

Neste capítulo, expomos os princípios econômicos subjacentes da pesquisa de melhoramento de variedades e, com base nesses princípios – combinados com a realidade das limitações de dados e de outras fontes –, os métodos práticos de avaliação dos benefícios e dos custos da pesquisa.

Iniciamos com a teoria básica de avaliação dos benefícios totais do melhoramento de variedades de plantas, antes de nos dedicarmos aos problemas de atribuição que surgem na determinação de quais investimentos de pesquisa, feitos por qual instituição e em que período, foram responsáveis por determinados melhoramentos de variedades que resultaram nesses benefícios. Algumas questões gerais que decorrem do custeio de programas específicos de melhoramento de variedades em uma instituição de pesquisa multifacetada são discutidas no final do capítulo.

3.1 Princípios Básicos de Economia

Os economistas têm desenvolvido uma variedade de modelos e técnicas para descrever, analisar e mensurar os efeitos econômicos da pesquisa agrícola. Esses modelos medem essas conseqüências em termos de benefício econômico total e sua distribuição entre os vários segmentos da sociedade, com base na premissa implícita de que essas medições, notadamente

econômicas dos benefícios, atendem aos objetivos daqueles que fazem os investimentos na pesquisa.⁹

Neste item, introduzimos os principais elementos de um modelo econômico convencional de benefícios de pesquisa numa economia fechada, que nós então ampliamos, considerando os reflexos advindos do comércio internacional e da P&D. Esses conceitos são todos tratados pela perspectiva de um governo nacional, que conduz pesquisas no próprio nome.

O uso de variedades melhoradas em uma economia fechada

Em primeiro lugar, consideremos o caso de uma economia fechada, em um único país (ou região), sem qualquer atividade de comércio internacional e, portanto, não sofrendo os reflexos dos preços e dos fluxos de tecnologia internacionais.

Supondo-se que a pesquisa resulta em uma variedade de planta com um nível de produtividade mais alto, cuja adoção leva a um aumento nos rendimentos, a ponto de promover uma maior produção com a mesma quantidade de insumos ou, de maneira equivalente, permitir que a mesma quantidade produzida seja alcançada com a utilização de menor quantidade de insumos – em outras palavras, uma redução de custos por unidade produzida. Além disso, supondo-se que o emprego da nova variedade proporcione uma redução de custo R , por unidade produzida, e que desloque completamente as variedades utilizadas anteriormente a ponto de, em âmbito industrial, deslocar negativamente a curva de oferta (ou custo marginal) em um valor R por unidade produzida. Então, como mostra a Fig. 1, mediante respostas competitivas ao custo reduzido da produção, a adoção de novas variedades leva a um aumento na produção e no consumo de Q_0 para Q_1 , e o preço de mercado cai de P_0 para P_1 .

A despeito de obterem um preço menor por unidade, os produtores atingem uma situação melhor, pois os custos de

⁹ Os métodos aqui desenvolvidos tratam da avaliação e da atribuição dos benefícios da pesquisa de melhoramento. Alston et al. (1995), especialmente nos Capítulos 2 e 4, tratam de forma mais ampla os modelos econômicos de avaliação da P&D agrícola e examinam algumas críticas aos modelos.

produção por unidade reduziram de uma quantidade R , que é superior à redução no preço $\Delta P = P_1 - P_0$. O lucro do produtor, por unidade, aumenta de $R + \Delta P$ (dado que ΔP é um número negativo, no caso de uma redução no preço induzida pela pesquisa). Dessa forma, os benefícios para o produtor equivalem aproximadamente à quantidade produzida multiplicada pelo benefício por unidade, isto é, $Q \times (R + \Delta P)$. Os consumidores, por sua vez, beneficiam-se dos preços menores, em uma medida aproximadamente igual à sua redução de custo sobre a quantidade total consumida, isto é, $-\Delta P \times Q$. Os benefícios totais são obtidos com a soma dos benefícios do produtor e do consumidor. Fazendo-se uma aproximação, a redução de custo por unidade multiplicada

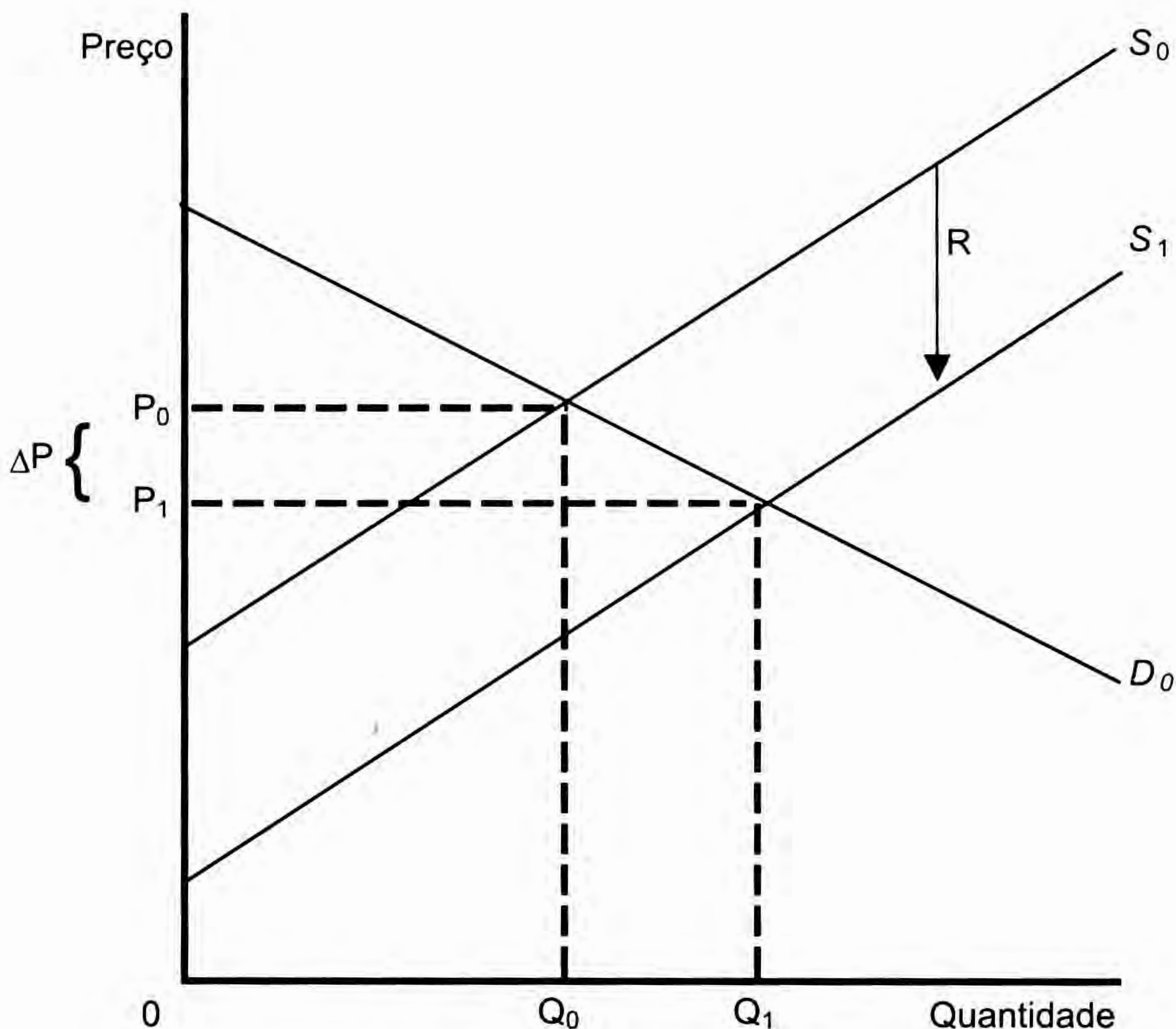


Fig. 1. Benefícios da adoção de uma variedade de maior rendimento em uma economia fechada.

pela quantidade total é comumente usada como a medida dos benefícios brutos anuais de pesquisa (*Gross Annual Research Benefits*), isto é, $GARB = R \times Q$ ¹⁰.

Isso se baseia na suposição de que o uso da nova variedade não envolve mudanças na qualidade do produto. Suponhamos que o uso de uma nova variedade alternativa não envolva nenhuma mudança nos custos de produção, mas sim uma melhoria na qualidade do grão, e que os consumidores (ou processadores) estejam dispostos a pagar um valor adicional V por unidade pelo produto de qualidade melhorada¹¹ – por exemplo, melhoria da qualidade de cozimento do arroz. No nível industrial, quando a nova variedade é inteiramente adotada (novamente, para fins de simplificação, assumindo-se a substituição total das outras variedades) e a indústria se adapta completamente às mudanças, a mudança na disposição do consumidor de pagar pela qualidade mais alta resulta em um aumento tanto do preço como da quantidade.¹² Na Fig. 2, o aumento na disposição de pagar do consumidor é representada por um deslocamento positivo da demanda em V , por unidade. Os preços de mercado sofrem, então, uma elevação de ΔP .

Apesar de os consumidores pagarem um preço mais alto por unidade, eles se vêem em melhor situação, pois sua disposição para pagar sofreu um aumento de V por unidade, que é maior

¹⁰ Martin & Alston (1997) mostram que essa mesma aproximação do valor do excedente do produtor seria uma medida exata da alteração nos lucros do produtor sob as formas funcionais, além de outras suposições que tipicamente fundamentam a estimação do excedente do produtor.

¹¹ A demanda do consumidor não se modifica como resultado do melhoramento, e, em alguns casos, modelá-la como se o fizesse pode levar a equívocos. De acordo com uma visão alternativa e mais natural, a adoção de uma variedade melhorada reduziria custos de processamento. Isso poderia ser tratado como outra mudança de tipo R , em um nível mais elevado na cadeia de mercado, em um modelo explícito de múltiplos mercados. No presente contexto, no nível do mercado de *commodities*, isso pode ser expresso como uma mudança na demanda pelo produto.

¹² A adoção parcial de uma nova variedade é mais típica, requerendo, talvez, tratamento explícito de diversas variedades com diferentes tecnologias de produção e diferentes qualidades de produto (e, portanto, preços diferentes) em um contexto de múltiplos produtos. Os problemas de modelamento mais sérios emergem da variação de qualidade, uma vez que ela implica diferentes preços e requer uma abordagem que permita agregar quantidades de produtos essencialmente diferentes. Como uma aproximação, alguns modelam o mercado total como uma combinação ou uma média ponderada de diferentes qualidades.

que o aumento no preço. Dados os benefícios para o consumidor, por unidade, equivalentes a $V - \Delta P$, seus benefícios são aproximadamente iguais a $Q \times (V - \Delta P)$. Os produtores, por sua vez, beneficiam-se com um valor aproximadamente igual ao aumento no preço multiplicado pela quantidade original – isto é, $Q \times \Delta P$. Os benefícios totais são obtidos pela soma dos benefícios do produtor e do consumidor. Fazendo-se uma aproximação, os benefícios brutos anuais de pesquisa (*GARB*) são dados por $GARB = V \times Q$.

A Fig. 3 demonstra uma situação em que o uso de uma nova variedade envolve tanto uma redução de custo por unidade R (associada, digamos, a produtividades maiores) – representada por uma mudança na oferta – quanto um aumento por unidade V na disposição de pagar do consumidor (associada, digamos, a uma melhoria na qualidade) – representada por uma mudança na demanda. O efeito combinado dessas duas mudanças provoca

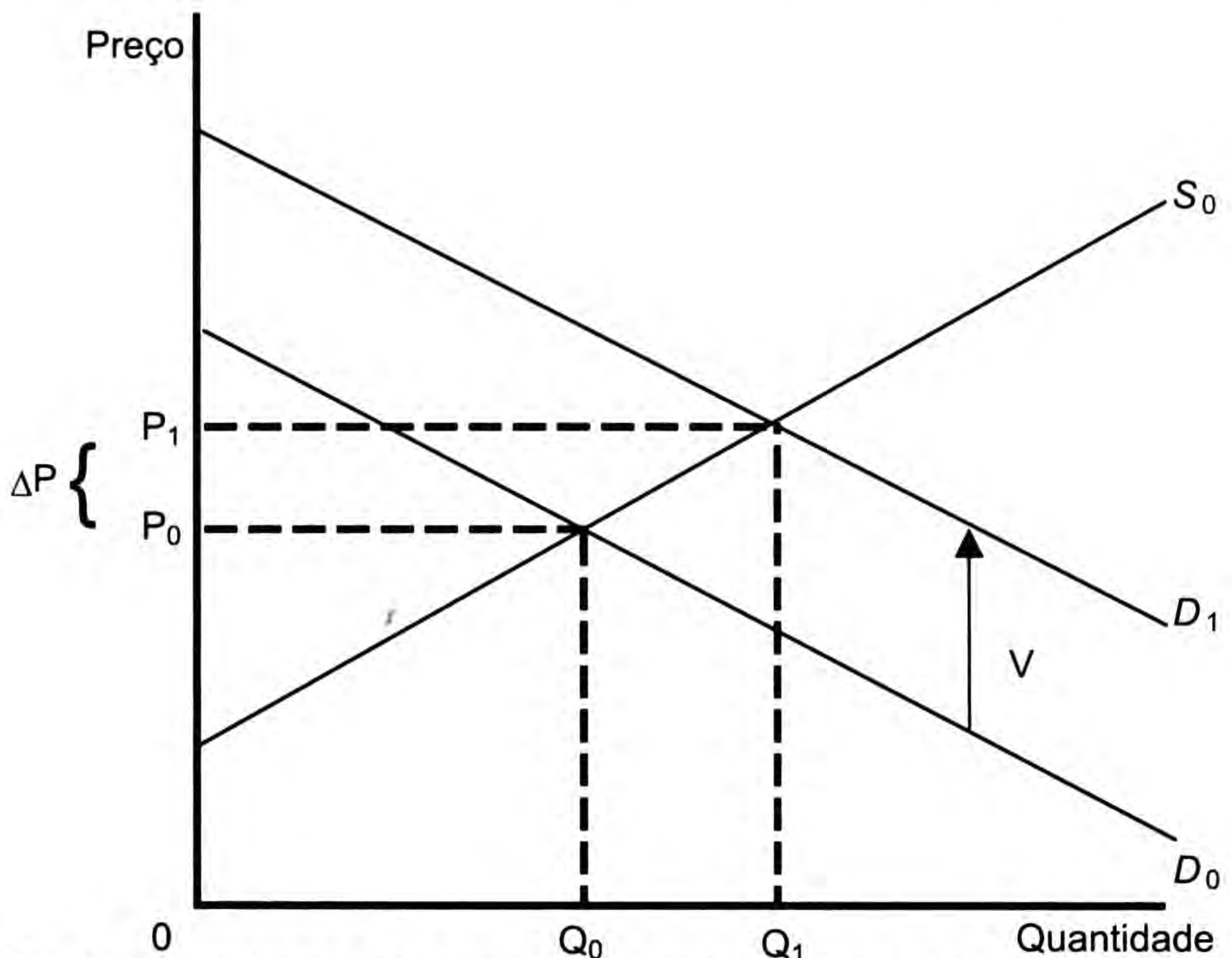


Fig. 2. Benefícios da adoção de uma variedade com grãos de qualidade superior em uma economia fechada.

um aumento na produção e no consumo (demonstrado como um aumento de Q_0 para Q_1), mas os efeitos sobre os preços mostram-se ambíguos, dependendo de o quão forem as mudanças na oferta e na demanda. Na Fig. 3, o aumento na demanda mostra-se menor (isto é, $V < R$), e o preço de mercado cai de P_0 para P_1 .¹³

Combinando-se esses efeitos, os fluxos anuais de benefícios ao consumidores, aos produtores e ao País como um todo podem ser calculados, por aproximação, por:¹⁴

$$\text{Benefício do consumidor} = Q \times (V - \Delta P) \quad (3.1a)$$

$$\text{Benefício do produtor} = Q \times (R + \Delta P) \quad (3.1b)$$

$$\text{Benefício total} = Q \times (R + V) \quad (3.1c)$$

A distribuição do benefício total entre produtores e consumidores depende do sinal e do tamanho da mudança no preço (ΔP) relativos à redução nos custos (R) e ao aumento na disposição para pagar (V).¹⁵ Em troca, a mudança nos preços depende das elasticidades (sensibilidade a alterações no preço) de oferta e demanda, combinadas com os tamanhos relativos das mudanças na oferta e na demanda, R e V . Em especial, quanto mais elástica (isto é, mais sensível a alterações no preço) for a oferta em relação à demanda, maior será a parcela do consumidor nos benefícios totais da pesquisa (e menor a parcela

¹³ Para mudanças de preço razoavelmente pequenas (digamos, de menos de 10%), podemos utilizar a aproximação: $\Delta P = (V - R) / (\epsilon + \eta)$, em que ϵ é a elasticidade da demanda e η é o valor absoluto da elasticidade da oferta. De forma semelhante, podemos obter uma aproximação da mudança na quantidade, utilizando $\Delta Q = (Q/P)(\epsilon V - \eta R) / (\epsilon + \eta)$. No caso de alimentos comercializados, as mesmas fórmulas se aplicam, mas as elasticidades serão agora as elasticidades da demanda perante os fornecedores do produto doméstico, depois de se levar em conta a demanda por exportações ou a oferta de importações, bem como a demanda doméstica.

¹⁴ As medidas convencionais incluem os triângulos, bem como os retângulos dos trapézios de valores tradicionais ao produtor e ao consumidor. Dessa forma, uma aproximação relativamente mais exata das medidas convencionais de benefícios é dada pela substituição da quantidade inicial Q_0 pela média das quantidades anteriores e posteriores à pesquisa.

¹⁵ Alguns estudos têm tratado questões distributivas que emergem quando a pesquisa é aplicável em diferentes fases de um sistema de produção multifásico, no qual os produtos intermediários e finais são comercializados internacionalmente. Evidentemente, a soja e o arroz não são produtos finais. Todavia, para os presentes propósitos, torna-se suficiente abstrair-se das atividades mercadológicas e de processamento, e tratar os produtos tanto como bens finais quanto como bens primários. A desagregação entre essas duas categorias mostra-se relevante sobretudo em questões distributivas não suscitadas aqui.

do produtor), e vice-versa. Na medida em que a mudança técnica induzida pela pesquisa provoca uma redução nos preços, os consumidores recebem alguns benefícios e os benefícios aos produtores são diminuídos, e aqueles produtores que são relativamente incapazes de tirar proveito das novas tecnologias são passíveis de se tornar perdedores líquidos. Contudo, os prejuízos para os produtores, como um grupo, são improváveis, uma vez que a condição necessária para sua incidência não é comumente atingida, em particular quando se consideram os fluxos de comércio inter-regional e internacional (ver, por exemplo, Gardner, 1998; Alston & Pardey, 1995a).¹⁶

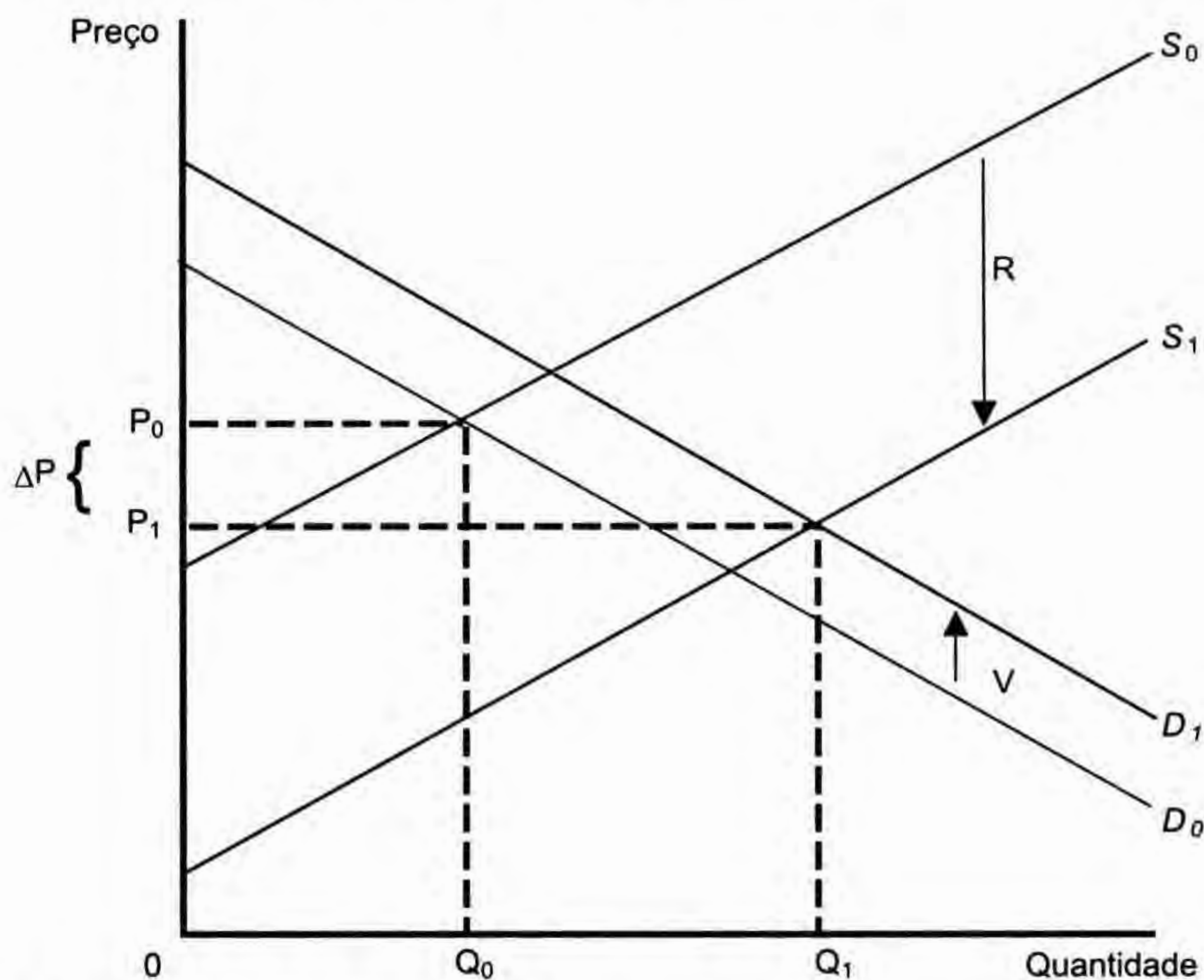


Fig. 3. Benefícios da adoção de uma variedade de maior rendimento e de qualidade superior em uma economia fechada.

¹⁶ Uma representação mais genérica dessas aproximações é dada pela interpretação do consumo e da produção em uma região em particular, i , C_i e Q_i . Suponhamos que, na região i , a utilização da nova variedade resulte em uma economia de custo de R_i por unidade, e em um aumento na disposição de pagar do consumidor de V_i . A combinação de tais fatores em um modelo – incluindo-se o comércio entre todas as regiões do mundo – resulta em uma variação de preço de ΔP_i na região i , que pode diferir de região para região em virtude dos custos de transporte, das tarifas de importação, e assim por diante. Dessa forma, os benefícios à região i , levando-se em conta o fluxo de preços e de tecnologias, são iguais a: benefício ao consumidor = $C_i (V_i - \Delta P_i)$; benefício ao produtor = $Q_i (R_i + \Delta P_i)$; e o benefício total é igual à soma dos benefícios aos produtores e aos consumidores.

Impactos no comércio inter-regional

A discussão anterior diz respeito a uma economia fechada, que pode se tornar uma boa aproximação para um bem não comercializado. Todavia, não se mostra como uma representação apropriada para um bem importado (tal como os feijões comestíveis ou o arroz na economia brasileira) ou um bem exportado (tal como a soja na economia brasileira). No caso desses produtos em particular, a fim de computar os efeitos de uma dada inovação sobre os preços e sobre o bem-estar social, deve-se necessariamente levar em conta os reflexos dos fluxos internacionais de tecnologia (isto é, quando outros países se beneficiam dos resultados da P&D doméstica, e vice-versa), de forma a obter medidas mais corretas dos efeitos domésticos da pesquisa feita dentro do país. Quando produtores localizados em mais de um país podem adotar e se beneficiar de uma nova tecnologia, são os aumentos resultantes na produção (e na qualidade) global que determinam os efeitos da adoção de novas variedades sobre os preços. A distribuição internacional de benefícios e custos dessa adoção depende dos padrões globais de comércio para determinado produto e da aplicabilidade da nova tecnologia em diferentes lugares, refletida no padrão da adoção.

No presente contexto, será necessário considerar a remessa de tecnologia para o Brasil, oriunda de outros países (especialmente no caso da soja) e dos centros do Cgiar (especialmente no caso do feijão e do arroz) na determinação da parcela atribuível aos investimentos em pesquisa da Embrapa no melhoramento tecnológico total no Brasil. Contudo, o alcance das remessas brasileiras de variedades de plantas não parece ter sido tão grande a ponto de provocar impactos significativos nos preços internacionais para os produtos que nos interessam aqui. Ainda que seja razoável desconsiderar os efeitos das remessas de tecnologia, não se pode assumir que os preços internacionais não sofram alterações pela adoção da Embrapa de novas variedades de lavoura no Brasil – pelo menos no caso da soja.¹⁷

¹⁷ Em 1998, o Brasil exportou 9,274 milhões de toneladas métricas de soja, o equivalente a 30% de sua produção; 10,447 mmt de farelo de soja, ou 61% de sua produção; e

Em vista disso, além de considerar o modelo de economia fechada, devemos pensar também em termos de um modelo de economia aberta (ou de transação de bens).

No cenário de economia aberta, tanto no papel de importador (no caso do feijão) como de exportador (no caso do arroz), é importante fazer distinção entre o caso do “pequeno país” (no qual o preço mundial é constante) e o caso de um “país grande” (no qual o preço mundial cai quando a produção brasileira aumenta). No primeiro caso, a adoção de variedades de lavoura de maior rendimento não afeta o preço do produto, significando que todos os benefícios são absorvidos pelos produtores e que a aproximação feita acima para os benefícios nacionais permanece válida. De forma similar, a adoção de uma variedade de qualidade melhor deslocaria para cima a linha do (exógeno) preço mundial, porém novamente todos os benefícios iriam para os produtores adeptos da nova variedade.

A Fig. 4 representa a adoção de variedades de lavoura de maior rendimento no caso de um grande país exportador. Nesse modelo, S representa a oferta brasileira, D_T representa a demanda total (a soma das demandas internas e de exportação) e D_d representa a demanda doméstica. Nesse caso, quando a oferta sofre um deslocamento negativo R , por unidade, o preço no mercado mundial cai de P_0 para P_1 . Os benefícios ao produtor e ao consumidor são representados da mesma forma em que são representados em um modelo de economia fechada. Alguns dos

1,365 mmt de óleo de soja, ou 33% de sua produção. Apesar de o mercado de exportações ser de evidente importância para o Brasil, é a produção brasileira como parcela da produção global que determina a medida da capacidade do país de influenciar os preços mundiais. Em 1998, as parcelas brasileiras na produção global foram de 5,8% no caso da soja, 10,2% para o farelo de soja e 5,8% para o óleo de soja. Se a elasticidade da demanda final para esses produtos fosse, digamos, $\eta = -0,5$, então a elasticidade de curto prazo da demanda η_B confrontada pelo Brasil seria aproximadamente igual à elasticidade da demanda total dividida pela participação brasileira na produção mundial ($s_B = 0,058$ a $0,102$): $\eta_B = \eta/s_B = -4$ a -9 . Essa é uma elasticidade de curto prazo, uma vez que não oferece abertura para a consideração de nenhuma reação do lado da oferta em outros países. Tais elasticidades significam que um aumento de 10% na oferta brasileira de soja pode provocar uma queda nos preços mundiais de 1% a 3%, que não pode ser desprezada, mas que, ao mesmo tempo, não surtiria efeito significativo sobre a medida dos benefícios gerados pela pesquisa. Com relação aos outros produtos, o Brasil importa uma parcela pequena – porém significativa – de seu consumo interno (cerca de 7% no caso do feijão, 6% para o milho, e 17% para o arroz em 1998). Além desse fato, essas importações representam uma fração muito pequena do mercado internacional, o que torna razoável tratar o Brasil como um tomador de preços.

benefícios ao consumidor, contudo, se estendem aos “consumidores” estrangeiros. Aqui, os benefícios podem ser calculados, aproximadamente, como:

$$\text{Benefício do "consumidor" doméstico} = - C \times \Delta P \quad (3.2a)$$

$$\text{Benefício do "consumidor" estrangeiro} = (C - Q) \times \Delta P \quad (3.2b)$$

$$\text{Benefício doméstico do produtor} = Q \times (R + \Delta P) \quad (3.2c)$$

$$\text{Benefício doméstico total} = Q \times R - (C - Q) \times \Delta P \quad (3.2d)$$

$$\text{Benefício global} = Q \times R \quad (3.2e)$$

Um ponto importante a ser notado é que o benefício doméstico total depende agora das mudanças nos preços mundiais. Dessa forma, se a mudança tecnológica levar a alterações significativas nos preços internacionais, então devemos mensurar a mudança nos preços e estar atentos à diferença entre quantidade produzida e quantidade consumida, de modo a calcular os benefícios domésticos totais.

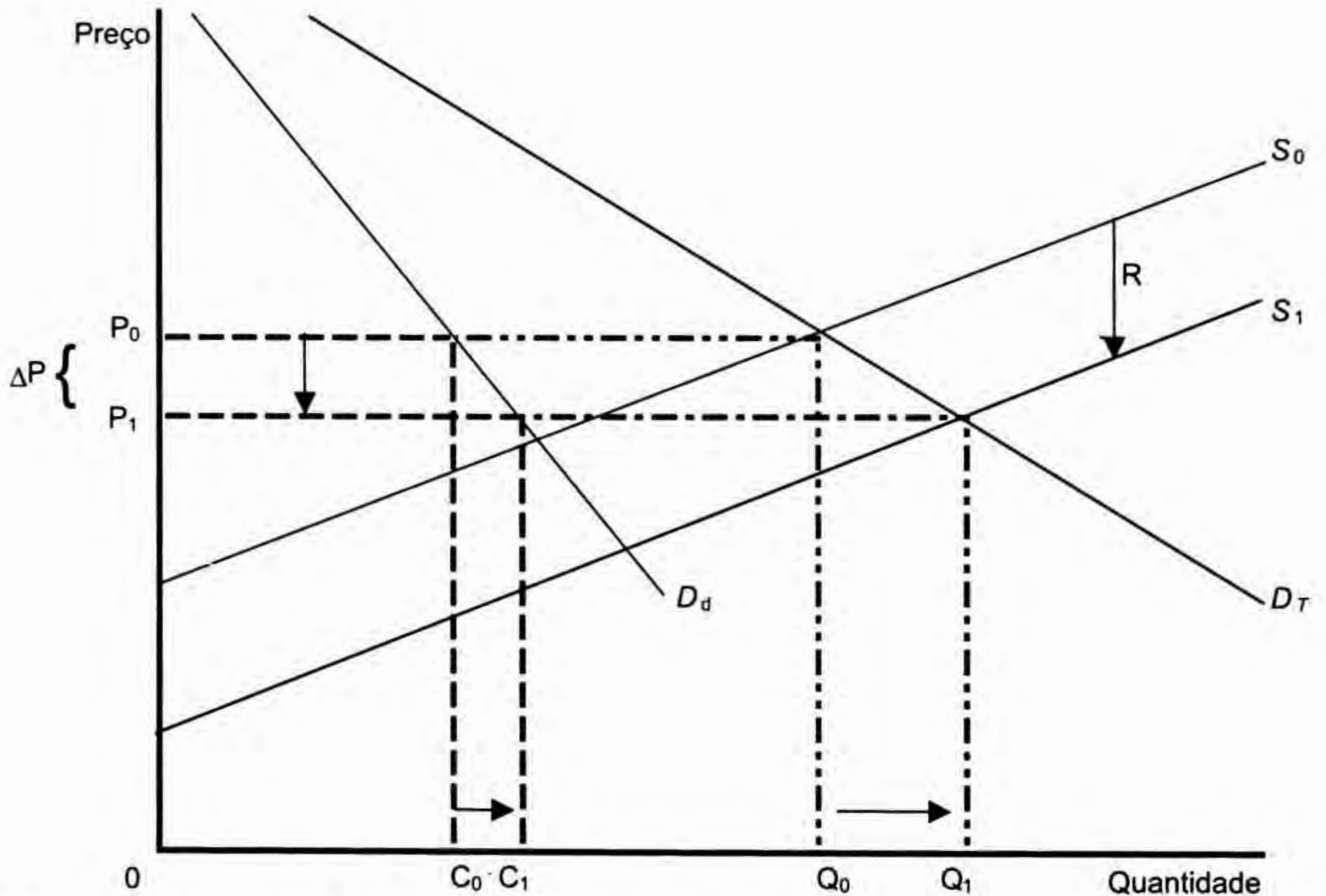


Fig. 4. Benefícios da adoção de uma variedade de alto rendimento em um grande país exportador.

Intervalos na P&D

As avaliações dos efeitos econômicos da pesquisa envolvem procedimentos que explicam os processos de adaptação de correntes de benefícios e custos, uma vez que pode haver grandes intervalos de tempo entre o investimento inicial na pesquisa, a eventual adoção dos resultados e o fluxo dos benefícios. A Fig. 5 representa esquematicamente a adaptação dos fluxos de benefícios e custos originados por um investimento bem-sucedido no desenvolvimento de uma nova variedade de planta.¹⁸ O eixo vertical representa o *fluxo de benefícios e custos* em um determinado ano, e o eixo horizontal representa os anos que se seguem desde o início do projeto.

Inicialmente, o projeto envolve gastos sem benefícios, de forma que, durante o *intervalo de tempo da pesquisa* (digamos, de 3 a 10 anos), os fluxos são todos negativos. Em seguida, após o intervalo de tempo da pesquisa, pode haver um novo atraso – um *intervalo de tempo de desenvolvimento* de vários anos –, envolvendo amostras do campo para testagem, certificação e aprovação da variedade e da multiplicação da semente. Mesmo quando um produto comercial se encontra disponível, ainda há intervalos de tempo maiores até que o emprego pleno da nova tecnologia seja alcançado. O *intervalo de tempo do emprego (adoção)* pode se estender por vários anos.

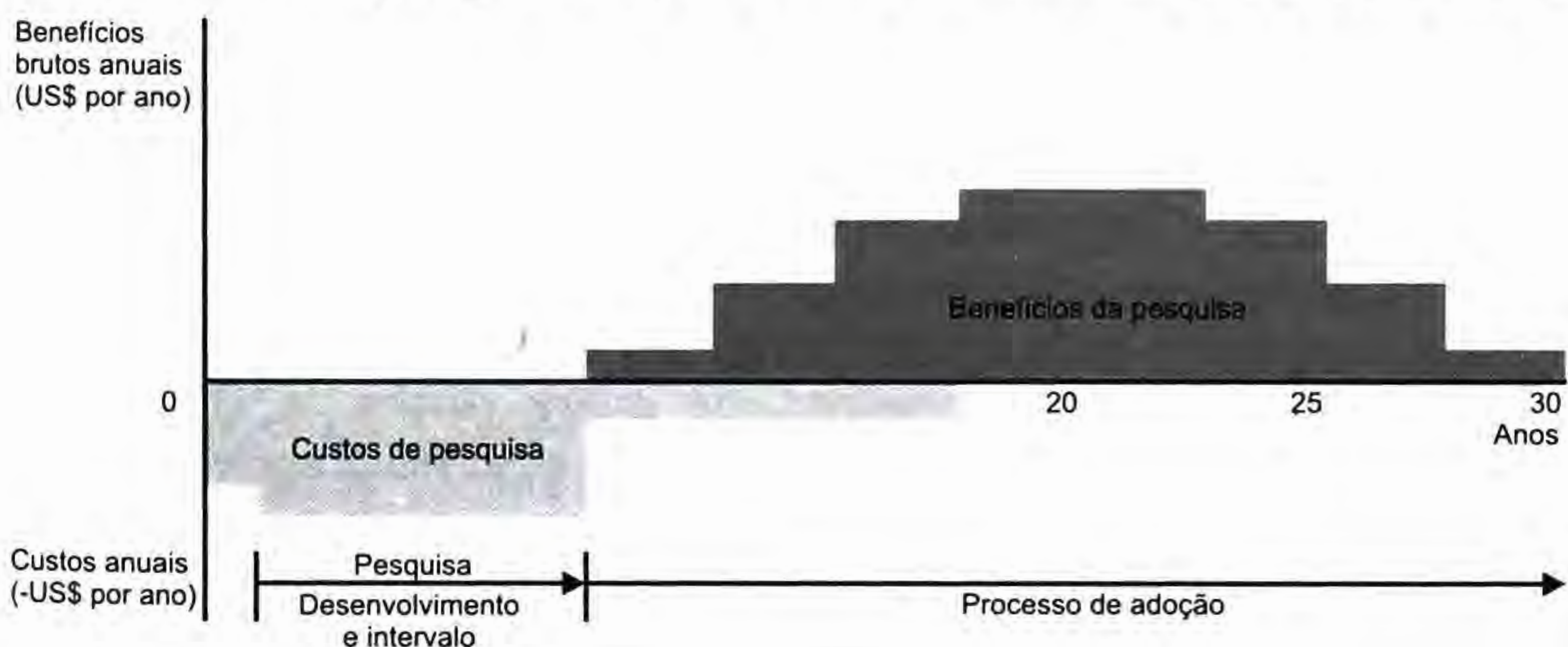


Fig. 5. Benefícios e custos da pesquisa ao longo do tempo.

¹⁸ Muitas novas variedades não são bem-sucedidas, ou seja, nunca são desenvolvidas para fins comerciais ou adotadas no campo. A figura refere-se a uma nova variedade, bem-sucedida e adotada.

Eventualmente, como mostra a Fig. 5, o fluxo anual dos benefícios líquidos do emprego de uma nova tecnologia torna-se positivo (isso se verifica pelo menos no caso de um investimento rentável). Na maioria dos casos, o fluxo de benefícios irá eventualmente declinar, à medida que a nova variedade for progressivamente abandonada, tornando-se obsoleta (por exemplo, quando novas e melhores tecnologias se desenvolvem), depreciando-se (por exemplo, quando pestes se desenvolvem) ou tornando-se economicamente inviável, por uma razão qualquer. Um programa de cultivo de planta envolve uma corrente contínua de benefícios fornecidos pelo progressivo desenvolvimento, pelo lançamento e pelo emprego de novas variedades em uma seqüência. Um programa como esse poderia ser representado pela combinação de múltiplas versões da Fig. 5, uma para cada variedade específica (incluindo aquelas sem sucesso), ou pelo desenvolvimento de um quadro representativo do todo. De uma forma ou de outra, é importante que sejamos capazes de coordenar o intervalo de tempo dos benefícios com o intervalo de tempo dos custos do investimento, que é responsável pelos benefícios gerados.

A Fig. 5 mostra os fluxos ao longo do tempo dos benefícios líquidos anuais atribuíveis ao projeto de P&D. Eles representam a soma dos benefícios dos indivíduos como um todo em uma sociedade, cumulativos a cada ano, e relativos à situação em que o projeto não pôde ser efetivado. A base relevante de comparação consiste na comparação entre a situação com e a situação sem a P&D, e não simplesmente antes e depois da P&D. A desconsideração desse fato pode levar a equívocos. Em muitos casos, uma alternativa a se considerar não seria assumir as produtividades como constantes, mas como decrescentes. De fato, a *pesquisa de manutenção*, ou seja, a pesquisa direcionada para a manutenção da produtividade e da rentabilidade, em face das pressões que as levariam, de outra forma, a sofrer um decréscimo, é um componente importante da P&D agrícola.¹⁹

¹⁹ A pesquisa de manutenção é muito importante. Se a P&D cessasse totalmente, o cenário seria caracterizado por *rendimentos declinantes* e *custos crescentes*, e não simplesmente uma continuação dos rendimentos e custos atuais (ou de linha de base). Investimentos significativos em pesquisa de manutenção, particularmente nas áreas de cultivo de plantas, Fitopatologia e Entomologia, são necessários simplesmente para manter o atual nível de produtividade. As estimativas indicam que 35% a 70% da pesquisa agrícola norte-americana é necessária para a manutenção de ganhos anteriores da pesquisa (Heim & Blakeslee, 1986; Adusei & Norton, 1990).

Implicações das distorções de mercado

As medidas convencionais dos benefícios de pesquisa são baseadas na consideração de que os custos e os benefícios marginais *privados* do consumo são iguais aos custos e aos benefícios marginais *sociais*. Dois tipos de distorção de mercado que podem ter implicações no cálculo dos benefícios da P&D agrícola são aqueles devidos à intervenção do governo nos mercados do produto e aqueles que emergem de outras distorções, especialmente de externalidades ambientais (por exemplo, da poluição da água) associadas à produção.

Para a maioria das pessoas, parece natural supor que o impacto social da P&D é relativamente pequeno em indústrias intensamente subsidiadas, e relativamente grande em indústrias não-protegidas ou em indústrias que pagam impostos. Essa impressão nem sempre se verifica. Mesmo no caso de um excesso na oferta de um determinado produto, quando o excedente da produção acaba nos armazéns do governo (e quando um incremento na produção obviamente não tem qualquer valor), uma maior produtividade pode ser socialmente benéfica, pois ela reduz o custo da produção como um todo, independentemente de o excedente de produção ser vendido, estocado ou inutilizado.

Os economistas agrícolas têm mostrado que o efeito mais importante das distorções do mercado é a mudança na distribuição dos benefícios, com impactos ambíguos sobre os benefícios líquidos.²⁰ A resposta sobre o impacto das distorções de mercado sobre os benefícios da P&D depende da natureza da distorção, da natureza do mercado e da natureza da P&D. Se a P&D não piora ainda mais o custo social de uma distorção pré-existente, então os benefícios da pesquisa permanecem iguais àqueles presentes em um contexto desprovido de distorções. Se a P&D reduz os custos sociais de uma distorção pré-existente, então os benefícios da P&D em um cenário com distorções são comensuravelmente maiores do que em um cenário sem distorções. Dessa forma, por exemplo, uma pesquisa sobre controle integrado de pestes que impulsiona a produtividade

²⁰ Exemplos incluem Alston et al. (1988) e Oehmke (1988). Alston et al. (1995, Capítulo 4) apresentam uma crítica a essa literatura.

privada, levando também a uma redução das externalidades ambientais, pode ser especialmente benéfica.²¹

3.2 Questões de Medição na Avaliação de Novas Variedades

Uma gama de questões conceituais e empíricas deve ser referida, para que seja possível avaliar os benefícios econômicos resultantes da introdução de novas variedades de plantas. Algumas dessas questões são mais gerais e relevantes também para a avaliação de outros tipos de mudança tecnológica; outras são restritas à avaliação de novas variedades. Muitas dessas questões têm sido referidas na literatura a respeito de métodos de avaliação de pesquisa agrícola, que foi sintetizada por Alston et al. (1995). Aqui, examinamos brevemente as questões gerais empíricas relevantes, antes de nos voltarmos para uma exploração detalhada das abordagens para a avaliação de novas variedades.

Alternativas relevantes e a cláusula *ceteris paribus*

Quando utilizamos rendimentos industriais agregados para determinar o valor da pesquisa de melhoramento de rendimentos, faz-se necessário, de alguma forma, supor constantes os efeitos de todos os outros fatores – isto é, a chamada condição *ceteris paribus*. Possuímos dados registrados “antes e depois” de as novas variedades terem sido lançadas, e fazemos uma tentativa de inferir desses uma comparação entre os rendimentos “com” e “sem” as novas variedades. Todavia, os outros elementos não se apresentaram constantes. Em muitos contextos, como já mencionamos, em vez de permanecerem constantes, os rendimentos poderiam ter sofrido uma queda no caso de a variedade (ou outros aspectos tecnológicos) ter se mantido inalterada, em virtude do acúmulo de pestes que atacam especificamente uma determinada variedade. A chamada pesquisa de “manutenção” é necessária simplesmente para manter um nível de rendimentos constante.

²¹ Alston et al. (1994) e Alston & Pardey (1996) discutem as conseqüências ambientais da P&D agrícola, bem como os ajustes apropriados às medidas de produtividade e de benefícios da pesquisa, ao menos em princípio. Tais ajustes não são abordados aqui.

Além disso, outros fatores se alteram com o passar do tempo, afetando as médias de rendimento industrial, e seus efeitos devem ser removidos de forma a isolar os efeitos das mudanças na variedade utilizada *per se*. Eles incluem elementos como: outros aspectos de tecnologia, clima, grau de infestação por pestes, quantidade de outros insumos que se alteram em resposta a preços ou outros fenômenos (como, por exemplo, alterações na disponibilidade de água para irrigação), e mudanças na qualidade dos insumos (como, por exemplo, uma qualidade média de terra mais baixa quando a extensão em acres é expandida para áreas marginais, em reação aos altos preços), algumas vezes em interação uns com os outros.

Quando traduzimos “mudanças no rendimento” em termos de “mudanças nos custos”, a fim de comparar a rentabilidade de determinadas variedades, podemos criar outro problema. Pode ser necessário levar em conta as quantidades otimizadas de insumos para diferentes variedades que respondem de forma distinta a, digamos, determinados fertilizantes ou modo de irrigação. Isso se torna um problema quando se tenta traduzir diferenças nos rendimentos experimentais em diferenças de custo percebidas no campo (ver Alston et al., 1995). Esses aspectos são ainda mais confundidos quando a nova tecnologia altera o nível de resposta de uma planta à água, aos fertilizantes ou aos produtos químicos utilizados para controlar pestes e doenças em formas sensíveis às quantidades daqueles insumos mais convencionais empregados na produção.

Esse fato ilustra que o diferencial de rendimento entre variedades convencionais e semi-anãs de trigo e arroz normalmente aumenta à medida que a quantidade de fertilizantes é aumentada, ou que pelo menos aumenta até um nível ótimo de uso de fertilizantes. Quando o emprego de uma tecnologia muda a quantidade economicamente ótima do insumo convencional, torna-se duplamente difícil, com os dados geralmente disponíveis, identificar um deslocamento na curva de resposta do rendimento a novas tecnologias como distinto dos deslocamentos ao longo de uma curva de resposta a mudanças na quantidade de insumos convencionais, bem como adequadamente atribuir a mudança verificada do “antes” para o “depois” em rendimentos e custos

de produção à diferença nos rendimentos e custos entre a situação “com” e a situação “sem” na presença da nova tecnologia.

As diferenças de qualidade entre as variedades são diretamente análogas às diferenças no rendimento, de forma a dar margem a problemas conceituais e de medição. Desejamos medir a qualidade “com e sem” os melhoramentos de variedade, mas nossos dados relativos ao nível industrial vêm na forma “antes e depois”, de forma que temos que lidar com os efeitos de outras variáveis passíveis de afetar a qualidade e que não permaneceram constantes – freqüentemente as mesmas que afetam os rendimentos. Quando se traduz “rendimento” em “mudanças no custo” ou em “deslocamentos na oferta”, deve-se levar apropriadamente em conta quaisquer mudanças associadas aos fatores variáveis. De forma semelhante, quando se traduz “mudança na qualidade” em “deslocamentos na demanda”, pode-se tornar necessário levar em conta aspectos multidimensionais de qualidade, que não podem ser avaliados independentemente (ou seja, o valor de uma combinação particular de características pode não ser simplesmente a soma dos valores dos componentes). Freqüentemente, na prática, e geralmente como resultado do uso de dados inadequados, não se pode lidar com esses elementos de forma tão flexível como provavelmente se deseja. A simplificação de suposições é geralmente indispensável.

Combinando benefícios com custos

A fim de avaliar a contribuição das tecnologias desenvolvidas pela Embrapa para a economia brasileira, precisamos ser capazes de combinar diferentes componentes dos benefícios com seus custos correspondentes. Supondo que possamos mensurar os benefícios do uso de variedades melhoradas de soja ou arroz no Brasil, incluindo mudanças na qualidade e no rendimento, como poderemos isolar os efeitos de investimentos específicos em pesquisa no passado como contribuição para aquele melhoramento?

Uma abordagem útil consiste em tentar isolar os efeitos de contribuições específicas da P&D para a criação de novas

variedades, antes de avaliar os benefícios resultantes. Outra opção seria medir os benefícios totais de todos aqueles investimentos, independentemente de quem os realizou, e, subseqüentemente, de alguma maneira, distribuir os benefícios entre os diferentes investimentos. A última abordagem parece mais apropriada, dado o caráter prático do problema.

Intervalos

Até aqui, discutimos a natureza dinâmica da progressão pesquisa-desenvolvimento-adoção relevante para a avaliação de novas tecnologias, de uma perspectiva conceitual. Em um contexto empírico, é necessário quantificar as extensões dos intervalos entre os investimentos em P&D e suas conseqüências em termos de segmentos da produtividade e dos benefícios. No tocante às novas variedades de planta, podemos dispor de dados sobre quando as novas variedades foram lançadas e adotadas, mas podemos não saber exatamente quando gastos importantes que resultaram na criação de uma nova variedade em particular foram feitos. É geralmente necessário confiar nas orientações dos cientistas quando se deseja determinar uma estimativa razoável de típicas extensões de intervalos da P&D, mas os dados se voltam para a aplicação na determinação de intervalos de adoção (específicos de cada variedade).

O mesmo perfil de intervalo é apropriado para o caso de uma nova variedade específica, se o objetivo é mensurar os ganhos resultantes de um melhoramento na qualidade ou de melhoramento nos rendimentos. Quando agregamos os resultados das várias variedades, podem ocorrer diferentes estruturas de intervalo para o melhoramento nos rendimentos, em contraste com o melhoramento na qualidade.

3.3 Índices de Melhoramento de Variedades

Para que possamos mensurar o melhoramento de variedades, devemos comparar diferentes variedades individuais,

ou índices que agregam todas as variedades, com alguma variedade ou índice numérico ou de base. Em princípio, se os dados necessários estivessem disponíveis, as diferenças de rendimento entre as variedades poderiam ser medidas com o uso de dados experimentais, bem como de dados de amplitude comercial.

No uso dos dados experimentais, a vantagem é que muitas das variáveis que influenciam os rendimentos são deliberadamente mantidas constantes; é uma prática que ajuda a isolar o efeito do uso de uma variedade *per se*, mas que também implica que insumos variáveis não sejam “otimizados” diferencialmente entre as diversas variedades, de forma que as diferenças de custo entre as variedades não podem ser inferidas diretamente.

Sob outro ângulo, a produtividade comercial é que se mostra realmente relevante para a medição dos benefícios, e estudos anteriores mostram que a correspondência entre rendimentos experimentais e comerciais é insignificante.²² Neste estudo, os dois tipos de dados serão combinados. Em seguida, falaremos em termos de mudanças no rendimento, mas as mesmas idéias se aplicam, pelo menos em princípio, a qualquer medição de desempenho de variedade, como a qualidade do grão, por exemplo.

Os dados dos rendimento agregados em amplitude industrial mostram as alterações nos rendimentos ao longo do tempo, representando medidas de “antes e depois” da mudança nos rendimentos – associada à adoção de novas variedades e a outras mudanças –, enquanto o que desejamos é uma medida de “com ou sem” (ausência ou presença) do efeito da mudança de variedade utilizada. Em outras palavras, desejamos obter respostas para questões contrafatuais do tipo que se segue.

²² Tipicamente, os rendimentos experimentais são substancialmente maiores do que os rendimentos médios ou representativos encontrados nos campos de fazenda. Contudo, são os ganhos de produtividade ou as diferenças de rendimento entre, digamos, variedades de lavoura novas e antigas, e não os níveis de produtividade, que se tornam relevantes aqui. Alston et al. (1995, pp. 338-340) e as referências citadas naquelas páginas discutem essas questões com mais detalhes. É possível que haja fundamento no procedimento de corte de ganhos da produtividade experimental, de forma a fazer com que eles reflitam melhor os ganhos de produtividade na fazenda; porém, o procedimento de reduzir os ganhos proporcionalmente às diferenças usuais entre produtividades experimentais e comerciais tornar-se-ia provavelmente uma correção excessiva.

Como teriam sido os rendimentos se não tivesse havido nenhuma mudança nas variedades utilizadas ao longo do período desde os primeiros lançamentos da Embrapa? Como seriam os rendimentos se tivesse havido alguma mudança de variedade, associada com o lançamento e a adoção de variedades não pertencentes à Embrapa, e de nenhuma variedade da Embrapa?

Para responder a qualquer dessas questões, é desejável ter certa quantidade de informações sobre a adoção de variedades ao longo do tempo (e, para a segunda questão, se se trata de variedades lançadas pela Embrapa), além de medidas do desempenho das variedades.

Suponhamos ter medidas do desempenho dos rendimentos experimentais e da área plantada com cada variedade de lavoura de nosso interesse – digamos, a soja. Podemos construir um índice de rendimento baseado na área real plantada com cada variedade, e um índice alternativo baseado em uma suposição contrafactual sobre a área plantada com cada variedade. Como exemplo, para responder à primeira questão, nós poderíamos pressupor a existência de uma mistura constante de variedades ao longo do tempo, como nossa alternativa contrafactual; para responder à segunda questão, nós poderíamos supor a ocorrência de uma mistura de variedades, consistindo apenas de lançamentos não pertencentes à Embrapa ao longo do tempo, como nossa alternativa contrafactual.

Uma medida do real desempenho dos rendimentos experimentais na região r no ano t , dados os padrões reais de adoção e os rendimentos experimentais observados, poderia ser definida como:

$$Y_{rt}^a = \sum_{i=1}^n Y_{irt} \pi_{irt} \text{ em que } \pi_{irt} = \frac{A_{irt}}{A_{rt}} \text{ em que } A_{rt} = \sum_{i=1}^n A_{irt} \quad (3.3)$$

Em que Y_{irt} é o rendimento experimental de uma variedade i em uma região r no ano t , e π_{irt} é a proporção da área na região r no ano t , A_{irt} , cultivada com uma variedade i . Um índice do desempenho *contrafactual* do rendimento na região r no ano t , dado um padrão de adoção *contrafactual*, diferiria em termos das intensidades de adoção aplicadas aos mesmos rendimentos experimentais. Como exemplo, um cenário isento de mudanças nas variedades utilizadas ao longo do tempo seria representado

pela manutenção das proporções de adoção ao longo do tempo, em seus valores no ano base (isto é, na equação acima, estabelecendo $\pi_{irt} = \pi_{ir}^b$ para todos os anos, t). Então:

$$Y_{rt}^b = \sum_{i=1}^n Y_{irt} \pi_{ir}^b \quad (3.4)$$

Comparando a medida contrafactual dos rendimentos na ausência de quaisquer inovações em termos de variedades com a real medida dos rendimentos, o ganho proporcional nos rendimentos atribuível ao melhoramento de variedades para cada região é dado por:

$$k_{rt} = \left(\frac{Y_{rt}^a - Y_{rt}^b}{Y_{rt}^a} \right), \quad (3.5)$$

em que, como definido acima, Y_{rt}^b denota um índice de rendimento experimental, computado com o uso de pesos (intensidades) de área no ano-base (isto é, na ausência de melhoramento de variedades), e Y_{rt}^a denota um índice de rendimento experimental, computado com o uso de pesos reais de área (ou seja, refletindo a adoção de novas variedades).

O fator k pode ser usado como uma medida do deslocamento proporcional na oferta, como um resultado do padrão real de adoção de variedades, relativo ao cenário contrafactual alternativo – no qual não há nenhuma mudança na variedade utilizada.²³ Multiplicando-se esse fator pelo valor real da produção, obtém-se uma medida do valor adicional da produção atribuível à adoção de variedades novas e de maior rendimento. Isso quer dizer que os benefícios totais do melhoramento de variedades na região r no ano t podem ser descritos como:

$$B_{rt} = k_{rt} P_{rt} Q_{rt} \quad (3.6)$$

²³Há uma típica ligação entre rendimentos e adoção de variedades. Os fazendeiros podem optar por não modificar sua combinação de variedades com o passar do tempo ou, por razões que não se encontram sob seu controle (tais como a ocorrência de um mercado disfuncional de sementes), não serem capazes de fazê-lo. Nesse caso, as mudanças no índice contrafactual dos rendimentos só poderiam ser provocadas por mudanças nos rendimentos das variedades presentes no ano-base ao longo do tempo, e a razão entre os índices de rendimentos reais e os contrafactuais seria constante com o passar do tempo. Tipicamente, porém não necessariamente, os rendimentos de variedades do ano-base tendem a diminuir com o tempo (uma vez que sua resistência

3.4 A Atribuição de Crédito pelo Ganho na Produtividade

A medição descrita dos benefícios totais da pesquisa de melhoramento de variedades poderia ser utilizada como uma medida dos ganhos atribuíveis à Embrapa, se fosse razoável atribuir todo o crédito pelos ganhos à pesquisa da Embrapa. Medidas alternativas podem ser desenvolvidas pelo fornecimento de crédito parcial à Embrapa por lançamentos individuais, com base na medida em que o cultivo dos pais, dos avós e das demais gerações anteriores da variedade, bem como o cultivo da variedade por si só, foram feitos pela Embrapa ou por outra instituição, no Brasil ou no exterior. Tais considerações são importantes, se pensarmos que o crédito pelo valor de uma variedade em particular deveria ser dividido de alguma maneira entre os melhoristas na instituição que a lançou e entre aqueles que estiveram envolvidos nos estágios iniciais do processo de desenvolvimento da variedade, ou que colaboraram com a Embrapa no desenvolvimento da nova variedade.

Supondo-se que apenas uma fração E_i do crédito pela variedade i seja atribuível à Embrapa, uma medida da parcela dos benefícios totais atribuíveis à instituição pode ser definida pela ponderação de cada uma daquelas frações específicas da variedade em relação à proporção da área total plantada com aquela variedade. Dessa forma, os benefícios atribuíveis à Embrapa podem ser definidos da seguinte forma:

$$B_{rt}^E = B_{rt} \sum_{i=1}^n E_i \pi_{irt} \quad (3.7)$$

à expansão de infestações de pestes se reduz) ou a declinar em relação aos rendimentos de variedades recentemente lançadas com perspectivas de rendimentos superiores (ou, pelo menos, os fazendeiros percebem os rendimentos relativos dessa forma, visto que normalmente não observam os rendimentos comparativos de variedades do ano-base e os de variedades novas a cada ano). Nesse caso, os fazendeiros deveriam fazer modificações em suas combinações de variedades ao longo do tempo, e então o índice dos rendimentos contrafactuais divergiria do índice dos rendimentos reais, em virtude de mudanças tanto nos rendimentos particulares a cada variedade quanto na combinação (*mix*) de variedades.

Definindo os pesos na atribuição

A pesquisa de melhoramento de variedades elaborada pela Embrapa não é feita isoladamente em relação àquela que a precedeu, tampouco da pesquisa contemporânea feita por outras agências. Algumas das pesquisas feitas pela Embrapa se beneficiam da pesquisa contemporânea por meio do prolongamento desta última, e outras são feitas na forma de pesquisa conjunta. Aqui, discutimos duas formas de estimar os pesos na atribuição (isto é, os E_i s), que refletem a participação desses outros atores.

Atribuição genética dos benefícios. Uma dessas formas consiste em dividir o conteúdo genético de uma variedade igualmente entre (os melhoristas de) seus pais e, por meio de uma divisão em série, entre todos os seus antecedentes. Porém, a contribuição de seus pais, avós e assim por diante, para o rendimento da cria não pode ser definida de forma precisa dessa maneira. A dificuldade reside no fato de que, na ausência de informações que permitam uma tradução direta do conteúdo genético em desempenho no campo, restam apenas regras mecânicas, tais como a divisão serial, para a alocação quantitativa de crédito entre as inovações seqüenciais de cultivo de plantas, que levaram à criação de uma determinada variedade.

Uma pluralidade de regras tem sido usada no passado na atribuição de benefícios do melhoramento de variedades em todas as fases do desenvolvimento de variedades (Pardey et al., 1996). Em essência, essas regras variam em termos dos benefícios que elas atribuem com base nos esforços dos melhoristas (isto é, utilizando cruzamentos como base para a atribuição) e nas várias visões sobre o conteúdo genético (isto é, usando a hereditariedade de determinadas características como base para a atribuição), e também variam em termos do peso dado a aspectos mais recentes em contraste com aspectos mais distantes no passado do desenvolvimento de uma nova variedade. Argumentos plausíveis poderiam ser apresentados em favor de qualquer uma dessas regras (o que tem implicações importantes para a atribuição dos benefícios), mas a escolha por uma regra em particular é essencialmente arbitrária.

Neste estudo, aplicamos duas regras, nas quais os pesos na atribuição foram ditados pela incidência da presença da Embrapa nos *pedigrees* de variedades de lavoura que tiveram importância comercial. São elas a regra do último cruzamento e uma variante abreviada da “regra geométrica”.

Regra 1: Regra do último cruzamento. Esta regra atribui todo o crédito por uma variedade em particular ao melhorista que a gerou, mas nenhum crédito aos seus pais ainda existentes como variedades no próprio direito.²⁴ Esse é um índice 0 ou 1; 1 para as variedades (ou linhas de criação) lançadas pelo programa e 0 para todas as outras. Essa regra tem a virtude de implicar um cálculo de custo baixo; contudo, não atribuiria crédito a um programa da Embrapa que não tivesse lançado nenhuma variedade de forma direta, mas que, de outra forma, tivesse contribuído com germoplasmas para, por exemplo, a criação de variedades feita em agências estaduais ou em universidades por todo o Brasil.

Regra 2: Regra geométrica. Esta regra utiliza uma seqüência geometricamente declinante de pesos, imitando de certa maneira a proporção de material genético transferida de nódulos anteriores no *pedigree* para a variedade presente, de acordo com a Lei de Hereditariedade de Mendel. Ela também pode ser pensada como um esquema de ponderação, que atribui pesos declinantes para os esforços daqueles que melhoraram sucessivamente cortes mais antigos no *pedigree*. Por essa regra, 50% dos benefícios de uma variedade são atribuídos ao seu criador, 1/8 ao criador de cada um de seus pais, 1/32 para o criador de cada um de seus avós, e assim por diante. Em geral, na geração g , $1/2^{(2g+1)}$ dos benefícios de uma variedade são atribuídos ao criador de cada ancestral. Quando a distribuição é interrompida na geração G , $1/2^{(2G)}$ dos benefícios são atribuídos àquela geração, de forma que sejam alcançadas parcelas de atribuição cuja soma é igual

²⁴ Segundo uma regra alternativa radical, deve-se atribuir todo o crédito ao “primeiro” cruzamento documentado. Isso implica, com efeito, investigar todo o *pedigree* da variedade até que se descubram seus pais “originais”, e designar todo o crédito àqueles pais, em uma determinada forma.

a 1. Dessa forma, aplicando-se a regra por todo o nível dos avós, como se fez neste estudo, $1/2^3 = 1/8$ do benefício seria atribuído aos melhoristas de cada um dos pais (geração 1) e $1/2^4 = 1/16$ aos criadores de cada um dos avós (geração 2).

Atribuição institucional dos benefícios. Outra abordagem, por vezes complementar, consiste na atribuição dos benefícios em uma base institucional, reconhecendo-se o papel contemporâneo de outras agências na condução da pesquisa da Embrapa (além do papel anterior de outras agências no desenvolvimento do material genético utilizado pela Embrapa e seus parceiros, como já discutimos). De fato, a Embrapa colabora com várias agências estaduais e universidades (e até mesmo com algumas firmas privadas) no desenvolvimento de variedades melhoradas de lavoura, muitas das quais são lançadas subseqüentemente, de forma conjunta. Uma opção simples consistiria em pré-avaliar os benefícios com base no número de parceiros (isto é, atribuindo-se à Embrapa $1/2$ dos benefícios totais de uma nova variedade no caso da existência de colaboração da Embrapa com outra agência em seu desenvolvimento, e $1/3$ dos benefícios se dois parceiros de pesquisa estiveram envolvidos, e assim por diante). Todavia, as respectivas contribuições dos parceiros podem não ter sido iguais (em termos dos recursos financeiros e genéticos fornecidos e da destreza em lidar com o melhoramento sobre o exercício, ou de outro fator), e aperceber-se do caráter irregular dessas contribuições pode ser mais apropriado.

Para cada uma das novas variedades incluídas neste estudo, lançamos um conjunto de pesos elaborados pela equipe de cientistas do CNPAF e do CNPSO, desenvolvido de forma a refletir a relevância da Embrapa no tocante aos resultados científicos da pesquisa. Essa abordagem envolve um maior grau de subjetividade e menos regras de atribuição genética (visto que a existência ou o alcance da colaboração em relação a uma variedade em particular encontram-se, por vezes, sob a visão do observador), porém nenhuma das regras é intrinsecamente melhor ou pior do que a outra, podendo ser usadas em conjunto, como se faz neste estudo.

A divisão de atribuições entre a pesquisa e a extensão.

A extensão deve principalmente agilizar o processo de adoção e, na medida em que provoca esse efeito, pode substancialmente aumentar os benefícios do melhoramento de variedades. Os investimentos em extensão podem também ter transformado os padrões de adoção espacial e ter levantado as taxas-limite de adoção para algumas variedades, somando-se aos benefícios associados a variedades em particular.

Se os custos dos investimentos em extensão não são contabilizados, então serão subestimados os custos totais dos investimentos públicos que contribuíram com o resultado geral (de outra maneira, pode-se dizer que ter-se-ão superestimado os benefícios associados aos investimentos públicos em pesquisa, se não se deduzem os efeitos dos investimentos em extensão sobre o padrão de adoção e, conseqüentemente, sobre os benefícios). De forma similar, certos tipos de *overhead*, tais como as despesa com a pesquisa básica ou os custos incorridos pela sede central, podem também ter sobrecarregado a pesquisa de melhoramento de variedades.

3.5 Dados sobre os Rendimentos

Tais medidas se apóiam na posse de todo um conjunto de observações sobre os rendimentos experimentais por região (se se tomam medidas regionais), para cada variedade adotada. Contudo, o "projeto experimental" fica incompleto se não contamos com dados sobre o desempenho de cada variedade, para cada local e em cada ano (isso se deve, por um lado, ao fato de que algumas variedades foram desenvolvidas depois de outras, e, por outro, a uma prática comum de negligenciar determinadas variedades no projeto experimental, tão logo os produtores as tenham abandonado).

Rendimentos experimentais ajustados (*fitted*)

Suponhamos que contamos com dados sobre os rendimentos de variedades de vindimas de lançamentos variáveis,

por local (abrangendo diversas regiões) e por ano. Em um caso como esse, podemos estimar um modelo de regressão da forma:

$$Y_{ist} = \sum_{i=1}^I \alpha_i DV_i + \sum_{v=1}^I \beta_v V_i + \sum_{t=1}^T \gamma_t DT_t + \sum_{s=1}^S \delta_s DS_s + \phi_r W_{r(s)t} + e_{ist} \quad (3.8)$$

em que as variáveis na regressão são definidas da seguinte forma:

Y_{ist} é o rendimento experimental da variedade i , no local s , no ano t ;

DV_i é uma variável de simulação dicotômica de valor 1 para a variedade i e de valor zero para outras variedades, havendo uma variável de simulação como essa para cada uma das variedades totais I no conjunto de dados;

V_i é o ano de lançamento da variedade i , que deve se situar antes do ano da prova;

DT_t é uma variável de simulação dicotômica de valor 1, se o ano da prova é t , e de valor zero para outros anos, havendo uma variável de simulação como essa para cada um dos anos T cobertos pelo conjunto de dados;

DS_s é uma variável de simulação dicotômica de valor 1 para o local s e de valor zero para outros locais, havendo uma variável de simulação como essa para cada localidade S no conjunto de dados;

W_{rt} é o índice das condições de tempo (meteorológico) e na região r (que contém o local s), no ano t (ou poderia ser um vetor de tais índices);

e_{ist} é o residual do modelo.

Portanto, adotando os parâmetros estimados do modelo (denotados pelos "chapéus"), podemos computar valores ajustados (também denotados por "chapéus") para os rendimentos experimentais de cada variedade inclusa na amostra, para cada ano e para cada região, da seguinte forma:

$$\hat{Y}_{irt} = \sum_{i=1}^I \hat{\alpha}_i DV_i + \sum_{v=1}^I \hat{\beta}_v V_i + \sum_{t=1}^T \hat{\gamma}_t DT_t + \sum_{s=1}^S \hat{\delta}_s DS_s + \hat{\phi}_r W_{rt} \quad (3.9)$$

Esses valores ajustados podem então exercer o papel de dados nos índices citados.

Dados sobre os rendimentos comerciais

Os dados sobre os rendimentos em âmbito comercial oferecem diferentes alternativas. Quando sabemos a fração correspondente a cada variedade i cultivada na região r , no ano t , π_{irt} , um modelo de regressão pode ser elaborado, de forma que a média anual de rendimento (agregando-se todas as variedades) para uma região r é regredida em relação à fração plantada com as diferentes variedades, e em relação a outras variáveis, da seguinte forma:

$$Y_{rt} = \gamma_{0r} + \sum_{i=1}^I \gamma_{ir} \pi_{irt} + \sum_{j=1}^J \beta_{jr} (W_{jrt} - \bar{W}_{jrt}) + \varepsilon_{rt} \quad (3.10)$$

Esse é um modelo específico de cada região, no qual os parâmetros e os dados são específicos da região r . O mesmo modelo poderia ser estimado conjuntamente para várias regiões, como um arranjo de regressões aparentemente não-relacionadas (*Seemingly Unrelated Regressions – SUR*), com certo potencial de ganhos na eficiência. Além disso, alguns parâmetros podem ser iguais para todas as regiões (por exemplo, os efeitos das condições de tempo sobre os rendimentos, que podem ser comuns a algumas regiões, ou alguns parâmetros de resposta ao emprego de novas variedades, β_{jr} , que podem ser iguais para todas as regiões). A partir dessa regressão, uma previsão do rendimento “esperado” de uma variedade i , na região r , no ano t , é dada por:

$$\hat{Y}_{irt} = \hat{\gamma}_{0r} + \hat{\gamma}_{ir} + \sum_{j=1}^J \hat{\beta}_{jr} (W_{jrt} - \bar{W}_{jrt}) \quad (3.11)$$

em que os “chapéus” denotam valores estimados. O valor esperado em um ano normal é dado por:

$$\hat{Y}_{ir} = \hat{\gamma}_{0r} + \hat{\gamma}_{ir} \quad (3.12)$$

Enquanto tal abordagem, que se utiliza de dados comerciais, parece ser uma alternativa razoável, é provável que seja difícil obter estimativas razoáveis, precisas e plausíveis de rendimentos específicos de cada localidade para um grande

número de variedades – com tipos de dados sobre rendimento médio em nível comercial e sobre adoção específica por região –, que poderíamos supor como possíveis de ser obtidas. Dessa forma, a abordagem baseada na análise estatística dos rendimentos experimentais provavelmente será preferível na maioria das aplicações, e mais ainda na presente aplicação.

3.6 Diferenças de Qualidade

Assim como acontece com os rendimentos, as diferenças de qualidade entre variedades diversas podem ser mensuradas com a utilização tanto dos dados experimentais como dos de caráter comercial. Os dados experimentais são vantajosos, se considerarmos que muitas das variáveis que influenciam a qualidade do grão são deliberadamente mantidas em um nível constante – prática essa que ajuda a isolar o efeito da adoção *per se* de uma nova variedade, mas que também implica que insumos variáveis não são “otimizados” para qualidade ou rendimentos de forma distinta para cada variedade, de modo que as verdadeiras diferenças de qualidade entre as variedades não podem ser inferidas diretamente. Já a qualidade do grão sob o aspecto comercial pode se tornar mais relevante na medida dos benefícios.

Neste estudo, assim como acontece com os rendimentos, ambos os tipos de dados podem ser usados, em uma abordagem complementar, para o exame da qualidade do grão. As várias abordagens descritas poderiam ser aplicadas de maneira essencialmente igual para o desenvolvimento de índices de melhoramento da qualidade do grão, mais apropriadamente do que para o melhoramento nos rendimentos. Esses índices se apóiam em medidas de qualidade (tais como comparadas às de rendimento) para variedades individuais, e se estas não estiverem disponíveis diretamente, elas poderão ser estimadas estatisticamente, utilizando-se valores ajustados de modelos que empregam dados experimentais ou comerciais.

No sentido prático, na presente aplicação, tem-se a impressão de que a preponderância da pesquisa de melhoramento de variedades não foi direcionada para o melhoramento da

qualidade do grão. O arroz é uma exceção notável, uma vez que, nesse caso, o melhoramento da qualidade do grão tem sido um objetivo fundamental da pesquisa. Contudo, até mesmo essa exceção só tem apresentado conseqüências comerciais nos últimos anos. Parte da pesquisa da soja também tem se direcionado para o melhoramento da qualidade do grão.

Os ganhos do melhoramento de qualidade específico de cada variedade podem ser mensurados utilizando-se dados sobre o diferencial de preço. Tais dados estão disponíveis somente no nível de classes de variedade, de forma que as variedades podem ou não se mostrar qualificadas para um diferencial. Pressupondo-se que os rendimentos não diferem muito entre variedades com e sem diferencial de preço, os benefícios adicionais na região r no ano t originados pela adoção de variedades detentoras de um diferencial de preço podem ser calculados multiplicando-se o valor total da produção pela fração do total da área total cultivada com tais variedades (f_{rt}) e pelo diferencial de preço proporcional (p_t). Ou seja:

$$G_{rt} = P_t Q_{rt} p_t f_{rt} \quad (3.13)$$

E o benefício da pesquisa de melhoramento de qualidade atribuível à Embrapa pode ser computado como:

$$G_{rt}^E = P_t Q_{rt} p_t \sum_{i=1}^n E_i \delta_i \pi_{irt} \quad (3.14)$$

em que $\delta_i = 1$ se a variedade i é uma variedade detentora de um diferencial de preço, e igual a zero se não o é.

Pode-se facilmente observar que o mesmo resultado pode ser expresso em termos de um deslocamento na oferta ou na demanda proporcional, g , como:

$$G_{rt}^E = g_{rt}^E P_t Q_{rt},$$

$$\text{em que : } g_{rt}^E = p_t \sum_{i=1}^n E_i \delta_i \pi_{irt} \quad (3.15)$$

3.7 Custeando a Pesquisa de Melhoramento de Variedades

Da mesma forma como fatores, à exceção da pesquisa, podem afetar os rendimentos da lavoura e a qualidade – de modo a causar confusão a respeito das estimativas dos benefícios atribuídos à pesquisa com base em diferenças observadas nos rendimentos e na qualidade do grão –, há de se lidar com fatores análogos e dificultosos quando se examinam os custos daquela pesquisa. Além disso, decisões sobre como tratar os custos são tomadas de maneira melhor à luz de decisões sobre como medir benefícios, e ambos os conjuntos de decisões afetam as comparações dos benefícios e dos custos, bem como as interpretações de gerenciamento e de política dessas comparações.

Nos itens anteriores, descrevemos métodos de cálculo dos benefícios econômicos resultantes de um segmento de melhoramentos de variedades, bem como métodos para atribuição da parcela desses benefícios aos esforços de centros específicos da Embrapa. Aqui, primeiramente, identificamos algumas das questões conceituais relacionadas ao custeio da pesquisa, para depois descrever alguns dos mecanismos de medição dos custos da Embrapa.

Questões conceituais na pesquisa de custos

A fim de motivar a discussão, considerem-se os custos envolvidos no desenvolvimento de apenas uma variedade. Tipicamente, verifica-se um considerável período (geralmente de 3 a 10 anos) entre o momento em que a pesquisa tem início e o momento em que a nova variedade resultante está pronta para ser lançada. A procura e a seleção de linhagens localmente superiores vindas dos “berçários” ou de outros materiais obtidos no campo, ou ainda de outros programas de pesquisa, podem ser concluídas em apenas alguns anos. Já o processo de cruzamento de várias linhagens de criação é mais demorado, levando, em alguns casos, até 7 anos para que populações estáveis e segregantes sejam obtidas, e pode levar um período

de apoio, como os custos dos benefícios de margem (um tipo de custo indireto), incluindo todo o trabalho envolvido. A esses custos de trabalho, devem ser adicionados os custos operacionais com suprimentos químicos e energéticos, além de outros suprimentos laboratoriais e de campo, bem como os custos do capital investido em terras, instalações e equipamentos.

A mecânica de avaliação de custos da pesquisa da Embrapa

A existência de uma estrutura contábil abrangente, envolvendo a Embrapa como um todo, e baseada em projetos e atividades desenvolvidas, teria facilitado enormemente esse exercício de avaliação de custos. Em sua ausência, desenvolvemos vários métodos para o tratamento de diversas limitações de dados. De forma ampla, um conjunto desses métodos foi aplicado para estimar custos de trabalho; outro, para estimar custos de capital; e um terceiro, para estimar despesas operacionais.

Esses métodos emergiram mediante muitos exercícios de tentativa e erro, durante os quais tornou-se claro que os orçamentos e as despesas declarados para cada centro da Embrapa são constrictos contábeis que nem sempre oferecem uma base adequada para uma avaliação completa dos custos da pesquisa conduzida em cada centro ou, mais precisamente, para a identificação dos custos totais que geraram os benefícios da pesquisa de melhoramento de variedades atribuídos a cada centro.

Custos de trabalho. A fim de estimar um conjunto de custos de trabalho, determinado em termos de lavoura e atividades, nós desenvolvemos um inventário de toda a equipe, em cada um dos centros (CNPAF e CNPSO), para cada ano compreendido entre 1975 e 1998.

Para a equipe de pesquisa do CNPAF, cada funcionário foi identificado de acordo com sua classificação disciplinar (ex.: melhorista, patologista, agrônomo) e status (Ph.D., M.Sc., B.Sc., e diversas categorias de pessoal de apoio), juntamente com uma

consideravelmente maior quando alguns dos cruzamentos envolvem parentes selvagens ou material tradicional.

Em um programa de pesquisa em andamento e que desenvolva múltiplas novas variedades, é difícil e, para muitos propósitos, é desnecessário, determinar precisamente o início e o subsequente alcance da pesquisa, que levariam a uma nova variedade específica. De outro modo, é suficiente estimar o segmento dos custos que gerou um correspondente segmento de variedades, algumas das quais vieram a ter significado comercial e, pela mesma via, benefícios econômicos de rendimento passíveis de ser mensurados.

Existe uma forte base conceitual para a avaliação e o custeio da pesquisa, em seu estilo mais agregador. Em alguns sentidos, a pesquisa de melhoramento de variedades, como boa parte da pesquisa biológica, é um jogo de números grandes no qual ocorrem alguns poucos sucessos comerciais e muitos fracassos comerciais e científicos. Uma quantidade comparativamente pequena de linhagens leva de fato a variedades lançadas, e uma quantidade ainda menor dessas é adotada de algum modo significativa. A justaposição do total dos custos sobre os benefícios gerados pelas novas variedades comercialmente bem-sucedidas torna-se uma maneira mais natural e significativa de avaliar um programa de pesquisa (ou o centro de pesquisa que sustenta aquele programa), em comparação com o emprego de uma estimativa limitada, relativa somente aos custos que geraram as variedades bem-sucedidas comercialmente.

Os custos podem ser decompostos em seus componentes diretos e indiretos (ou *overhead*), bem como em classes funcionais, como custos de trabalho, de capital e de operação. A pesquisa agrícola é uma tarefa que absorve trabalho intensivo, mas o custeio da pesquisa de melhoramento de variedades envolve muito mais do que estimar os custos dos melhoristas envolvidos. Há uma significativa dedicação de tempo por parte de engenheiros agrônomos, especialistas em Fitopatologia e outros profissionais, bem como de suas equipes de suporte, além de custos com mão-de-obra no campo e de outros que a pesquisa envolve. Uma declaração completa dos custos de trabalho deve incluir o *overhead* de elementos de apoio, tais como a administração e a biblioteca, além de outros tipos de elementos

estimativa da proporção de tempo que cada um dedicou, a cada ano, à pesquisa de melhoramento (considerou-se que os melhoristas dedicaram 100% de seu tempo à pesquisa, mas o mesmo não ocorreu necessariamente com os agrônomos, os entomólogos e outros que normalmente também estão envolvidos em pesquisas, que não lidam diretamente com o melhoramento de variedades).

Para o CNPSO, obtivemos informações quanto ao número total de funcionários que trabalhavam em cada especialidade de pesquisa, juntamente com a proporção de tempo dedicada à pesquisa de melhoramento. Essas informações possibilitaram levar em conta as mudanças ao longo do tempo no número total de cientistas e na composição da equipe, aspectos que têm importância significativa nos custos de trabalho.

Para ambos os centros, também obtivemos dados sobre o número de laboratoristas, operários rurais e outras categorias de apoio (que incluem secretárias e outros cargos administrativos, motoristas, faxineiros, etc.).

Utilizando os dados de salários correspondentes,²⁵ W_{qct} , para classificação de classe, q , por produto, c , e por ano, t , estimamos a proporção do custo de pessoal dedicado à pesquisa de melhoramento da seguinte forma:

$$SCI_{ct} = \frac{\sum_q W_{qct} s_{qct} L_{qct}}{\sum_q W_{qct} L_{qct}} \quad (3.16)$$

em que s_{qct} nos foi fornecido com uma estimativa da proporção de tempo que cada classe de trabalho dedicou à pesquisa de melhoramento por ano.²⁶

Utilizando os dados que serviram de base para Beintema et al. (2001), obtivemos uma série temporal por centro do total

²⁵ Tomamos o salário dos trabalhadores de campo e do pessoal de apoio como sendo 30% abaixo do salário do secretariado, enquanto o salário dos assistentes de laboratório foi considerado como 30% acima do salário do secretariado.

²⁶ Na ausência de dados relevantes, tomamos a parcela do tempo do pessoal de suporte como equivalente à parcela de tempo dos funcionários pós-graduados dedicada à pesquisa de melhoramento.

dos custos de cada produto para o período de 1976–1999,²⁷ TL_{ct} , que foi utilizada para estimar o custo de pessoal de melhoramento correspondente (i.e., $CI_{ct} - SCI_{ct} \times TL_{ct}$).

Custos de operação. Os custos de operação incluem os custos com produtos químicos laboratoriais e de campo, com combustível e energia, e com outros insumos necessários para a pesquisa de melhoramento. O custo total de operação para cada centro e para cada ano compreendido entre 1975 e 1998 foi fornecido em consultas a arquivos de dados mantidos pela SEA.

Para a formação de uma estimativa dos custos operacionais pertinentes apenas à pesquisa de melhoramento de lavouras, primeiramente compilamos uma lista abrangente de folhas de orçamento relativas a subprojetos (programa anual de trabalho – PAT), que se encontravam disponíveis para a maioria (mas não para todos), dos anos compreendidos entre 1975 e 1998, para cada um dos centros incluídos neste estudo. Com base nessas folhas de orçamento, fizemos a estimativa das parcelas anuais das despesas operacionais orçadas e diretamente relacionadas com a pesquisa de melhoramento de lavouras. Fomos supridos também com estimativas similares (sintéticas) das parcelas de custos operacionais por equipe em cada centro, para anos selecionados anteriores a 1985, para os quais os orçamentos do PAT estão disponíveis. Utilizando a mediana dessas parcelas de custo operacional para cada centro, em conjunto com os custos operacionais totais correspondentes para cada centro, geramos, para cada ano, uma estimativa dos custos operacionais diretamente relacionados à pesquisa de melhoramento de lavouras.

Custos de capital. Medidas anuais dos custos de capital foram desenvolvidas utilizando os dados de estoque de capital inicial de cada centro e as compras anuais subseqüentes de diversas classes de capital, especificamente terra, prédios e outros bens físicos (em sua maioria máquinas e equipamentos).

²⁷ A série TL para cada centro foi obtida em unidades nominais de moeda local – tendo sido, primeiramente, convertida em dólares norte-americanos (com base no uso de taxas de câmbio de mercado médias por ano) e então deflacionada aos preços do ano-base 1999, mediante a utilização do deflator implícito do PIB publicado pela Bureau of Economic Analysis – BEA.

Pressupondo que a intensidade de uso desse fator foi a mesma para o melhoramento de variedades e para as pesquisas de produtos em geral, rateamos o valor total do capital para a pesquisa de melhoramento de variedades de acordo com as participações correspondentes dos custos de trabalho e operações para cada centro. Foi então calculado o valor do estoque de capital utilizado para a pesquisa de melhoramento, para cada produto e ano, da seguinte forma:

$$S_{ct} = \sum_k S_{kc(t-1)} + \sum_k I_{kct} - \sum_k (S_{kc(t-1)} \times d_k) \quad (3.17)$$

em que S_{kct} é o estoque de capital e I_{kct} é o investimento de capital da classe k para o produto c no tempo t ; d_k é a taxa anual de depreciação de capital (capital da classe k), que foi considerada como: 0% para terra, 3% para prédios, e 10% para outros investimentos.

Os custos anuais de uso de capital consistem de duas partes: (a) custos de depreciação; (b) o custo de oportunidade de ganhos preteridos por recursos investidos em bens duráveis. Pressupondo-se o perfil geometricamente decrescente da depreciação, temos:

$$UC_{ct} = \sum_k S_{kct} (d_k + r_k) \quad (3.18)$$

em que UC_{ct} é o custo de uso de capital para o produto c no tempo t , e r representando a taxa de desconto do custo de oportunidade de ganhos preteridos, que se supõe ser 4%.

Outros aspectos relativos aos custos. Estimar os custos atribuíveis a um determinado centro da Embrapa não significa necessariamente o mesmo que estimar os custos correspondentes aos benefícios da pesquisa atribuíveis àquele mesmo centro. Existem vários aspectos relacionados a essa associação equivocada entre custos e benefícios. A maior parte deles emerge da estrutura multicentral da Embrapa.

Em primeiro lugar, existem custos – tais como as cobranças de juros sobre os fundos de empréstimo oriundos de agências como o Banco Mundial e o Banco Interamericano de Desenvolvimento, que parcialmente subscrevem a pesquisa da Embrapa, os subsídios implícitos fornecidos à equipe da Embrapa

via programa de alimentação da agência, e muitos outros – que acarretam despesas de orçamento da Sede (os escritórios da Embrapa), mas que realmente constituem um custo adicional de pesquisa que deveria ser distribuído entre os centros da Embrapa.

Em segundo lugar, os custos de um gerenciamento extensivo a todo o sistema e de funções relacionadas à cúpula e implementadas pela Sede representam um tipo de *overhead* sobre as operações dos centros individuais.

Em terceiro lugar, a pesquisa em Biologia Molecular executada pelo Cenargen também representa um tipo de *overhead* sobre as operações dos centros de melhoramento de lavouras dentro da Embrapa.

Por essas razões, desenvolvemos séries de “custos aumentados” para cada um dos dois centros de interesse para este estudo, incluindo: a) uma parcela rateada dos custos da Sede com base na parte relativa aos custos de cada um dos centros nos custos totais da Embrapa (a rede da Sede); b) uma parcela rateada dos custos do Cenargen, com base na parcela de custo de cada centro de melhoramento de lavouras, em um total que representa a soma dos gastos incorridos pelos centros da Embrapa engajados na pesquisa de melhoramento.²⁸

3.8 Comparando Benefícios e Custos

Para comparar projetos com diferentes padrões de custos e benefícios, devemos agregá-los ao longo do tempo. Técnicas

²⁸ Existem ainda outros complicadores, com os quais evitamos lidar no presente estudo. Por exemplo, o custo da Embrapa com pessoal, destinado a instituições estaduais, é cobrado no orçamento da Sede. A seguir, faremos alguns ajustes no lado dos benefícios advindos da colaboração entre a Embrapa e outras agências brasileiras quando da atribuição de benefícios; entretanto, não faremos o mesmo em relação aos custos. Além desse fato, a Embrapa tem feito investimentos consideráveis no treinamento de sua equipe ao longo dos anos. Esses custos se encontram aparentemente embutidos nos custos particulares de cada centro, incluídos nas nossas estimativas de custos de pesquisa. Todavia, o investimento em treinamento é um tipo de custo de capital que pode ser mais bem descontado dos benefícios derivados da pesquisa conduzida no futuro por aqueles que foram treinados do que tratado como um custo de trabalho presente, como implicitamente fizemos aqui. Em outras palavras, o *timing* dos custos e dos segmentos de benefícios comensurados pode variar de acordo com o tipo de gastos, em formas não detectadas pelos nossos métodos de avaliação.

de orçamento de capital (*capital budgeting*) mostram-se apropriadas para esse fim, e as técnicas relevantes são bastante conhecidas e bem documentadas.²⁹ Se um dólar tivesse o mesmo valor para um determinado recipiente, independentemente de quando é recebido, poderíamos simplesmente somar fluxos anuais de benefícios líquidos ao longo do tempo. O orçamento de capital refere-se explicitamente à idéia de que o dólar vale mais hoje do que valerá amanhã, ou após um intervalo de 10 anos. No orçamento de capital, descontamos os benefícios futuros, bem como os benefícios anteriores compostos, em relação aos benefícios presentes. Ou seja, expressamos todos os fluxos, passados e futuros, de benefícios e custos, em termos de valores atuais.

Valor presente líquido

O valor presente, no ano t , de um segmento dos benefícios da pesquisa (B_{t+j} , sendo o benefício no ano $t+j$ ao longo dos próximos n anos) pode ser expresso como:

$$PV(B)_t = B_t + B_{t+1}/(1+i) + B_{t+2}/(1+i)^2 + \dots + B_{t+n}/(1+i)^n, \quad (3.19)$$

em que i é a taxa de juros utilizada para descontar benefícios futuros.

Podemos escrever a fórmula de maneira mais compacta:

$$PV(B)_t = \sum_{j=0} B_{t+j}/(1+i)^j \quad (3.20)$$

Comparando-se segmentos de benefícios (B) e custos (C) de um projeto, o *valor presente líquido* é igual a:

$$NPV_t = PV(B)_t - PV(C)_t = \sum_{j=0} (B_{t+j} - C_{t+j})/(1+i)^j \quad (3.21)$$

Ou seja, o valor presente líquido é igual ao valor presente do segmento de benefícios líquidos. Um investimento é rentável quando o valor presente líquido é positivo (em outras palavras, se o valor presente dos benefícios excede o valor atual dos custos).

²⁹ Ver, por exemplo, Robinson & Barry (1996) para um tratamento mais amplo da questão, ou Alston et al. (1995, pp. 362-364) para uma discussão sobre as aplicações da avaliação da pesquisa agrícola e sobre o estabelecimento de prioridades.

Várias questões conceituais e de mensuração estão implícitas nessa fórmula, e deveriam ser explicitadas.

Primeiramente, o fato de estarmos interessados nos benefícios e nos *custos sociais* (cuja soma se estende a todos os membros da sociedade), em oposição aos benefícios e *custos privados* (cuja soma se estende apenas a um grupo em particular na sociedade), não afeta a fórmula; contudo, determina de que forma mensurar os segmentos relevantes de benefícios e custos. É importante que estejamos bastante certos sobre o que queremos mensurar, quando da decisão sobre quais elementos incluir e sobre como interpretar as estimativas resultantes.

Em segundo lugar, a taxa de desconto i deve ser definida e mensurada de forma a ser consistente com as medidas dos benefícios e custos. Em particular, se os segmentos de benefícios e custos são definidos em termos *nominais*, o que significa que se encontram em valores de moeda observáveis no mercado e que não são ajustados de forma que sejam removidos os efeitos da inflação, então, torna-se apropriado o uso de uma taxa *nominal*. Para a apresentação da real taxa de retorno nominal de risco zero, é comum a utilização de taxa de juros sobre os títulos públicos de longo prazo, por exemplo. Se se deseja utilizar uma taxa de desconto real, mas os segmentos de custos e benefícios se encontram em termos nominais, os valores desses segmentos podem ser convertidos em termos reais mediante sua divisão por um índice geral de preços, tal como o índice de preços ao consumidor. Tipicamente, taxas de juros reais de risco zero se situam na faixa de 2% a 5%.³⁰ Neste estudo, expressamos os segmentos de benefícios e custos em dólares americanos reais e, em conformidade com essa medida, utilizamos uma taxa de desconto real de 4% (e conduzimos algumas análises de sensibilidade com a utilização de uma taxa de 6%).

³⁰ Outra questão diz respeito ao risco propriamente dito. Deveria a taxa de desconto incluir um diferencial, a fim de explicar o motivo pelo qual o investimento em pesquisa é um negócio arriscado? Alston et al. (1995) fazem uma crítica dos argumentos e concluem que os investimentos públicos em P&D deveriam ser avaliados mediante o uso de taxas de desconto de risco zero (a despeito de ainda ser relevante a dúvida sobre o fato de a P&D levar ou não a mudanças nos riscos do produtor).

Em terceiro lugar, várias questões são suscitadas na interpretação do valor presente líquido. Ele pode ser um valor presente líquido *médio*, no sentido em que reflete todos os custos e todos os benefícios de um projeto ou programa de trabalho em particular, em comparação com o que aconteceria se nenhum investimento desse tipo tivesse sido feito. Ou, de outra forma, pode ser um valor presente líquido *marginal*, refletindo os benefícios de uma mudança comparativamente pequena no investimento total. Tanto a medida marginal como a medida média de rentabilidade pode ser de interesse, mas por razões diferentes: por exemplo, o melhor procedimento a ser tomado com relação a uma pesquisa seria fechá-la ou simplesmente reduzi-la? Valores presentes líquidos marginais e médios não são realmente passíveis de ser comparados, uma vez que se referem a diferentes escalas de investimento; contudo, as taxas de retorno marginais e médias, bem como as razões benefício-custo, podem ser ajustadas à escala do projeto, demonstram ser comparáveis e podem ser confundidas uma com a outra. É útil tomar conhecimento sobre o que de fato está sendo mensurado, portanto, em contextos nos quais é possível que as medidas marginais e médias sejam diferentes.

Por fim, em alguns contextos de estabelecimento de prioridades, nos quais o orçamento total a ser alocado (ou algum outro fator relevante) é fixo, os recursos podem ser alocados entre projetos posicionados, em termos de importância, de acordo com o valor presente líquido por unidade do recurso limitado (ver, por exemplo, Robinson & Barry, 1996).

Razão benefício-custo

Enquanto o valor presente líquido é geralmente considerado como a melhor medida para a maioria dos propósitos, duas medidas são usadas mais comumente, em grande parte porque são mais prontamente comparáveis entre os vários investimentos. Uma razão benefício-custo é dada pela razão entre o valor atual dos benefícios e o valor presente dos custos, e não por sua diferença. Ou seja:

$$BC = PV(B)_t \div PV(C)_t \quad (3.22)$$

De acordo com esse critério, um investimento é considerado rentável se a razão benefício-custo for maior do que 1 (isto é, novamente, se o valor presente dos benefícios exceder o valor presente dos custos).

Taxa interna de retorno

Uma terceira forma alternativa de representar a mesma informação consiste na taxa interna de retorno *irr*. Ela é definida pela taxa de desconto, que fornece $NPV = 0$.

Ou seja:

$$0 = \sum_{j=0} (B_{t+j} - C_{t+j}) / (1 + irr)^j \quad (3.23)$$

Um investimento no qual $NPV > 0$, dada a taxa de desconto i , também terá um $irr > 0$. Dessa forma, de acordo com o critério da taxa interna de retorno, um investimento é considerável rentável se a taxa interna de retorno computada for maior do que a taxa de retorno requerida (pelo mercado): $irr > i$. Como se descreve aqui, os três critérios ($NPV > 0$; $BC > 1$; $irr > 1$) são equivalentes, e em vários casos o serão. Contudo, em alguns casos, eles não serão equivalentes (por exemplo, quando o segmento de benefícios *líquidos* muda de sinal, ou quando não se pode supor que o segmento de benefícios líquidos é reinvestido à mesma taxa de retorno).

Estatísticas sumárias adotadas no presente estudo

Neste estudo, fizemos as seguintes escolhas explícitas sobre as estatísticas sumárias a serem mensuradas.

Em primeiro lugar, todas as medidas são definidas em termos reais (isto é, ajustadas de acordo com a inflação), de forma que a taxa de desconto relevante se torna uma taxa social real. Utilizamos uma taxa de 4% ao ano.

Em segundo lugar, mensuram-se os retornos totais (ou médios) associados com os gastos anteriores da Embrapa nas atividades de pesquisa em questão, e não os retornos marginais associados a mudanças adicionais.

Em terceiro, utilizam-se medidas de valor presente, e não taxas internas de retorno. Essas medidas são expressas como: a) valores presentes de benefícios (sob várias regras de atribuição alternativas); b) valores presentes de custos (sob várias suposições alternativas); c) várias razões benefício-custo, de forma a facilitar comparações entre os centros, mediante a expressão de medidas em escalas comparáveis.

Capítulo 4

Elementos de Avaliação : Particularidades dos Dados, Resultados e Interpretação

Neste capítulo, descrevemos primeiramente os dados subjacentes à nossa avaliação econômica da pesquisa de melhoramento da Embrapa sobre o arroz de terras altas, o feijão comestível e a soja. Em seguida, apresentamos estimativas dos segmentos de benefícios e custos da pesquisa, além dos valores presentes líquidos resultantes e de outras comparações de benefício-custo, enfatizando as consequências da atribuição de benefícios aos centros de pesquisa e programas da Embrapa, em contraposição aos benefícios atribuíveis à pesquisa de outras instituições.

4.1 A Pesquisa de Melhoramento de Variedades:

Contexto Institucional

O Centro de Pesquisa de Arroz e Feijão (da Embrapa) – CNPAF – foi formalmente estabelecido em 1974. As instalações para a pesquisa do arroz tornaram-se operacionais em 1974, e as da pesquisa do feijão, um ano depois. Os escritórios desse centro se situam em Goiânia, Goiás, com estações experimentais localizadas em Goiás, Tocantins e Mato Grosso (Embrapa Arroz e Feijão, vários anos).

O Centro de Pesquisa de Soja (da Embrapa) – CNPSo – foi formalmente estabelecido em 1975. Os escritórios desse centro se situam em Londrina, Paraná, que abriga a maior parte da equipe do centro, além das várias estações experimentais externas

(Embrapa-Soja, por vários anos). Parte da equipe do CNPSo também se encontra alocada em São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, empreendendo pesquisas em colaboração com várias agências de pesquisa públicas naqueles Estados, bem como conduzindo pesquisas conjuntas com faculdades de ciências agrícolas em várias universidades federais, especialmente no Rio Grande do Sul e em Minas Gerais (Ayres, 1985; Warnken, 1999).

Além da pesquisa da soja, o CNPSo também empreende pesquisas com outras sementes oleaginosas (mais recentemente, com o girassol) e com o trigo. O Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados – CPAC – da Embrapa, localizado a cerca de 18 km ao norte de Brasília, também conduz pesquisas relacionadas à soja, focalizando, principalmente, a pesquisa de gerenciamento da soja e alguns trabalhos de criação voltados para a adaptação de variedades desenvolvidas em outros lugares às condições locais.

Como já se podia esperar, os focos específicos da pesquisa variam substancialmente de centro para centro, a um dado ponto no tempo, e ao longo do tempo, no caso de determinados centros. Como exemplo, a Fig. 1, da página seguinte, descreve os focos específicos da pesquisa de melhoramento de variedades, em termos de problemas e oportunidades (porção da Fig. 1 localizada acima do eixo tempo) e as variedades que emergem de programas de pesquisa voltados para seu desenvolvimento (porção da Fig. 1 abaixo do eixo tempo), sob a coordenação do Centro de Soja da Embrapa. As setas, ligando problemas a lançamentos de variedades, ressaltam os intervalos de tempo de até 10 anos entre a identificação do problema ou da oportunidade e o primeiro lançamento de uma variedade ou de múltiplas variedades (geralmente com longos intervalos entre si), direcionado a tratar o mesmo problema ou oportunidade.

A soja é altamente sensível a variações da duração do dia. A criação de sementes adequadas aos trópicos requer a modificação do período juvenil da planta, de modo a prolongar o período de crescimento antes do florescimento da planta, a fim de prevenir o florescimento prematuro e o desenvolvimento de plantas pequenas, que não se submetem à colheita mecânica e cujo rendimento é menor. Variedades com essa característica

foram desenvolvidas no sul dos Estados Unidos a partir de pesquisas realizadas nos anos 30, e o material e o know-how resultantes dessa experiência se tornaram a base genética para a produção da soja tropical no Brasil. Contudo, a criação de variedades insensíveis à duração do dia, por si só, foi insuficiente para incentivar a produção de soja tropical no Brasil.

Muito trabalho também foi necessário para o desenvolvimento de práticas de gerenciamento e fertilização do solo, a fim de corrigir o baixo pH e a baixa fertilidade dos solos do cerrado e de desenvolver variedades resistentes a uma gama de pestes e doenças (como o vírus-do-mosaico, a doença-do-olho-de-rã, o cancro-da-haste e, recentemente, nematóides do cisto).

Também é importante notar que outras características do produto, além da produtividade (o foco principal deste esforço de pesquisa), guiam a pesquisa de melhoramento de variedades, e que as prioridades em relação a essas características também variam com o passar do tempo. Como exemplo, a Tabela 1 identifica prioridades relacionadas a características da planta e à resistência a doenças, e questões de qualidade do grão consideradas quando do estabelecimento de uma agenda para a

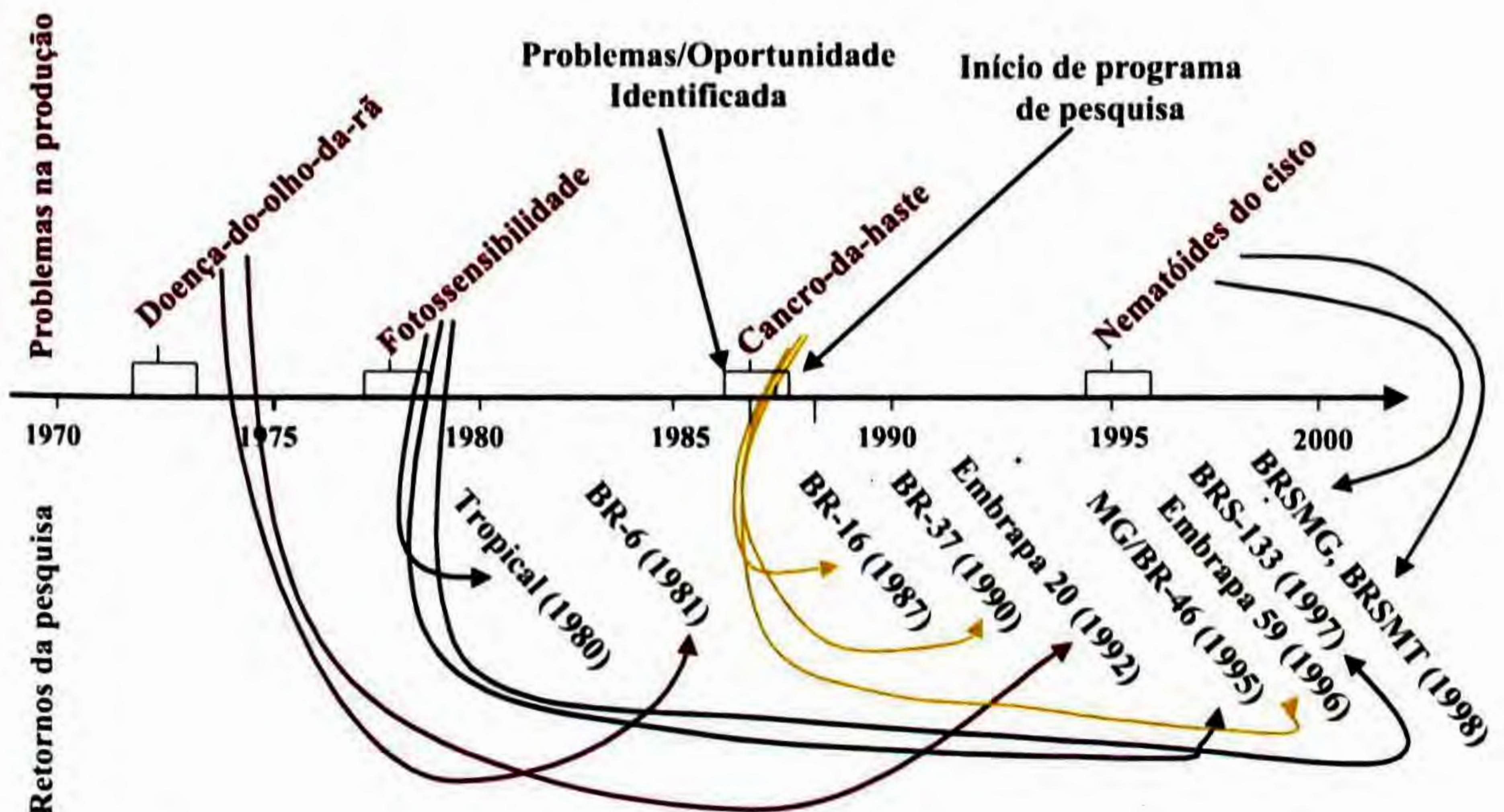


Fig. 1. Trajetória dos problemas da produção de soja e dos retornos da pesquisa.

Fonte: Cultivares de soja. Conquistando o Brasil. Embrapa Soja.

pesquisa da Embrapa sobre o arroz de terras altas, bem como mudanças ocorridas nessas prioridades entre os anos 80 e os anos 90. Note-se que a grande mudança ocorrida foi com relação ao foco, que migrou das questões ligadas à produtividade para as questões relacionadas à qualidade do grão (o desenvolvimento de uma variedade de terras altas de arroz, capaz de fornecer um grão do tipo *longo fino* com boa qualidade de cozimento, foi central para a pesquisa nos anos 90).

Tabela 1. Atributos do arroz de terras altas e mudança de ênfase da pesquisa ao longo do tempo.

Característica	Objetivo	Importância relativa	
		Anos 80	Anos 90
Produtividade e rendimento			
Produtividade	Aumento	Média ^a	Muito grande ^b
Florescimento (ciclo)	Redução	Grande	Grande
Altura	Redução	Pequena	Grande
Hospedaria	Redução	Pequena	Muito grande
Suscetibilidade à redução			
Ferrugem de Panicle			
Ferrugem de folha			
Descoloração do grão	Redução	Muito grande	Grande
Mancha marrom			
Traça de folha			
Qualidade do grão			
Forma (tamanho, espessura e densidade)		Pequena	Muito grande
Tamanho	Aumento		
Espessura	Redução		
Densidade	Redução		
Qualidade pós-processamento		Média	Grande
Centro branco	Redução		
Porcentagem de grãos intactos	Aumento		
Total de grãos (intactos e quebrados)	Aumento		
Qualidade de cozimento		Pequena	Muito grande
Conteúdo de amiláceos	Médio		
Temperatura de gelatinização	Médio		
Testes de qualidade de cozimento	Solto e tenro		

Fonte: Entrevistas feitas pelos autores com pesquisadores do Centro de Arroz e Feijão.

^a Rendimento médio: 2.000 kg/ha.

^b Rendimento médio: 4.000 kg/ha.

Parcerias na pesquisa

Todos os centros da Embrapa detêm uma ampla lista de agências colaboradoras, em parte porque muitos dos centros lidam com produtos produzidos e consumidos em grande parte pelas regiões brasileiras. A Fig. 2 mostra um amplo conjunto de colaboradores do Centro da Embrapa de Pesquisa de Arroz e Feijão; versões da Fig. 2, adaptadas para outros centros da Embrapa, comportar-se-iam essencialmente da mesma maneira.

Os colaboradores estão distribuídos em quatro amplas categorias – governamentais, internacionais, o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária – SNPA – e serviços de extensão e pesquisa em âmbito estadual.

Mais importante do que um amplo conjunto de colaboradores talvez seja o subconjunto com o qual os centros



Fig. 2. Panorama dos colaboradores com o Centro de Arroz e Feijão da Embrapa.

Fonte: Vários relatórios dos Centros da Embrapa.

da Embrapa interação estratégica e intensivamente para a geração de novas sementes, bem como a maneira pela qual esse subconjunto se transforma ao longo do tempo e em resposta a que fatores. Esse subconjunto de colaboradores-chave varia de centro para centro num dado tempo, e ao longo do tempo para determinados centros. Os fatores que influenciam essas variações são vários.

Em primeiro lugar, os centros de pesquisa da Embrapa foram criados, essencialmente, pelas mesmas razões, mas em lugares diferentes e em diferentes momentos. O objetivo principal em todos os casos era juntar programas de pesquisa e pesquisadores díspares sob o mesmo “teto” institucional, a fim de aumentar o nível de eficiência.

Alguns centros foram situados em áreas produtoras tradicionais e herdaram instalações, programas e equipes de pesquisa presentes no local muito antes de a Embrapa ter sido criada. Outros centros, como o Centro de Pesquisa de Arroz e Feijão e o Centro de Pesquisa de Soja, foram criados em áreas de fronteira agrícola, requerendo assim o estabelecimento de uma nova infra-estrutura de pesquisa e o recrutamento e o treinamento de equipes de pesquisa, apesar de os programas de pesquisa localizados em áreas produtoras tradicionais, que focalizavam esses produtos, freqüentemente fornecerem os primeiros grupos centrais de pesquisadores, bem como os primeiros conjuntos de prioridades de pesquisa.

Esses recém-formados centros geralmente estabeleciam suas primeiras e mais intensas relações de colaboração com organizações precursoras da Embrapa (por exemplo, o IAC, para o Centro de Pesquisa de Arroz e Feijão), que continuavam a executar pesquisas em âmbito estadual.

Em segundo lugar, a quantidade e os tipos de desenvolvimento de germoplasma, sendo executados por outros atores, variavam substancialmente de produto para produto e ao longo do tempo, geralmente em resposta às forças de mercado. A atividade do setor privado em relação ao germoplasma do milho, por exemplo, começou relativamente cedo por causa da natureza patenteada da semente híbrida do milho e rapidamente ganhou uma considerável fatia do mercado. O mesmo não ocorreu com a atividade do setor privado em relação à produção de sementes

de arroz de terras altas e de feijão comestível; nesse caso, o setor privado continuou a contar com a Embrapa como fonte de novos materiais e de testagens sistemáticas.

Em terceiro lugar, as associações com as universidades podem ser fortes, especialmente quando elas se localizam perto dos centros de pesquisa, o que faz com que vários pesquisadores da Embrapa nelas lecionem e supervisionem teses e dissertações com foco na pesquisa de melhoramento de variedades.

Em quarto lugar, cortes nos recursos de todas as estações de pesquisa da Embrapa encorajaram a diversificação das relações de cooperação e a prioridade daquelas capazes de gerar recursos para o custeio da pesquisa. O setor privado foi apontado como alvo, mas tem reagido, e todos os centros estão fazendo experiências com diferentes métodos de operação.

4.2 Estimando Custos de Pesquisa

Pessoal de pesquisa

A Tabela 2 resume a estrutura alternante do trabalho utilizado na pesquisa de melhoramento de variedades, ressaltando diferenças no montante e na composição desse trabalho para as três lavouras tratadas neste estudo. As entradas na tabela representam equivalentes de tempo integral (*Full-Time Equivalents* – FTEs); eles excluem o tempo que muitos cientistas gastam em pesquisa não diretamente relacionada com o melhoramento de variedades.

Consideremos o tempo total gasto pelas equipes de cientistas e técnicas combinadas.

Em 1976, períodos aproximadamente iguais foram dedicados à pesquisa do arroz, do feijão e da soja, enquanto havia aproximadamente o dobro da quantidade de pesquisadores dedicados ao melhoramento da soja, em relação ao número de pesquisadores dedicados a cada uma das outras duas lavouras.

Em 1998, os tamanhos relativos dos três programas de melhoramento em termos de número de pesquisadores em

Tabela 2. Trabalho utilizado na pesquisa de melhoramento, de 1976 a 1998.

Categoria	1976	1980	1985	1990	1995	1998
(Equivalência em tempo integral)						
Arroz de terras altas						
Equipe de pesquisa	4,8	5,2	6,2	8,3	9,8	8,7
Bacharéis	3,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0
Mestres	1,4	4,4	2,0	3,2	1,3	1,3
Doutores	0,2	0,7	4,1	5,0	6,2	5,2
Equipe técnica ^a	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	2,1
Outros funcionários ^b	24,6	36	59,7	63,2	58,1	52,1
Total da equipe	29,4	41,2	65,9	71,6	67,8	60,8
Feijão comestível						
Equipe de pesquisa	4,3	7,8	7,1	7,8	8,7	7,6
Bacharéis	0,8	1,3	0,9	0,1	0,1	0
Mestres	3,4	5,4	2,7	3,4	2,3	2,3
Doutores	0,1	1,2	3,6	4,3	4,5	3,5
Equipe técnica ^a	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,8
Outros funcionários ^b	17,2	20	33,3	37,0	34	30,5
Total da equipe	21,5	27,8	40,4	44,8	42,7	38,1
Soja						
Equipe de pesquisa	9,0	12,0	10,1	15,4	16,4	16,5
Bacharéis	7,5	2,9	0,5	3,6	0,0	0,0
Mestres	0,5	6,1	8,2	8,2	11,7	8,5
Doutores	1,0	3,0	1,5	3,7	4,7	8,0
Outros funcionários ^b	22,8	48,0	52,1	98,5	97,1	83,4
Total da equipe	31,8	60,0	62,2	113,9	113,4	99,9
Participação da equipe de pesquisa no total dos três produtos^a						
						(%)
Arroz de terras altas	26,6	20,8	26,4	26,4	28,0	26,4
Feijão comestível	23,8	31,2	30,4	24,7	24,9	23,2
Soja	49,6	48,0	43,1	48,9	47,0	50,4

Fonte: Cálculos feitos pelos autores.

^a Inclui TNS (técnicos de nível superior) e T. Esp. (técnicos especializados), que não são formalmente classificados como pesquisadores da Embrapa, efetivamente, embora exerçam a mesma função.

^b Inclui pessoal de campo, equipe laboratorial, equipe administrativa e outras equipes de apoio. Pressupomos que a razão entre pesquisadores pós-graduados engajados na pesquisa de melhoramento e o número total de pesquisadores equivalentes em regime de trabalho integral com grau de mestre ou doutor foi representativa da distribuição de "outros funcionários". Dessa forma, alocamos os totais de "outros funcionários" nos respectivos programas de melhoramento de lavouras mediante a multiplicação desses totais pelas parcelas correspondentes de pesquisadores pós-graduados.

atividade (mais a equipe técnica) permaneceram praticamente inalterados, apesar de o tamanho de todos os três programas ter aumentado consideravelmente (de um total das três lavouras de 18,1 pesquisadores FTE em 1976 para 32,8 FTEs em 1998).

A composição da equipe de melhoramento de lavouras também variou significativamente entre as diversas lavouras, bem como ao longo do tempo, para lavouras específicas. Em 1998, o arroz revelou uma razão maior de suporte à equipe de pesquisa (6,2 FTEs técnicos para cada FTE científico) do que o feijão (4,7) e a soja (5,4). A composição do tipo produtor/não-produtor da equipe científica também variou entre as lavouras e ao longo do tempo (Fig. 3). O desenvolvimento de novas variedades de planta dentro da Embrapa envolveu uma razão significativamente maior de produtores sobre outros empregados nas áreas técnica e científica, no caso da soja e do arroz, em comparação com o feijão.

As diferenças nas quantidades relativas e na composição da equipe de suporte científico e técnico podem refletir diferenças substantivas nos tipos de pesquisa requeridos para o desenvolvimento de novas variedades de lavoura. Como exemplo, em

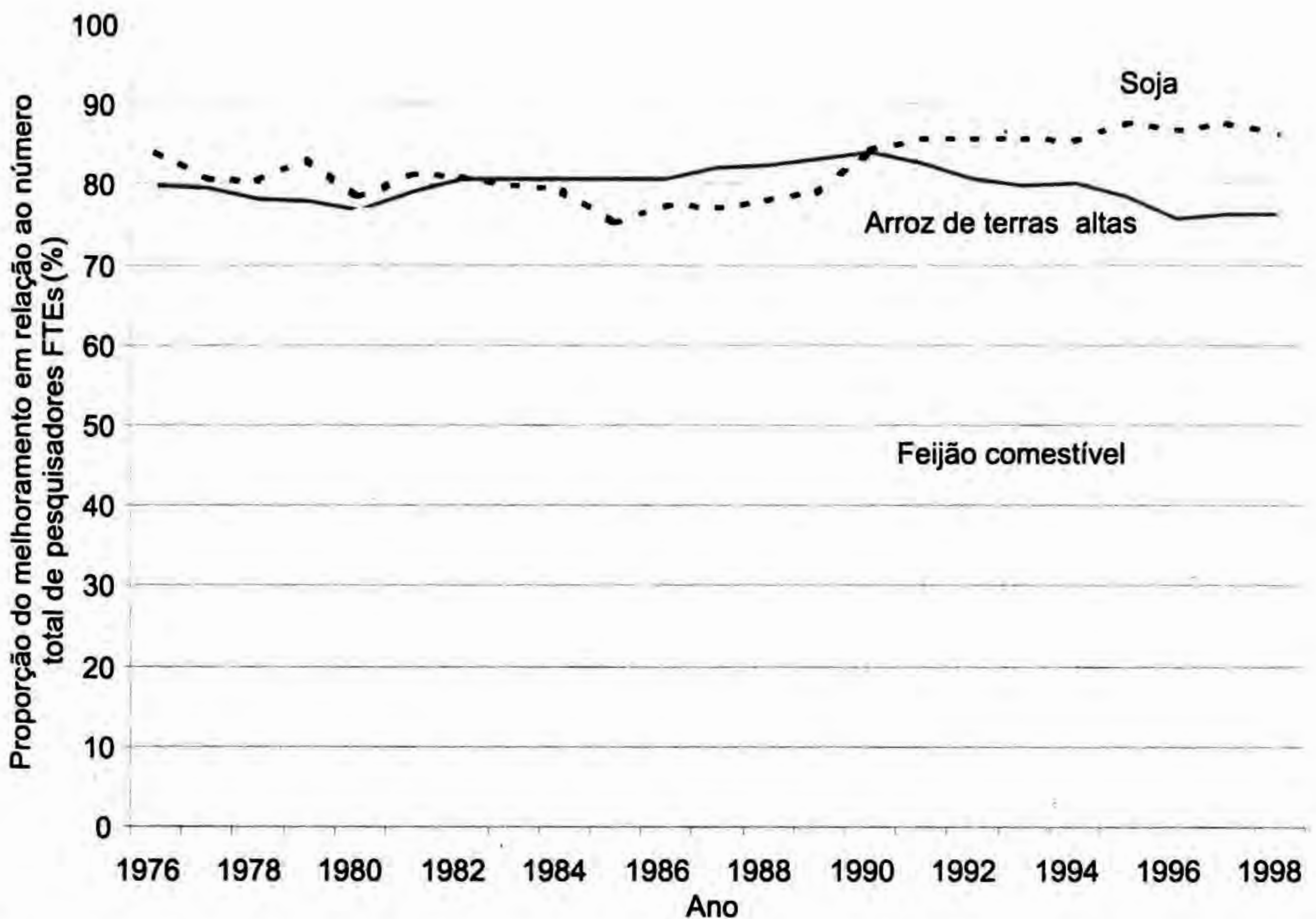


Fig. 3. Composição do quadro dos pesquisadores em melhoramento varietal.

Fonte: Cálculos feitos pelos autores.

comparação com os números de produtores, o número de cientistas nas áreas agrônômica, entomológica e de fitopatologias, entre outras, tem sido mais importante no caso do feijão comestível do que no do arroz de terras altas e no da soja, que utilizam o trabalho dos produtores de forma mais intensa em seus programas de melhoramento de lavouras. Quaisquer que sejam os motivos das diferenças, certamente vale mais para propósitos de gerenciamento uma maior quantidade de cálculos, e não uma quantidade menor; isso porque essas diferenças na composição das equipes resultam em diferenças significativas nos custos da pesquisa.

Segmentos dos custos

A Fig. 4 mostra a linha de base dos custos totais do melhoramento de lavouras para cada lavoura, a partir de 1976 (também referida no bloco central dos dados, no Apêndice A3).

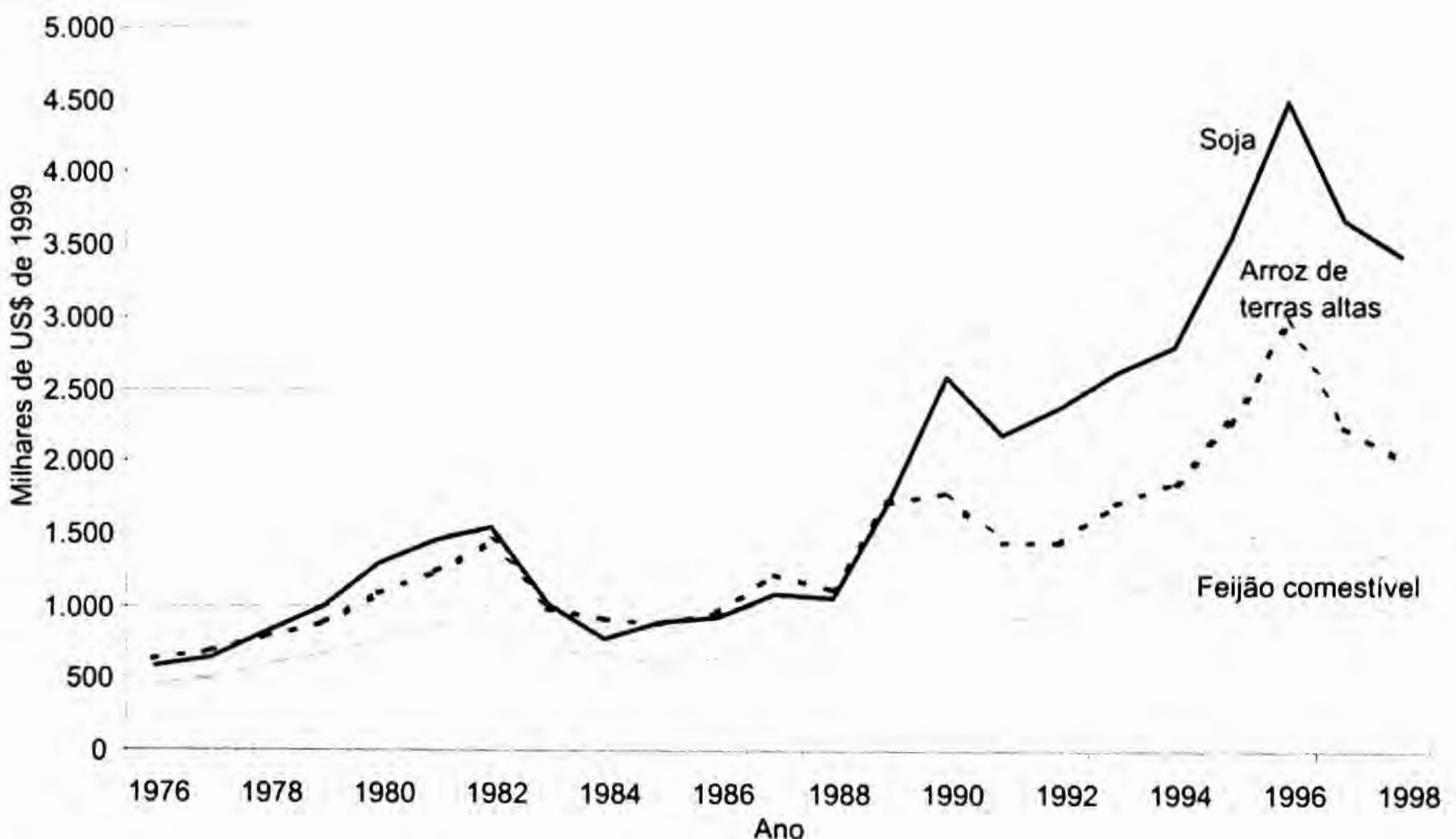


Fig. 4. Gastos com a pesquisa de melhoramento de lavouras, de 1976 a 1998.

Fonte: Cálculos feitos pelos autores.

Obs.: Os custos são especificados por Centro e não incluem a participação projetada (*pro rata*) dos custos da Sede e do Cenargen.

De 1976 a 1998, houve uma tendência ascendente geral (com taxas muito mais altas de crescimento para a soja do que para o arroz de terras altas e o feijão comestível), mas não sem alguma variação sobre essa tendência. Além disso, o investimento na pesquisa de melhoramento de lavouras declinou para todas as três lavouras depois de 1996. Em valores atuais, uma soma total de US\$ 61 milhões (preços de 1999), de 1976 a 1998, foi investida na pesquisa de melhoramento de variedades relativa à soja – um valor atual aproximadamente duas vezes maior do que o investido na pesquisa de feijão e US\$ 48,5 milhões a mais do investido em arroz. Esse investimento no melhoramento de lavouras representa cerca de 1/4 do investimento total na pesquisa de feijão comestível e soja e mais de um terço do investimento total na pesquisa de arroz (Tabela A3 do Apêndice).

Incorporando-se uma parcela dos custos incorridos pela Sede e pelo Cenargen como um tipo de *overhead* institucional (ver Capítulo 3 para uma discussão mais aprofundada), tem-se um série aumentada dos custos do melhoramento de lavouras, que é 38% mais alta do que a correspondente linha de base dos custos (que apenas inclui custos gerenciados diretamente pelos respectivos centros da Embrapa) para o feijão comestível, 27% mais alta para o arroz de terras altas e cerca de 36% maior para a soja.

A composição dos gastos em melhoramento de lavouras varia entre as lavouras e para uma mesma lavoura ao longo do tempo (Fig. 5). Calculando-se uma média para 1976–98, a pesquisa da soja tem sido muito mais intensiva em termos de absorção de trabalho (87% dos custos totais) do que a pesquisa em outras lavouras (75% para o feijão comestível e 83% para o arroz), a despeito de uma tendência geral, para as três lavouras, de crescimento da parcela de trabalho nos custos totais da pesquisa ao longo do tempo.

Por conta de sua elaboração, a série anual de uso de capital feita para este estudo é menos volátil que as despesas dos itens de capital, e tem um média entre 3% e 17% dos custos de 1976–98. Grande parte da variação ano a ano resulta de flutuações na série de custos operacionais – uma categoria de custo que é tipicamente reduzida à medida que os orçamentos diminuem e que cresce de forma desproporcional quando há abundância de fundos.

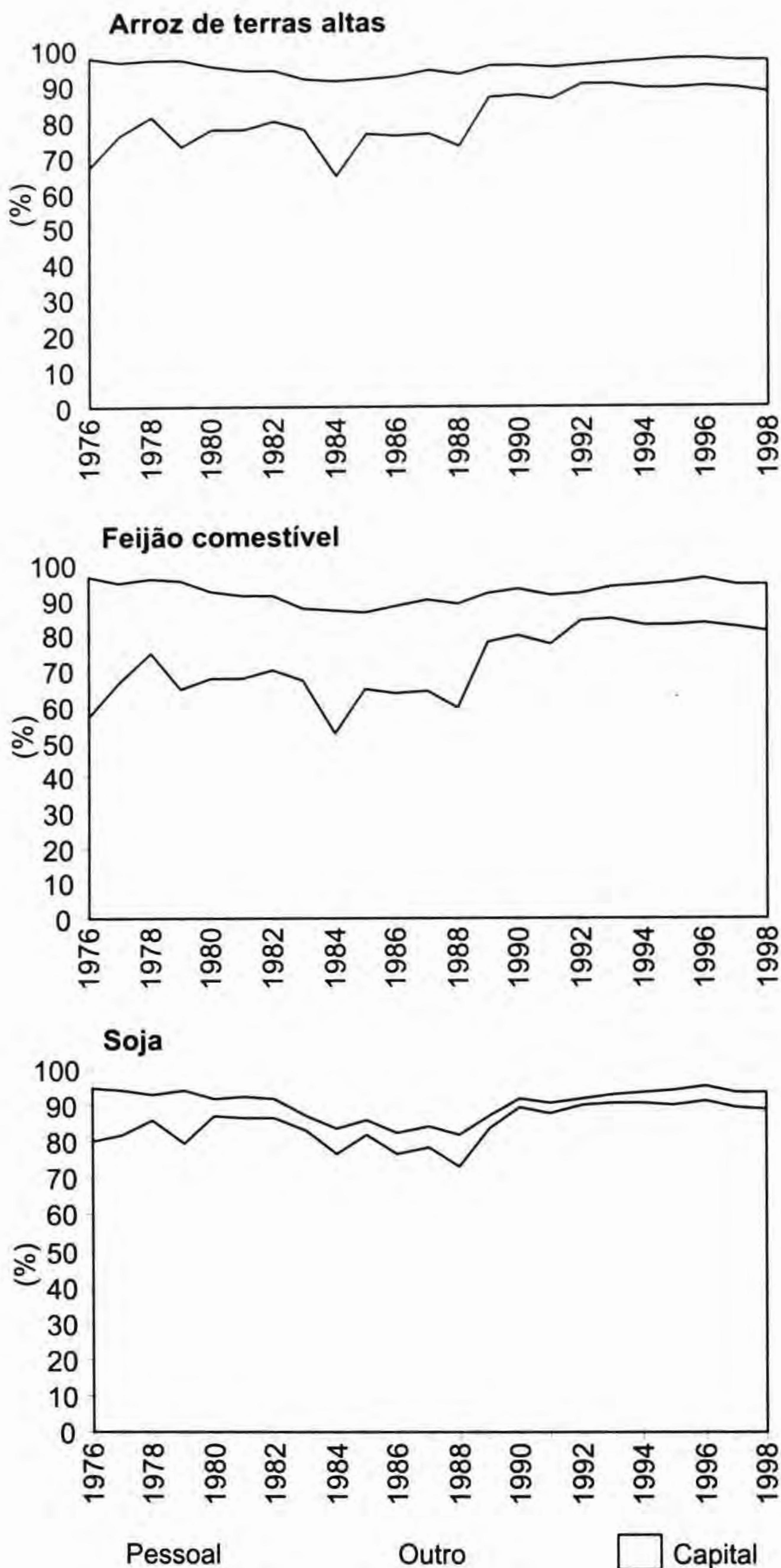


Fig. 5. Composição dos gastos com o melhoramento de variedades, de 1976 a 1998.

Fonte: Cálculos feitos pelos autores.

4.3 Estimando os Benefícios da Pesquisa

Tendências no desenvolvimento de variedades

A Tabela A4 do Apêndice fornece uma listagem cronológica dos dados sobre lançamento de variedades compilados para o presente estudo.

A fim de ilustrar o papel da pesquisa da Embrapa no contexto geral da pesquisa de melhoramento de variedades, procuramos compilar dados sobre todas as variedades lançadas desde 1976 (de todas as fontes, Embrapa e outras), mas tivemos sucesso somente com relação à pesquisa do arroz de terras altas e da soja. No caso do feijão comestível, pudemos registrar esses tipos de dados somente para o período iniciado em 1984.

A Tabela 3 resume elementos-chave desses dados, que revelam diferenças significativas entre as lavouras estudadas. A taxa de lançamentos de variedades foi mais alta para a soja (um total de 330 variedades lançadas entre 1976 e 1999, alcançando uma média de 13,8 variedades ao ano). Um total de 75 novas variedades de feijão comestível foram lançadas no Brasil de 1984 a 1999 (alcançando uma média de 4,7 variedades ao ano) e apenas 35 novas variedades de arroz de terras altas de 1976 a 1999 (alcançando uma média de 1,5 variedade ao ano).

As variedades da Embrapa responderam pela maior parcela (77%) de todas as variedades de arroz de terras altas lançadas no Brasil entre 1976 e 1999 (Tabela 3 e Fig. 6). Contudo, no tocante a lançamentos de variedades de soja e feijão comestível, a Embrapa tem desenvolvido um papel menos central. Menos do que 30% das variedades de feijão vieram da Embrapa, que foi responsável por apenas 37% das variedades de soja lançadas. Cerca de 1/3 das variedades de feijão foi lançado por outras agências públicas de pesquisa, majoritariamente agências públicas estaduais, como a Emgopa (Goiás) e a Epamig (Minas Gerais), bem como agências de pesquisa e extensão como a Empaer (Mato Grosso e Mato Grosso do Sul). Cerca de 1/4 das variedades de feijão comestível foi de lançamentos locais de variedades desenvolvidas internacionalmente (principalmente variedades de feijão desenvolvidas pelo Ciat – uma agência baseada na Colômbia, mas com presença contínua na pesquisa do CNPAF

por meio do envio de melhoristas, de 1982 a 1996, mantendo um melhorista desde então sobre as bases de um contrato via Ciat).³¹ Menos de 10% dos lançamentos de feijão vêm do setor privado.

Em contraste, o setor privado tem desempenhado um papel significativo no desenvolvimento de variedades de soja. Aproximadamente metade dos lançamentos no Brasil de 1976 a 1999 vem do setor privado, havendo também uma notável, porém

Tabela 3. Sumário das variedades lançadas.

Lavoura/Instituição	Período	Número de variedades		Participação no total	Participação no total do período 1991–99
		Total	Média anual		
%					
Arroz de terras altas^a	1976–99				
Embrapa (CNPAP)		27	1,13	77,1	55,6
Sistema cooperativo		6	0,25	17,1	83,3
IAC		2	0,08	5,7	0,0
Total		35	1,46	100	57,1
Feijão comestível^b	1984–99				
Embrapa (CNPAP)		22	1,38	29,3	72,7
Agências Internacionais		18	1,13	24,0	38,9
Outras agências públicas		25	1,56	33,3	60,0
Universidades		3	0,19	4,0	66,7
Agências privadas		7	0,44	9,3	57,1
Total		75	4,69	100	58,7
Soja	1976–98				
Embrapa (CNPSo)		122	5,08	37,0	66,4
Outras agências públicas		36	1,50	10,9	33,3
Universidades		17	0,71	5,2	29,4
Agências privadas		152	6,33	46,1	56,6
Outros		3	0,13	0,9	0,0
Total		330	13,75	100	55,8

Fonte: Cálculos feitos pelos autores.

^a Em 2000, houve o lançamento de uma variedade de arroz de terras altas; essa variedade foi lançada pelo Centro de Arroz e Feijão da Embrapa.

^b Não houve lançamento de variedades de feijão em 2000, mas duas variedades novas foram lançadas em 2001, ambas pelo Centro de Arroz e Feijão da Embrapa.

³¹ A agência francesa Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement – Cirad – tem também mantido presença contínua no Brasil nos últimos 20 anos, aproximadamente, envolvendo certo número de cientistas (porém tipicamente apenas um em qualquer ponto no tempo), que cobrem uma gama de especialidades científicas relacionadas à pesquisa do arroz. Atualmente, um economista do Cirad encontra-se no CNPAP, em Goiânia.

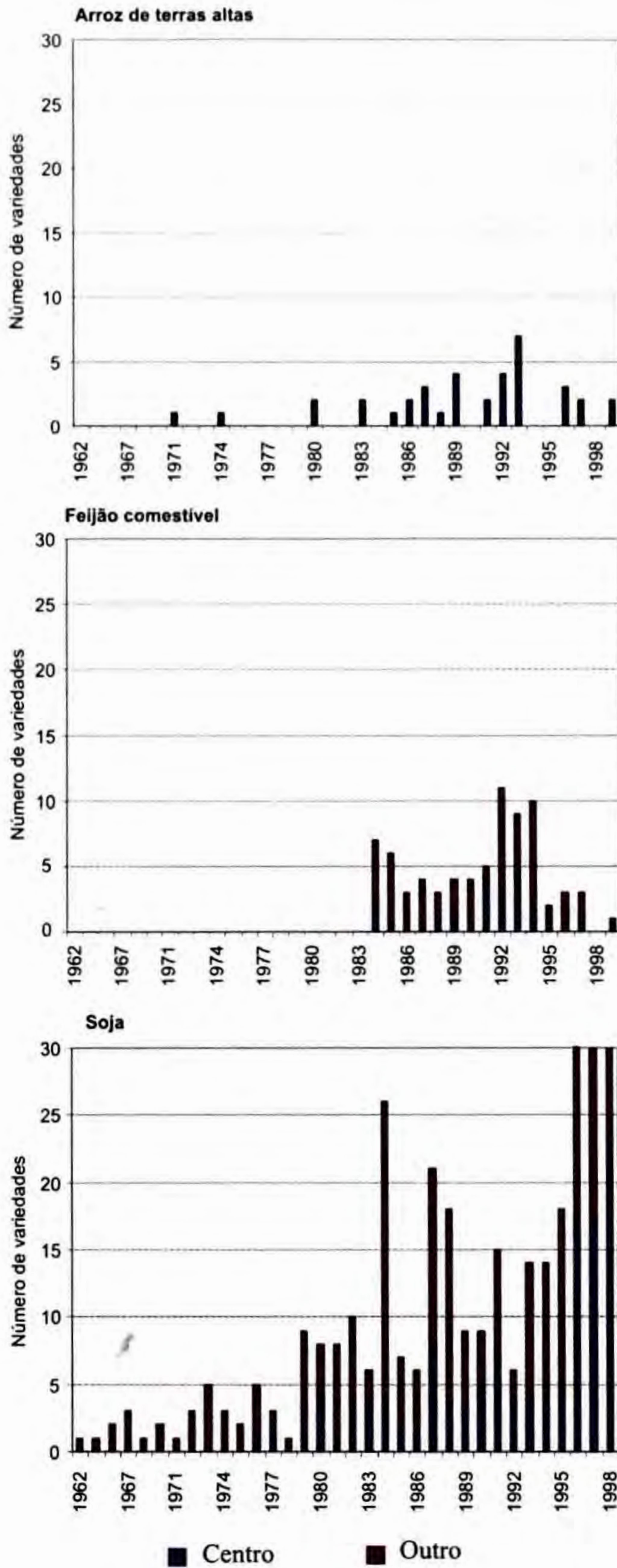


Fig. 6. Lançamentos anuais de variedades no Brasil.

Fonte: Cálculos feitos pelos autores.

Obs.: O número das variedades de soja lançadas em 1996 foi de 31 variedades, 39 em 1997 e 47 em 1998.

mais limitada, participação de outras agências públicas, e, com relação a todas as outras lavouras presentes em nosso estudo, há que se considerar o papel comparativamente menor desempenhado pelas universidades.

A Fig. 6 ilustra as grandes mudanças de ano para ano na taxa de lançamento de variedades, bem como os papéis institucionais alternantes, sublinhando a necessidade de se tomar uma perspectiva de prazo mais longo para a compreensão adequada desses processos.

No caso do arroz de terras altas, do feijão comestível e da soja, mais do que a metade das variedades, em nossos números totais, foi lançada durante os anos 90. A tendência geral tem se voltado para um aumento na taxa anual dos lançamentos de variedades de arroz de terras altas, e especialmente da soja, apesar de as taxas anuais de lançamentos, tanto para o arroz de terras altas como para o feijão comestível, terem declinado nos últimos anos. As parcelas institucionais dos lançamentos para qualquer ano em particular geralmente não são representativas de outro período para qualquer das lavouras.

Padrões de adoção de variedades

As contagens de lançamentos de variedades são medidas bastante tangíveis dos resultados da pesquisa, mas não dão a real indicação do impacto econômico causado. Para que uma variedade tenha algum tipo de consequência econômica, ela deve ser adotada diretamente pelos produtores, ou indiretamente adotada na forma de um insumo para o desenvolvimento de lançamentos bem-sucedidos comercialmente, feitos por outras agências.

A área semeada com uma certa variedade em um determinado ano é uma boa medida da taxa de adoção pelos produtores e um elemento-chave de nossos esforços de quantificação dos impactos da pesquisa da Embrapa. Infelizmente, a despeito de esforços consideráveis, alcançamos sucesso apenas parcial na compilação dos dados relativos à área ocupada por variedade para as três lavouras, neste estudo. Os dados de adoção de área por variedade que compilamos até o presente momento representam um grande salto em relação aos esforços anteriores.

Contudo, os dados permanecem incompletos, e a questionada exatidão de algumas das estimativas de área por variedade representa uma limitação real para todo o exercício de avaliação.

Nosso objetivo foi estimar a área semeada com cada uma das principais variedades de cada lavoura nos principais Estados produtores no período pós-1975, reconhecendo que detalhes completos sobre todas as variedades semeadas em cada Estado e em cada ano não estariam disponíveis. Nem a Embrapa nem as agências federal ou estaduais no Brasil mantêm uma série estatisticamente coerente dos dados de área por variedade. Nós utilizamos os dados disponíveis sobre a produção de sementes e o registro de nossas próprias sondagens para compilar tais dados, reconhecendo que cada um daqueles métodos de medição tem os próprios limites.

Traduzir a quantidade produzida de semente em cada Estado para cada ano, em termos de estimativa da área cultivada com uma variedade específica, gera muitos problemas.

Em primeiro lugar, nem todas as sementes são destinadas ao cultivo comercial no Estado no qual são produzidas – geralmente, as sementes são remetidas de outras regiões no Brasil ou de outros países nos quais são produzidas fora de estação ou em áreas livres de pestes e doenças.

Além disso, as taxas de semeadura podem variar de Estado para Estado – e até mesmo entre diferentes sistemas de produção dentro de um mesmo Estado (por exemplo, elas podem ser mais altas para a agricultura irrigada do que para a agricultura de sequeiro).

Outra dificuldade significativa diz respeito ao uso de sementes poupadas pelos fazendeiros. Para lavouras como a do arroz de terras altas, a do feijão comestível e a de variedades de milho de polinização aberta, o uso de sementes poupadas pode ser significativo e variar de estação para estação e entre diferentes localizações e empresas de produção. Produtores comerciais concentrados no uso intensivo de insumos mostram-se mais inclinados a mudar freqüentemente seu estoque de sementes (talvez até anualmente), comparados com produtores de subsistência ou que empregam insumos menos intensamente. Contudo, algumas variedades tradicionais têm persistido em alguns lugares durante décadas, e o uso dessas variedades não

seria revelado quando da utilização dos dados sobre a produção comercial de sementes para estimar a área cultivada com variedades específicas.³²

A disponibilidade limitada dos dados sobre produção de sementes representa outra real limitação. Por exemplo, no caso do arroz de terras altas e do feijão comestível, eles se encontraram disponíveis tipicamente por apenas alguns anos, no final dos anos 90, e para poucos Estados, e, no caso da soja, pudemos encontrar séries de dados de prazo suficientemente longo para apenas dois Estados (Rio Grande do Sul e Mato Grosso). Por essas razões, optamos por conduzir nosso próprio exame, do qual um exemplo se encontra incluído no Apêndice A5. Variantes dessa forma de exame foram utilizadas sobre cada uma das lavouras em nosso estudo. Formulários de pesquisa foram entregues a respondentes considerados bem-esclarecidos a respeito das áreas cobertas por variedades de uma determinada lavoura dentro de um Estado específico, incluindo pesquisadores da Embrapa, bem como pesquisadores de agências estaduais e universidades e trabalhadores de extensão selecionados.

Com a considerável ajuda de colegas no CNPAF, distribuímos cerca de 30 questionários sobre o arroz e 40 sobre o feijão, e, em colaboração com os colegas do CNPSo, 30 questionários sobre a soja foram enviados. Apesar de extensas atividades de acompanhamento, conduzidas intensamente ao longo de 6 meses, recebemos apenas duas respostas aos formulários respectivos da soja. Um total de nove respostas foi obtido para o feijão, e seis para o arroz. A Tabela 4 resume as fontes e a cobertura do dados de área por variedade que compilamos.

³² Por exemplo, variedades tradicionais, como a 'Lajedo' e a 'Palha Murcha', respondiam por um estimado total combinado de aproximadamente 14% da área semeada com arroz de terras altas no Maranhão, mas não se encontravam presentes nos dados sobre produção disponíveis. Além disso, a variedade de arroz 'Cirad 141' (desenvolvida pela agência francesa de pesquisa Cirad) não foi registrada como uma variedade lançada oficialmente no Brasil e, portanto, não aparece nas estatísticas oficiais sobre produção de sementes, apesar de ter sido amplamente utilizada (ocupando, de acordo com nossas estimativas, cerca de 60% da terra em acres plantada com arroz de terras altas em Mato Grosso, na década de 90).

Tabela 4. Fontes de dados de área por variedade.

Produto	Estado	Parcela da produção ^a	Ano incluído	Observação
Arroz de terras altas	GO, MA, MT, MG, PA, PR, PI, RO, TO	82	A cada 2 anos, 1975–2000	Todas as estimativas são baseadas em retornos de pesquisa obtidos de cientistas especializados da Embrapa Arroz e Feijão (CNPAF) e de outros especialistas. Um total de seis indivíduos forneceu retornos utilizáveis
Feijão comestível	BA, DF, GO, MG, MT, PR, RO, SC, TO, SP	80	A cada 2 anos, 1975–2000	Todas as estimativas são baseadas em retornos de pesquisa obtidos de cientistas especializados da Embrapa Arroz e Feijão e de vários outros especialistas. Um total de nove indivíduos forneceu retornos utilizáveis
Soja	PR, GO	34	A cada ano, 1975–1998	Todas as estimativas são baseadas em retornos de pesquisa obtidos de cientistas especializados da Embrapa Soja (CNPSo) e de outros especialistas. Um total de dois indivíduos forneceu retornos utilizáveis
Trigo	MT, RS	44	A cada ano, 1980–2000 (MT) 1973–2000 (RS)	Todas as estimativas são baseadas nos dados sobre produção de sementes fornecidos pelo Embrapa Trigo (CNPT) para o Rio Grande do Sul, e pelo Embrapa Agricultura Oeste (CPAO) para Mato Grosso

^a Indica participação na produção nacional de 1998, representada por Estados para os quais temos dados de área por variedade.

A Tabela A6 do Apêndice resume os dados de área por variedade que desenvolvemos para o arroz de terras altas, o feijão comestível e a soja, para anos selecionados. As Fig. 7, 8 e 9 mapeiam esses mesmos dados para variedades-chave selecionadas, nos principais Estados sobre os quais obtivemos dados. Eles revelam um padrão complexo, específico em termos de localização e alternante com o tempo, com o auxílio do qual se podem fazer algumas generalizações.

Em 1986, variedades diversas, desenvolvidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas – IAC –³³, especificamente as ‘IAC 25, 47, 164 e 165’, estiveram entre as variedades mais amplamente cultivadas em todos os oito Estados para os quais dispomos de dados sobre o arroz de terras altas, respondendo por mais de 40% (um total de 1,73 milhão de hectares) da medida em acres cultivada com arroz de terras altas em cinco daqueles Estados. Até 1999, estimamos que essas variedades de arroz ocuparam somente 50.780 ha, e que tiveram significado comercial (nesse caso, respondendo por pelo menos 10% da área cultivada com arroz de terras altas) em apenas dois Estados. É interessante notar que a ‘IAC 47’, a variedade de arroz de terras altas mais amplamente plantada em cinco dos sete Estados em 1986, foi lançada 15 anos antes (em 1971). A ‘Caiapó’, a variedade mais amplamente plantada em cinco dos oito Estados em 1999 (respondendo por um total de aproximadamente 234 mil hectares), foi lançada somente 7 anos depois (em 1992).

Assim como no caso do arroz de terras altas, parece que apenas algumas variedades de feijão comestível tiveram grande apelo por parte dos fazendeiros. Em 1985, a ‘Carioca’ (uma variedade local de origem desconhecida, que foi purificada e lançada oficialmente pelo IAC em 1969) foi a variedade mais amplamente plantada em todos os nove Estados dos quais possuímos dados, e continuou a ser a variedade mais amplamente plantada (ou segunda maior) em sete Estados, em 1999. A liderança contínua de umas poucas variedades-chave ao longo da última metade dos anos 80 e nos anos 90 é uma característica tanto do arroz como do feijão (a ‘Carioca’ e a ‘Pérola’ para o

³³ O IAC é uma agência pública estadual localizada em Campinas, SP, e encontra-se em operação desde junho de 1887.

feijão, e a 'Caiapó' e a 'Guarani' para o arroz). Entretanto, os fazendeiros parecem usar uma mistura maior de variedades de feijão do que de variedades de arroz de terras altas, talvez como reflexo de um número total maior de variedades de feijão lançadas desde meados da década de 80, combinada à persistência de

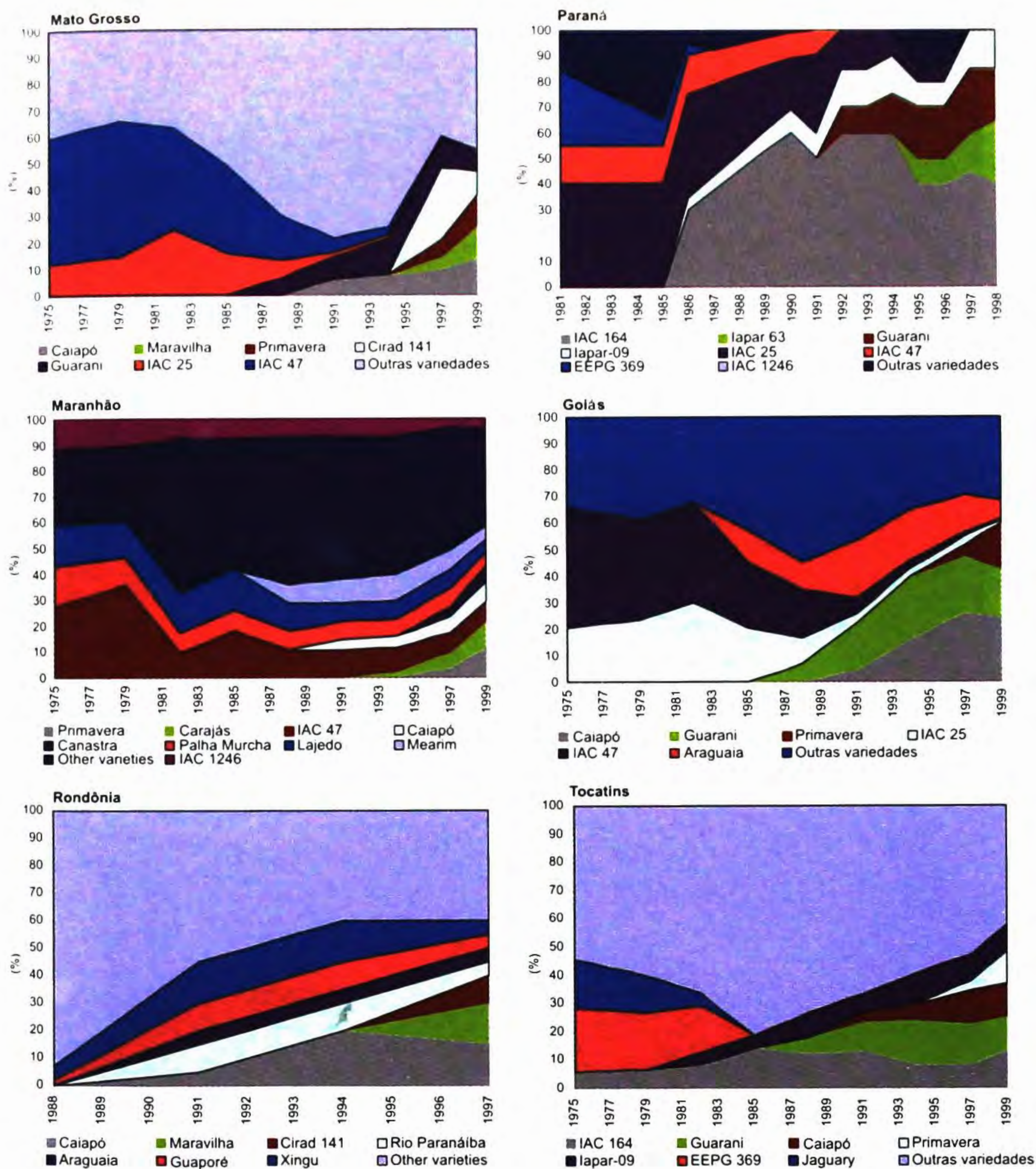


Fig. 7. Padrões de adoção de variedades de arroz de terras altas, em vários Estados.

Fonte: Cálculos dos autores baseados em estimativas de área por variedade, obtidas de questionários preenchidos por especialistas.

variedades tradicionais em Estados como a Bahia (que respondeu por 17% da área brasileira total cultivada com feijão comestível em 1997), em que tais variedades ainda respondiam por mais de 60% da área cultivada com feijão comestível até fins dos anos 90.

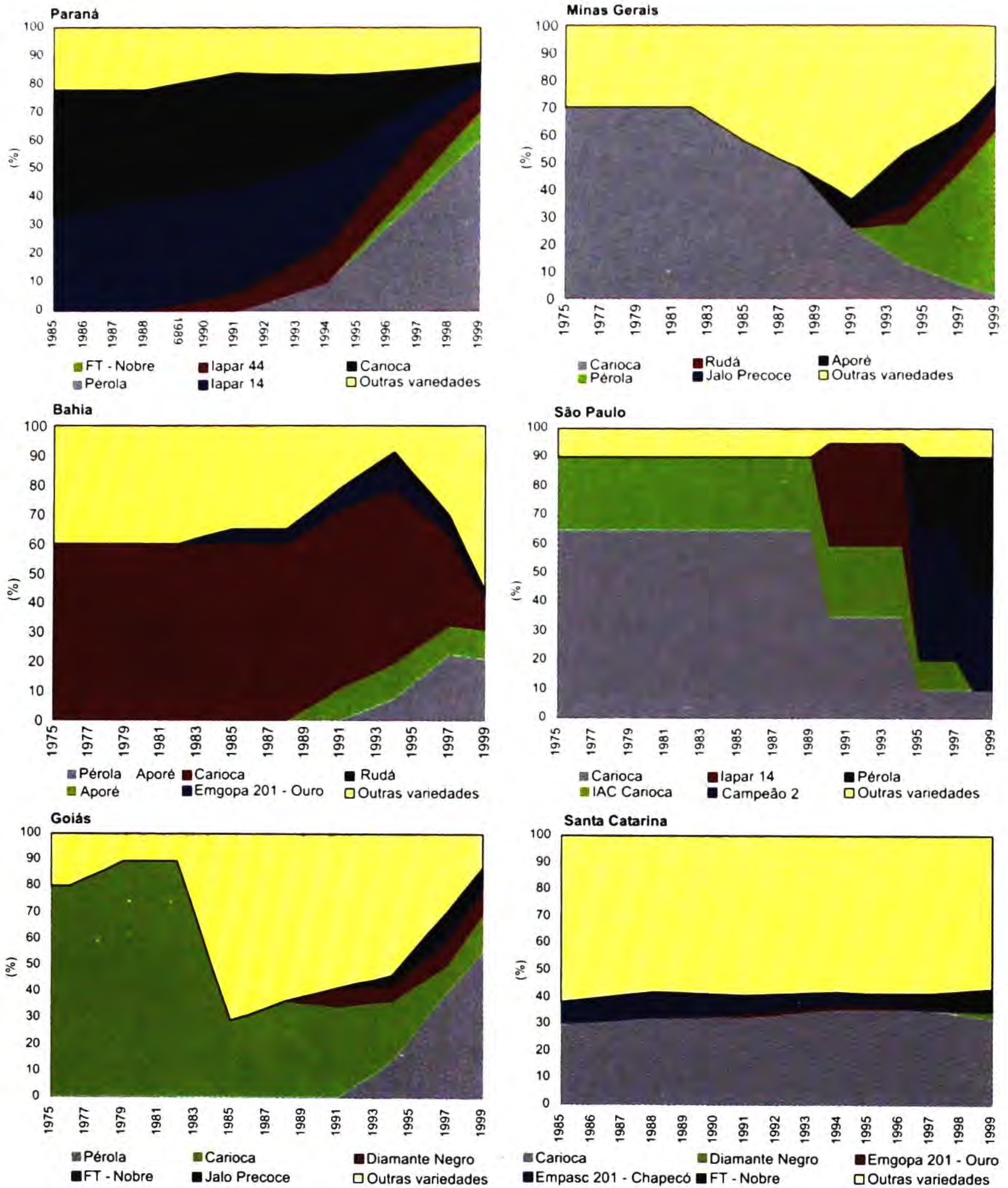


Fig. 8. Padrões de adoção de variedades de feijão comestível, em vários Estados.

Fonte: Cálculos baseados em estimativas de área por variedade, obtidas de questionários preenchidos por especialistas.

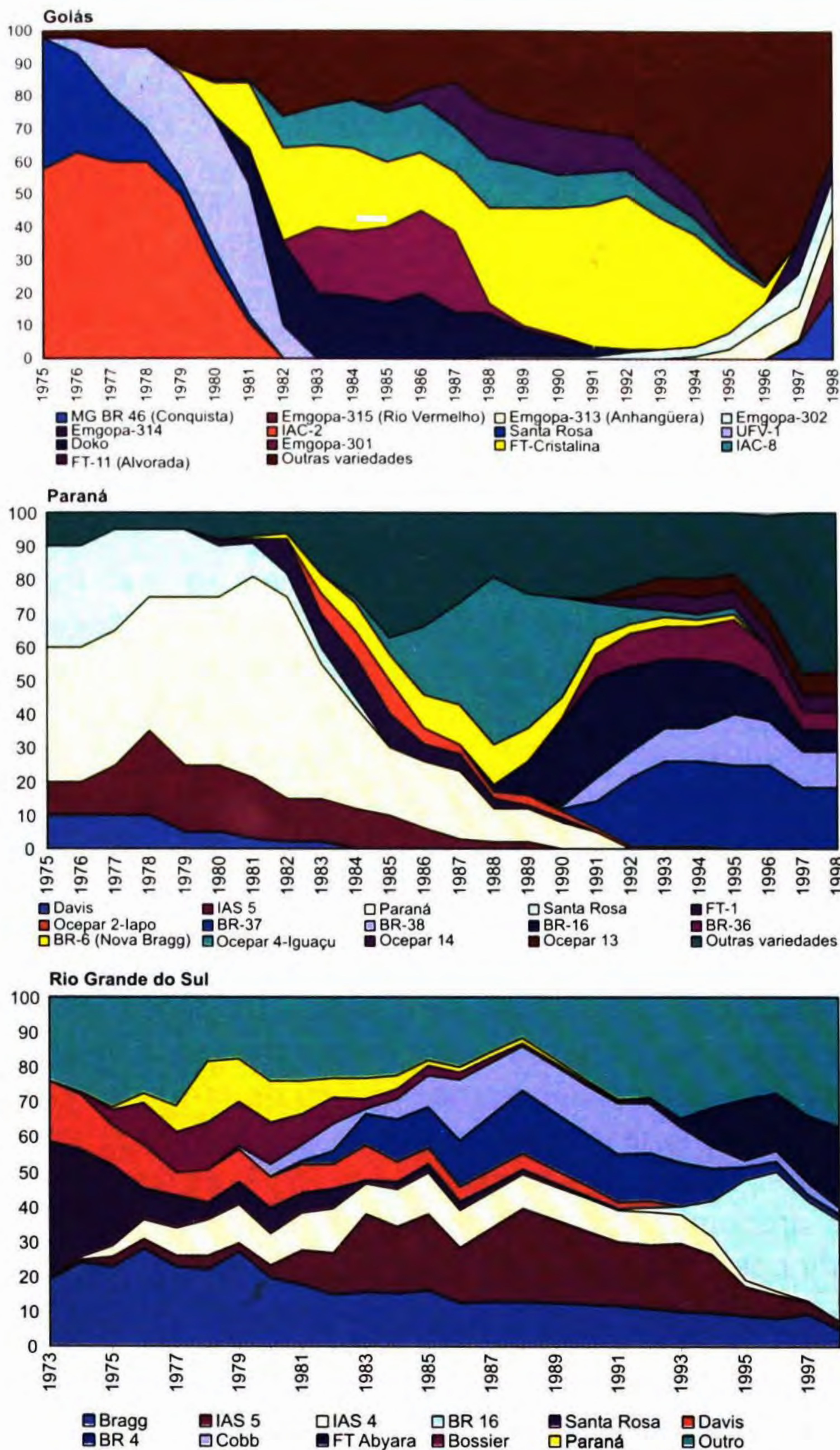


Fig. 9. Padrões de adoção de variedades de soja, em vários Estados. Fonte: As estimativas para os Estados do Paraná e de Goiás foram baseadas em estimativas de área por variedade obtidas de questionários preenchidos por especialistas; para o Rio Grande do Sul, são baseadas em dados sobre produção de sementes.

Desenvolvemos estimativas de área por variedade para quatro Estados, que, em 1998, responderam por um total combinado de 76% dos 10,04 milhões de hectares cultivados com soja por todo o Brasil.

Cerca de 94% da medida em acres em 1960, no Brasil, situava-se no Estado sulista do Rio Grande do Sul, mas já em 1998 esse Estado respondia por apenas 24% do total. Os Estados de Goiás e Mato Grosso (ambos localizados na Região dos Cerrados) e do Paraná (outro Estado sulista) são agora importantes produtores de soja, respondendo, em 1998, por um total combinado de 51% da terra brasileira cultivada com soja, medida em acres.

A velocidade da rotatividade das variedades parece ter sido mais alta para a soja do que o foi para o arroz de terras altas e para o feijão comestível. Em Goiás, no Paraná e em Mato Grosso, nenhuma das variedades de soja que predominavam na segunda metade da década de 70 também o fez em 1998. Em 1998, as três variedades predominantes em Goiás e em Mato Grosso haviam sido lançadas apenas 2 ou 3 anos antes, e no Paraná, as três variedades predominantes foram todas lançadas nos anos 90.

Comparando o arroz com o feijão, notamos uma aparente relação inversa entre o número de variedades lançadas e a concentração do uso dessas variedades. Os dados sobre a soja reforçam essa noção geral: muito mais variedades de soja foram lançadas do que de feijão comestível ou de arroz de terras altas ao longo das últimas décadas, e a soja demonstrou um padrão mais diverso de uso de variedades. Em 1999, as cinco variedades de soja predominantes respondiam por somente 62% da área cultivada com soja em Goiás e 48% no Paraná, em comparação com os graus de especialização geralmente maiores de variedades dentro dos Estados em relação à produção de arroz e feijão (Tabela A6 do Apêndice).

Desempenho das variedades em termos de rendimento

Nossa abordagem, direcionada para o desenvolvimento de um índice de melhoramento de variedades, necessita de um

conjunto de observações sobre rendimentos experimentais para cada um dos anos durante os quais a variedade esteve em uso comercial. Para a obtenção de uma idéia das diferenças específicas entre os locais de cultivo no desempenho de variedades, conduzimos a análise em âmbito estadual. Não podendo contar com dados completos sobre os rendimentos experimentais de cada variedade adotada em cada Estado e em cada ano, utilizamos o modelo de regressão descrito pela equação 3.9, de modo a computar valores adaptados aos rendimentos experimentais de cada variedade adotada em cada localidade experimental e em cada ano. Em seguida, valores ajustados em termos estaduais foram derivados como uma média dos valores específicos de cada localidade, entre todas as localidades, dentro de um mesmo Estado.

A Tabela 5 resume o conjunto de dados que compilamos para a nossa análise de regressão. Ela especifica os anos em que dados de rendimentos experimentais foram observados, o ano no qual cada variedade presente na amostra foi lançada (isto é, o ano de vindima), o número de localidades de testagens e as variedades nela incluídas, além do número total de observações em cada modelo de regressão. Variáveis de simulação foram criadas para representar os efeitos sobre cada variedade, cada ano de testagem, cada ano de lançamento (isto é, ano de vindima) e cada localidade experimental. Como uma variável contínua, os rendimentos comerciais em cada Estado e em cada ano foram utilizados para detectar efeitos meteorológicos. Modelos individuais de rendimentos experimentais foram elaborados para o arroz de terras altas, o feijão comestível e a soja, respectivamente. Os modelos ajustados responderam por uma parcela substancial da variação observada nos rendimentos experimentais (a "qualidade do ajuste", tal como indicados pelo coeficiente de determinação, ou R^2 , ajustado para graus de flexibilidade, foi de 0,39 para o arroz de terras altas e 0,48 tanto para o feijão comestível como para a soja).

Utilizando os parâmetros estimados, os modelos foram utilizados para gerar valores adaptados e especificados por Estado, dos rendimentos experimentais para cada variedade. O painel "a" na Fig. 10 ilustra os perfis de rendimentos experimentais

Tabela 5. Panorama dos dados e da capacidade de aproveitamento dos modelos de regressão.

Lavoura	Período dos testes	Ano de lançamento	No. de locais de testagem	Número de variedades	Número de observações	Ajuste do R²
Arroz ter. alt.	1984–99	1971, 1974, 1983 1985-89, 1991-93, 1996–97, 1999	66	29	1.680	0,39
Feijão com.	1985–89 1991–99	1984–94, 1996-97	110	73	2.281	0,48
Soja	1976–78, 1980–97, 1999	1965–67, 1969, 1972–73, 1976–77, 1979–85, 1987–93, 1995–97	124	72	1.673	0,48

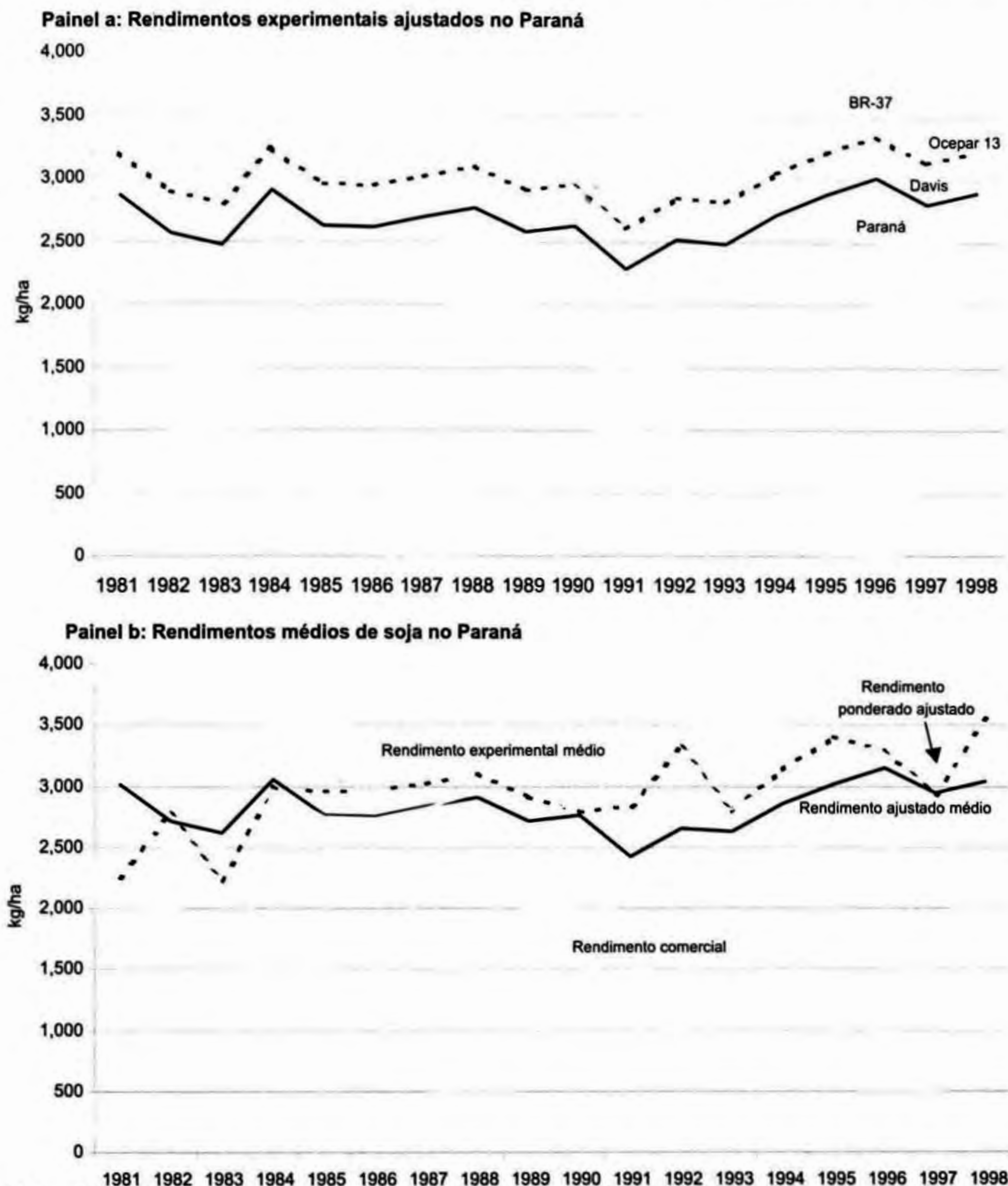


Fig. 10. Estimativas de rendimento experimental.

Fonte: Cálculos feitos pelos autores.

adaptados para quatro das mais amplamente cultivadas variedades de soja no Estado do Paraná, de 1981 a 1998. O painel "b" mapeia várias estimativas de rendimentos da soja em âmbito estadual:

- Rendimentos comerciais médios, obtidos do IBGE.
- Rendimentos experimentais médios, representando uma média aritmética dos rendimentos experimentais de 50 variedades de soja para 22 localidades de testagem.

no Paraná (notando-se que o número de localidades de testagem varia de ano para ano e tipicamente fica em torno de 13 localidades).

- Rendimentos médios ajustados, representando uma média simples dos rendimentos experimentais ajustados para 50 variedades de soja em cada uma das 22 localidades de testagem, para cada ano.
- Rendimentos médios ajustados e ponderados, representando uma soma ponderada dos rendimentos experimentais ajustados, utilizando as parcelas das reais áreas de colheita de cada variedade como pesos (isto é, o real desempenho dos rendimentos, Y^{art} , computado com o uso da equação 3.3, do item 3.3).

Como se poderia esperar, os rendimentos experimentais ajustados foram mais altos do que os rendimentos comerciais correspondentes: os rendimentos experimentais ajustados foram em média de 709 kg/ha a mais do que os rendimentos de 1981 a 1998, com a diferença de terem sido um pouco menores nos anos 90 (695 kg/ha) do que nos anos 80 (723 kg/ha). Houve também diferenças substanciais na taxa de mudança dos rendimentos: os rendimentos comerciais cresceram de 1,68% por ano de 1981 a 1998, em comparação com o 1,22% por ano dos rendimentos experimentais ajustados e ponderados. Durante os anos 80, os rendimentos comerciais cresceram de 1,06% por ano, enquanto os rendimentos experimentais ajustados e ponderados permaneceram estagnados. Os rendimentos comerciais continuaram a crescer durante os anos 90 (de 2,75% ao ano), enquanto os rendimentos experimentais ponderados cresceram ainda mais rapidamente, embora erraticamente a uma taxa média de 4,76% ao ano.

Diferenças em rendimentos experimentais ajustados médios e ponderados, com ou sem mudanças nas variedades, fornecem a base para a estimação dos benefícios da mudança de variedades. Os painéis da Fig. 11 mapeiam estimativas do deslocamento proporcional na oferta comercial de arroz de terras altas, feijão comestível e soja, respectivamente. Esse deslocamento na oferta foi estimado mediante o uso de uma hipótese contrafactual de nenhuma mudança nas variedades, desde o ano-base ou de referência (1985 para o feijão comestível, 1984

para o arroz de terras altas, e 1981 para a soja), de forma que $k_{rt} = 1 - I_{rt}$, em que I é a razão dada pelo índice contrafactual dos rendimentos experimentais, Y_{rt}^b (isto é, pressupondo-se que o padrão de uso de variedades observado no ano-base para cada

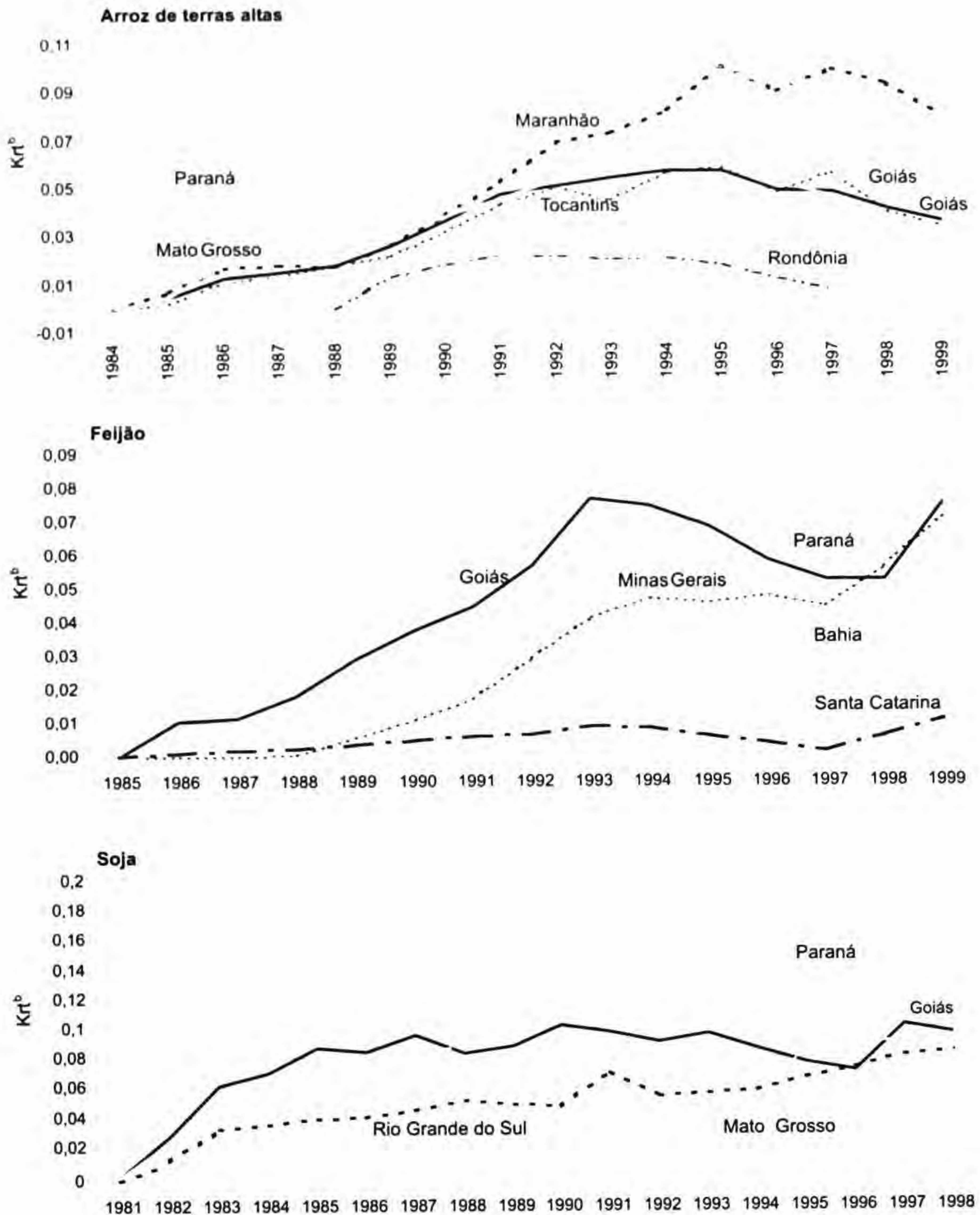


Fig. 11. Deslocamentos proporcionais da oferta (k) em vários Estados e diversas lavouras.

Fonte: Estimativas feitas pelos autores.

Estado permaneceu inalterado ao longo dos anos seguintes), dividido pelo índice real dos rendimentos experimentais, Y^a_{rt} (isto é, utilizando o padrão real do uso de variedades).

Existem diferenças substanciais entre os Estados nos padrões de deslocamento das curvas de oferta para cada lavoura, refletindo diferenças locais no desempenho de cada variedade e na combinação alternante do uso de variedades ao longo do tempo. A utilização de uma média nacional não seria especialmente representativa do padrão de mudanças em qualquer estado em particular. Analisando mais atentamente cada lavoura, existe alguma semelhança nos padrões de deslocamento de oferta para o arroz de terras altas nos Estados de Goiás, Tocantins e Mato Grosso, atrelados aos Estados do Maranhão e do Paraná – com reduções substancialmente maiores do custo por unidade da oferta (particularmente durante os anos 90) – e Rondônia, que detém uma taxa consideravelmente menor de redução no custo por unidade na produção de arroz de terras altas.

No caso do feijão comestível, a mudança nas variedades utilizadas (comparada com uma hipótese contrafactual de nenhuma mudança de variedades desde 1985) resultou em reduções de custo unitário similares, até o final dos anos 90, nos Estados de Goiás, Paraná, Minas Gerais e Bahia, apesar de o padrão de redução de custos para os anos interpostos ter sido bastante diferente. O custo de produção de feijão comestível em Santa Catarina mudou pouco com o passar dos anos, refletindo as poucas mudanças nas variedades utilizadas (a 'Carioca' permaneceu como a mais importante variedade, ocupando cerca de 1/3 da área plantada com feijão comestível por todo o período do nosso estudo).

O custo unitário de produção de soja declinou geralmente mais depressa, como resultado da mudança nas variedades utilizadas, do que o fizeram os custos de produção por unidade relativos ao feijão comestível e ao arroz de terras altas (valores de k_{rt} permanecendo na faixa de 8% a 14% em 1998 no caso da soja, comparados aos 3% a 9% no caso do arroz de terras altas e aos 1% a 7% no caso do feijão comestível). As mudanças de variedades tiveram o maior impacto nos custos de produção no Paraná (em que eles declinaram em uma média de 12,3% ao ano). Os custos declinaram em apenas 8,2% ao ano no Rio Grande

do Sul, Estado em que 93% da produção total de soja do Brasil foi cultivada em 1960, mas somente 78% em 1998.

4.4 Medidas dos Benefícios e sua Atribuição

As estimativas de deslocamento na oferta, k_{rr} , ilustradas para os Estados selecionados na Fig. 11, em conjunto com os preços no mercado mundial em 1993 (expressos em dólares americanos) e a quantidade anual produzida de cada lavoura em cada Estado, Q_{rr} , foram utilizados para estimar um segmento de benefícios totais resultantes das variedades melhoradas. Os segmentos de benefícios representam o valor adicional da produção atribuível ao lançamento e à adoção de toda nova variedade (de forma que $B_{rr} = k_{rr} P_r Q_{rr}$, em que P é o preço utilizado para avaliar a produção específica de cada Estado, Q_r).

A coluna da esquerda dos dados na Tabela 6 inclui várias estimativas resumidas desses benefícios totais para cada lavoura. O total nacional foi formado somando-se, primeiramente, os números de nove Estados no caso do arroz de terras altas (representando 82% da produção brasileira em 1998), de dez Estados no caso do feijão comestível (respondendo por 80% da produção em 1998) e de quatro Estados no caso da soja (que produziram 78% do total nacional em 1998). Por fim, tomando os desenvolvimentos respectivos de cada Estado como representantes dos desenvolvimentos em outras partes do Brasil, os totais multiestados foram reajustados a cada ano, a fim de gerar um total nacional de acordo com suas parcelas correspondentes da produção brasileira.

Estimamos que os benefícios totais para o Brasil dos melhoramentos de variedades para o arroz de terras altas sejam de US\$ 1,68 bilhão (preços de 1993) para o período 1984–2003, representando 3,8% do valor presente da produção total ao longo de todo o período, expressos em valores de 1999.³⁴

³⁴ Estimativas diretas dos benefícios da utilização de novas variedades de arroz de terras altas foram obtidas para o período 1984 a 1999 (e de 1985 a 1998 para o feijão comestível, e de 1981 a 1998 para o caso da soja). A fim de obter uma melhor combinação temporal entre a corrente anual de custos de pesquisa (relativa ao período 1976–1998), os benefícios estimados para 1998 foram projetados (e não modificados) para 2003, para cada caso.

Tabela 6. Indicadores sumários do impacto da pesquisa de melhoramento de variedades da Embrapa.

Lavoura	Total dos benefícios da inovação varietal	Todos os créditos concedidos ao último cruzamento		Regra geométrica	
		Não-partilhado	Partilhado	Não-partilhado	Partilhado
(Em milhares de US\$ de 1999)					
Arroz de terras altas					
Melhora do rendimento	1.683.861	1.201.092	642.020	611.387	326.265
Melhora da qualidade do grão	232.879				
Feijão comestível	677.538	328.443	212.634	221.232	144.172
Soja	12.473.825	5.022.045	4.472.371	2.901.042	2.626.328
Total das lavouras	14.835.224	6.551.580	5.327.026	3.733.661	3.096.765

Fonte: Cálculos feitos pelos autores.

Obs.: Cada tipo de benefício foi descontado mediante uso de taxa de juros de 4%. “Não-partilhado” indica que o crédito total foi dado à Embrapa pelas variedades desenvolvidas pela agência, sozinha ou em conjunto com outras agências. O valor presente dos benefícios da inovação varietal inclui uma categoria de benefício de 1984 a 2003 para o arroz de terras altas; de 1985 a 2003 para o feijão; e de 1981 a 2003 para a soja.

Os benefícios atribuíveis ao melhoramento de qualidade do arroz de terras altas foram estimados em US\$ 232 milhões. Ambos os benefícios representam o limite máximo do benefício atribuível à Embrapa, pressupondo-se que alguns dos benefícios são atribuíveis aos esforços de outras instituições. Os benefícios totais da adoção de variedades novas e de maior rendimento de feijão comestível são estimados em US\$ 678 milhões (1,73% do valor presente da produção no período correspondente), enquanto o uso de variedades melhoradas de soja teve um valor estimado de US\$ 12,8 bilhões para o Brasil (aproximadamente 8% do valor presente de US\$ 159 bilhões da produção).

Comparando benefícios e custos

Essas estimativas de benefícios totais não levam em conta as diferenças de tamanho dos esforços de pesquisa que as fizeram emergir. Três indicadores que normalizam estimativas de benefícios em termos das fontes de pesquisa que as suscitam são apresentados na Tabela 7. Um deles divide o valor presente dos benefícios pelo correspondente valor presente dos custos da pesquisa de melhoramento de variedades incorrido pelos programas do arroz e do feijão no CNPAF e pelo programa da soja no CNPSo. Esses custos de base incluem os custos com toda a equipe de pesquisa e de suporte envolvida na pesquisa de melhoramento de lavouras (isto é, criadores de lavoura, bem como parcelas adequadas da equipe agrônômica, fitopatológica, entomológica e outras equipes científicas), além dos custos associados operacionais e de capital. Todavia, em decorrência do orçamento e das divisões institucionais de responsabilidades dentro da Embrapa, os custos que aparecem nos orçamentos centrais não consistem em uma contabilidade completa de todos os custos do melhoramento de lavouras incorridos pela Embrapa. Alguns dos custos relevantes pertencem ao orçamento dos escritórios da Embrapa Sede. Além disso, alguns dos custos incorridos pela pré-criação e por outras atividades biotecnológicas de que o Cenargen se incumba podem ser considerados como uma forma de *overhead* a ser cobrado da pesquisa de melhoramento de lavouras empreendida pelos respectivos centros. A série de custos aumentados inclui custos específicos de cada

Tabela 7. Benefícios normalizados da pesquisa.

Indicador	Benefícios totais da inovação varietal	Todos os créditos concedidos ao último cruzamento		Regra geométrica	
		Não-partilhado	Partilhado	Não-partilhado	Partilhado
(Em US\$ de 1999)					
Benefícios/Custos do melhoramento					
Arroz de terras altas					
Rendimento melhorado					
Linha de base	34,7	24,8	13,2	12,6	6,7
Aumentada	27,3	19,5	10,4	9,9	5,3
Qualidade do grão melhorada					
Linha de base	4,8				
Aumentada	3,8				
Feijão comestível					
Linha de base	20,8	10,1	6,5	6,8	4,4
Aumentada	15,1	7,3	4,8	4,9	3,2
Soja					
Linha de base	204,4	82,3	73,3	47,5	43,0
Aumentada	149,3	60,1	53,5	34,7	31,4
Todas as lavouras					
Linha de base	104,4	46,1	37,5	26,3	21,8
Aumentada	78,1	34,5	28,0	19,7	16,3
Benefícios/Custo total da pesquisa					
Arroz de terras altas					
Rendimento melhorado					
Linha de base	12,6	9,0	4,8	4,6	2,4
Aumentada	9,2	6,5	3,5	3,3	1,8
Qualidade do grão melhorada					
Linha de base	1,7				
Aumentada	1,3				
Feijão comestível					
Linha de base	5,1	2,5	1,6	1,7	1,1
Aumentada	3,7	1,8	1,2	1,2	0,8
Soja					
Linha de base	54,7	22,0	19,6	12,7	11,5
Aumentada	39,6	16,0	14,2	9,2	8,3
Todas as lavouras					
Linha de base	30,0	13,2	10,8	7,5	6,3
Aumentada	21,8	9,6	7,8	5,5	4,5
(Em milhares de US\$ de 1999)					
Benefícios/Fte					
Arroz de terras altas					
Rendimento melhorado	11,230	8,011	4,282	4,078	2,176
Qualidade do grão melhorada	1,553				
Feijão comestível					
Linha de base	4,456	2,160	1,398	1,455	948
Soja					
Linha de base	42,603	17,152	15,275	9,908	8,970
Todas as lavouras					
Linha de base	24,942	11,015	8,956	6,277	5,206

Fonte: Cálculos feitos pelos autores.

Obs.: Categoria de benefícios descontada mediante uso de taxa de juros de 4%. Fte refere-se à média anual de pesquisadores equivalentes em tempo integral entre 1976 e 1998. "Não-partilhado" indica que crédito total é concedido à Embrapa pelas variedades que a agência desenvolveu sozinha ou com a participação de outras. "Partilhado" indica que foi concedido à Embrapa crédito parcial pelas variedades desenvolvidas em conjunto com outras agências. O valor presente dos benefícios da inovação varietal inclui categoria de benefícios de 1984 a 2003 para o arroz de terras altas; de 1985 a 2003 para o feijão; e de 1981 a 2003 para a soja.

centro, aos quais adicionou-se uma parcela adequada dos custos da Sede e do Cenargen, em um esforço de combinar o segmento

dos benefícios de forma mais próxima aos custos com melhoramento de lavouras incorridos pela Embrapa.³⁵

Tipicamente, são o tempo e a habilidade da equipe sênior de cientistas que constituem o constrangimento mais crítico e limitante para a pesquisa. A fim de detectar esse aspecto e facilitar comparações significantes entre programas de pesquisa, nós desenvolvemos um terceiro indicador – especificamente, o valor presente dos benefícios, normalizado em termos do número anual equivalente de pesquisadores em regime integral de trabalho (do qual se obteve uma média para o período 1979–1998).

De acordo com os critérios de benefício-custo, um investimento é considerado rentável se sua razão benefício-custo é maior do que 1. Sob essa contagem, todos os três programas de melhoramento de lavouras têm sido notavelmente rentáveis, tanto se se toma a medida mais estreita (de base) dos custos como quando se toma a medida mais abrangente (isto é, aumentada) dos custos. Para cada dólar investido pela Embrapa no desenvolvimento de novas variedades de arroz de terras altas, entre US\$ 27 e US\$ 35 foram acrescentados ao Brasil, e entre US\$ 149 e US\$ 204 de benefícios para cada dólar investido pela Embrapa na pesquisa da soja. Até mesmo no caso da pesquisa do feijão comestível, o menos rentável dos três programas avaliados neste estudo, houve entre US\$ 15 e US\$ 21 de benefícios para cada dólar investido pela Embrapa na criação de novas variedades. Os benefícios advindos somente das variedades melhoradas de lavoura foram mais do que suficientes para contrabalançar o custo total de cada programa. Mesmo depois de adicionados os custos de *overhead* do Cenargen e da Sede ao custo geral de cada um dos programas, constataram-se mais de US\$ 9 de benefícios advindos apenas dos melhoramentos nas variedades de arroz para cada dólar gasto no programa inteiro do arroz de terras altas, aproximadamente US\$ 4 de benefícios para cada dólar gasto na pesquisa do feijão comestível e US\$ 40 com a soja.

Os números dos benefícios por pesquisador equivalente em regime integral de trabalho (*Full Time Equivalent* – FTE)

³⁵ O Capítulo 3 e a parte inicial do Capítulo 4 descrevem a forma como estimamos esses custos.

também são bastante significativos. Desde 1981, para cada pesquisador FTE por ano engajado na pesquisa de melhoramento da soja no CNPSo, US\$ 42,6 milhões de benefícios totais resultaram de mudanças de variedades adotadas. Isso é comparado aos US\$ 11,2 milhões e aos US\$ 4,5 milhões do arroz de terras altas e do feijão comestível, respectivamente. Observe que essa é uma medida do benefício total médio por FTE. Dessa forma, não deve ser interpretada como uma indicação de que os benefícios são todos atribuíveis ao trabalho dos pesquisadores, tampouco indica que a adição de mais um pesquisador, com ou sem aumentos correspondentes em outros insumos de pesquisa, teria gerado um correspondente benefício marginal.

Atribuindo benefícios

Nossa tarefa foi a de desenvolver métodos de comparação significativa das conseqüências econômicas dos programas de pesquisa da Embrapa, utilizando a pesquisa de melhoramento de variedades conduzida pelos programas do arroz de terras altas, do feijão comestível e da soja como base para um teste-piloto do método. A identificação dos benefícios totais atribuíveis ao desenvolvimento e ao uso de novas variedades (em formas que possibilitaram a abstração de todas as outras mudanças que pudessem afetar os rendimentos comerciais, muitas das quais não-relacionadas à pesquisa e outras não sendo diretamente conseqüências de mudanças de variedade utilizada) já foi um grande passo na direção correta. A normalização desses benefícios totais a fim de tratar as diferenças nos respectivos tamanhos dos programas de melhoramento de variedades fornece uma base ainda melhor para comparações. Contudo, como descreve o Capítulo 2, a Embrapa é apenas uma entre muitas e alternantes fontes de inovação agrícola no Brasil. Todo um conjunto composto por outras pesquisas é feito pelo Estado, pelas universidades e por agências privadas dentro do Brasil, e uma grande quantidade de tecnologia se origina da pesquisa feita em outros lugares do mundo, da qual o Brasil recebe influxos.

A tarefa crítica que nos resta, portanto, é estimar a parcela dos benefícios totais da pesquisa de melhoramento de variedades atribuível aos esforços da Embrapa, em contraposição aos esforços de outras agências. Seria simplesmente inapropriado atribuir os benefícios totais da mudança de variedades somente à Embrapa, mas pergunta-se: que parcela dos benefícios totais deve ser propriamente creditada à agência?

Como se discutiu no Capítulo 3, e anteriormente neste mesmo capítulo, uma maneira de atribuir benefícios entre os agentes de inovação consiste em conceder todo o crédito por uma nova variedade à agência (ou pesquisador individual) que executou o último cruzamento. Esse método, porém, fornece um quadro incompleto da fonte dos benefícios, dada a natureza cumulativa do melhoramento. Ilustrando a questão, a Fig. 12 mostra um *pedigree* parcial da variedade MG BR 46 (também conhecida como 'Conquista'). A 'Conquista' foi lançada pelo CNPSo em 1995, e em 1998 respondia por 1/5 da terra em acres plantada com soja em Goiás. Embora o CNPSo também tenha desenvolvido ambos os pais dessa variedade, virtualmente todos os avós, bisavós e tataravós foram desenvolvidos nos Estados Unidos. A partir dos anos 50, o melhoramento inovador por parte de pesquisadores da Usda localizados em Illinois, Mississippi e outros Estados sulistas norte-americanos foram responsáveis pelo desenvolvimento de um número de variedades de soja bem-sucedidas comercialmente e insensíveis a variações na duração do dia (Warnken, 1999).

A criação dessas variedades possibilitou o sucesso no cultivo da soja em latitudes tropicais, como na Região dos Cerrados no Brasil, que se situa bem acima do Trópico de Capricórnio. Durante os anos 60 e 70, o material originado dessa pesquisa nos Estados Unidos foi introduzido e testado no Brasil graças a programas americanos de cooperação técnica. Como consequência dessa transferência internacional de tecnologia, estimamos que metade dos avós de todas as variedades comercialmente bem-sucedidas cultivadas no Brasil desde 1981 vieram dos Estados Unidos. Considerando que os lançamentos contemporâneos do CNPSo dependem em grande parte de material desenvolvido em outros lugares, permanece a pergunta sobre qual parcela dos benefícios atribuídos a variedades como a

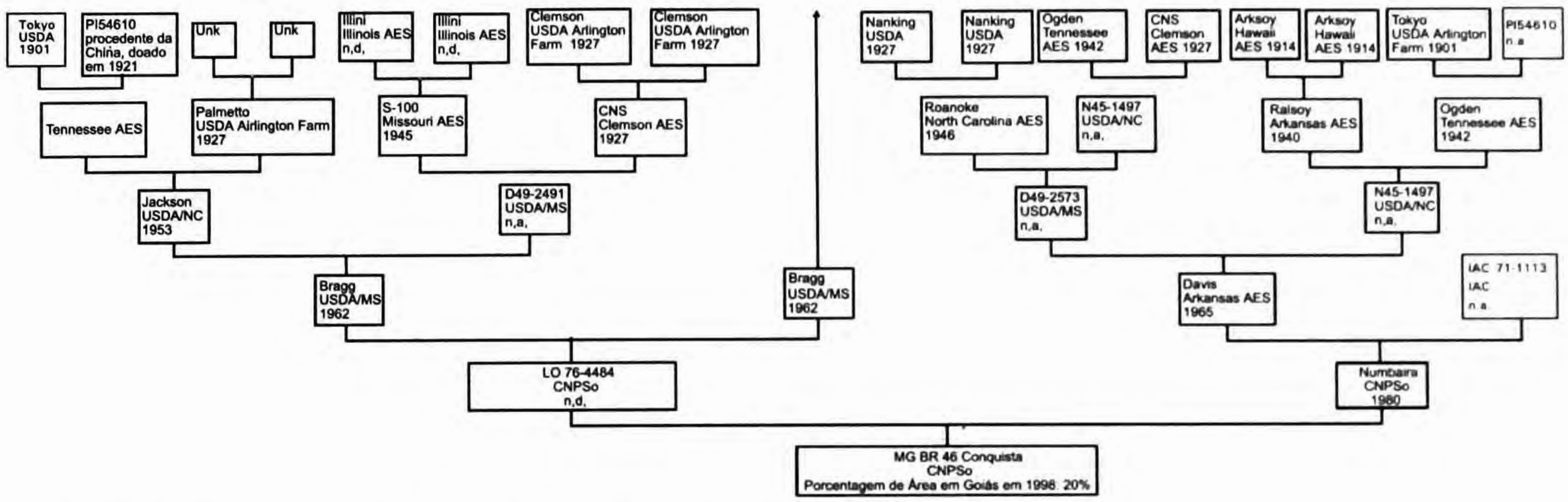


Fig. 12. Pedigree parcial da variedade Conquista.

'Conquista' são atribuíveis aos esforços do CNPSo, e sobre qual parcela deveria ser atribuída ao trabalho realizado por outros melhoristas, sem o qual não seriam viáveis os lançamentos brasileiros vindouros.

Os *pedigrees* de plantas não somente ilustram a questão da atribuição de benefícios, mas também demonstram uma forma prática e transparente de tratar o problema. Existem, porém, muitas regras de atribuição passíveis de uso, cada uma fornecendo uma perspectiva diferente da natureza e das fontes das inovações de variedades, que podem ser úteis para vários propósitos.

Dessa forma, a escolha da regra é feita *ad hoc*, mas não de maneira indiferente. Por exemplo, o administrador de um programa de pesquisa que empreende muitas pesquisas de adaptação (absorvendo material de outras instituições e elaborando conjuntos de cruzamentos simples, a fim de produzir linhagens completas) seria detectado em uma regra de último cruzamento. Em contraposição, alguns programas podem ter (recentemente) lançado poucas variedades com sucesso comercial, mas podem também ter desenvolvido muitas variedades ou linhagens anteriores, que se tornariam parte dos lançamentos feitos por outros. A regra de último cruzamento poderia atribuir poucos dos benefícios totais aos esforços de um programa, tal como o descrito; administradores de programas de pesquisa como esse fariam maior pressão com o propósito de aumentar o peso das variedades (ou das linhagens de criação) que tipicamente viessem à tona em um exame mais profundo dos *pedigrees*. Aqui, nós apresentamos os resultados da aplicação de apenas duas regras: uma, que concede todo o crédito ao último cruzamento, e outra, uma regra geométrica que concede pesos declinantes a variedades antecedentes nos *pedigrees* até o nível dos avós.

Utilizando a regra do último cruzamento, 40% dos benefícios totais do uso de variedades melhoradas de soja (isto é, US\$ 5 bilhões do total de US\$ 12,5 bilhões) são atribuídos à pesquisa da Embrapa (Tabela 6). Utilizando a regra geométrica, que concede peso à pesquisa anterior, bem como à agência que finalmente lançou a variedade, a parcela atribuída à Embrapa cai para US\$ 2,9 bilhões, ou 23% dos benefícios totais, refletindo o menor teor de "presença da Embrapa" das gerações anteriores.

O mesmo padrão geral – qual seja, a ocorrência de um declínio nos benefícios atribuíveis à Embrapa no momento em que se abandona a regra do último cruzamento e se adota a regra geométrica – é evidente no caso do feijão comestível, bem como no caso do arroz de terras altas. Todavia, em comparação com a soja, a parcela dos benefícios totais atribuíveis à pesquisa fora da Embrapa é menor para as outras duas lavouras. Por exemplo, sob a regra do último cruzamento, concedem-se à Embrapa somente 40% dos benefícios totais do uso de variedades melhoradas de soja, mas 71% dos benefícios totais no caso do arroz de terras altas e 48% no caso do feijão comestível. Isso reflete o fato de que uma parcela muito maior dos lançamentos de soja bem-sucedidos comercialmente vem de outras agências, em comparação ao caso do arroz e ao do feijão. Utilizando a regra geométrica, tem-se que a parcela da Embrapa nos benefícios totais da inovação nas variedades de soja cai a 23%, comparados com os 36% do arroz de terras altas e aos 33% do feijão comestível. Isso indica que o desenvolvimento de variedades comercialmente bem-sucedidas de soja se serve mais intensamente do material genético desenvolvido por agências fora da Embrapa (pelo menos até o nível dos avós em cada um dos pedigrees) do que a pesquisa orientada para a obtenção de novas variedades nos outros dois produtos.

Parcerias de pesquisa. Conforme já foi discutido, em termos gerais, a Embrapa envolve um grande número de parceiros no desenvolvimento da pesquisa. Em alguns casos, a parceria toma a forma de um trabalho conjunto de melhoramento, no qual os melhoristas das instituições colaboradoras planejam e executam conjuntamente as estratégias de testagem do melhoramento e das variedades. Em outros, uma ou mais instituições tomam a liderança, enquanto as outras agências colaboradoras cumprem papel de apoio, hospedando locais de prova, entre outras coisas.

A fim de poder avaliar quantitativamente essas parcerias e seu papel na pesquisa de melhoramento de variedades, compilamos dados sobre o número e o tipo das instituições colaboradoras, identificadas nas listagens de variedades obtidas do CNPSo e do CNPAF.

A Tabela 8 resume a estrutura das parcerias de pesquisa para todas as variedades de arroz de terras altas e de feijão comestível lançadas pelo CNPAF, bem como para as variedades de soja lançadas pelo CNPSo, durante o período em estudo (ver a Tabela A7 do Apêndice para mais detalhes).

Vários aspectos são dignos de nota. Todas as variedades de arroz de terras altas e de feijão comestível foram desenvolvidas em parceria com outras instituições. Mais da metade dos lançamentos de arroz foi desenvolvida conjuntamente com um único parceiro, e 1/4 deles envolveu dois parceiros. No caso do feijão comestível, a tendência apontou para um número até maior de parceiros – cerca de 70% das variedades abrangeram dois ou mais parceiros, e algumas variedades abrangeram até onze ou doze parceiros. No caso do desenvolvimento de novas variedades de soja, porém, houve uma propensão muito menor ao trabalho em parceria. O CNPSo desenvolveu, sozinho, 1/3 dos lançamentos da Embrapa, e metade deles envolveu apenas uma única instituição colaboradora.

A Fig. 13 indica a orientação institucional dos parceiros de pesquisa da Embrapa.³⁶ Uma proporção significativa dessas parcerias realizou-se em outros centros da Embrapa. Das 104 parcerias que o CNPSo formou no desenvolvimento de 122 variedades, de 1976 a 1999 (notando-se que um número adicional de 44 variedades foi desenvolvido sem o envolvimento de parceiros), 19% envolveram outros centros da Embrapa. Cerca de 9% das parcerias que o CNPAF formou para o desenvolvimento de 27 variedades de arroz, de 1976 a 1999, ocorreram com outros centros da Embrapa, e 11% dos parceiros com quem o CNPAF trabalhou para produzir 22 variedades de feijão comestível também faziam parte da Embrapa. No caso do arroz e do feijão, todos os colaboradores restantes vieram de outras instituições públicas (principalmente de agências estaduais). As variedades desenvolvidas pelo CNPSo abarcaram menos arranjos de colaboração do que a pesquisa em arroz e feijão realizada no

³⁶ Nessa figura, as instituições públicas incluem agências e universidades estaduais e federais. A maior parte dos arranjos de colaboração com esse grupo ocorreu com agências estaduais.

CNPAF, contudo implicaram uma maior diversidade de colaboradores. Apenas 39% dos colaboradores foram representados por outras agências públicas, e cerca de 16% das parcerias envolveram firmas privadas.

Para cada variedade de cada produto, solicitamos aos pesquisadores da Embrapa, envolvidos com melhoramento, uma estimativa da contribuição de cada parceiro no desenvolvimento de cada variedade. As parcelas designadas ao CNPAF nas variedades de arroz pelo mesmo variaram de 0% a 50%. Parcelas correspondentes ao feijão variaram de 28% a 100%, e de 45% a 100% no caso da soja. Esse parcelamento foi utilizado para uma distribuição mais detalhada dos benefícios atribuídos à Embrapa, tal como designados pelas colunas "partilhados" nas Tabelas 6 e 7 (e nas tabelas de Apêndice correspondentes).

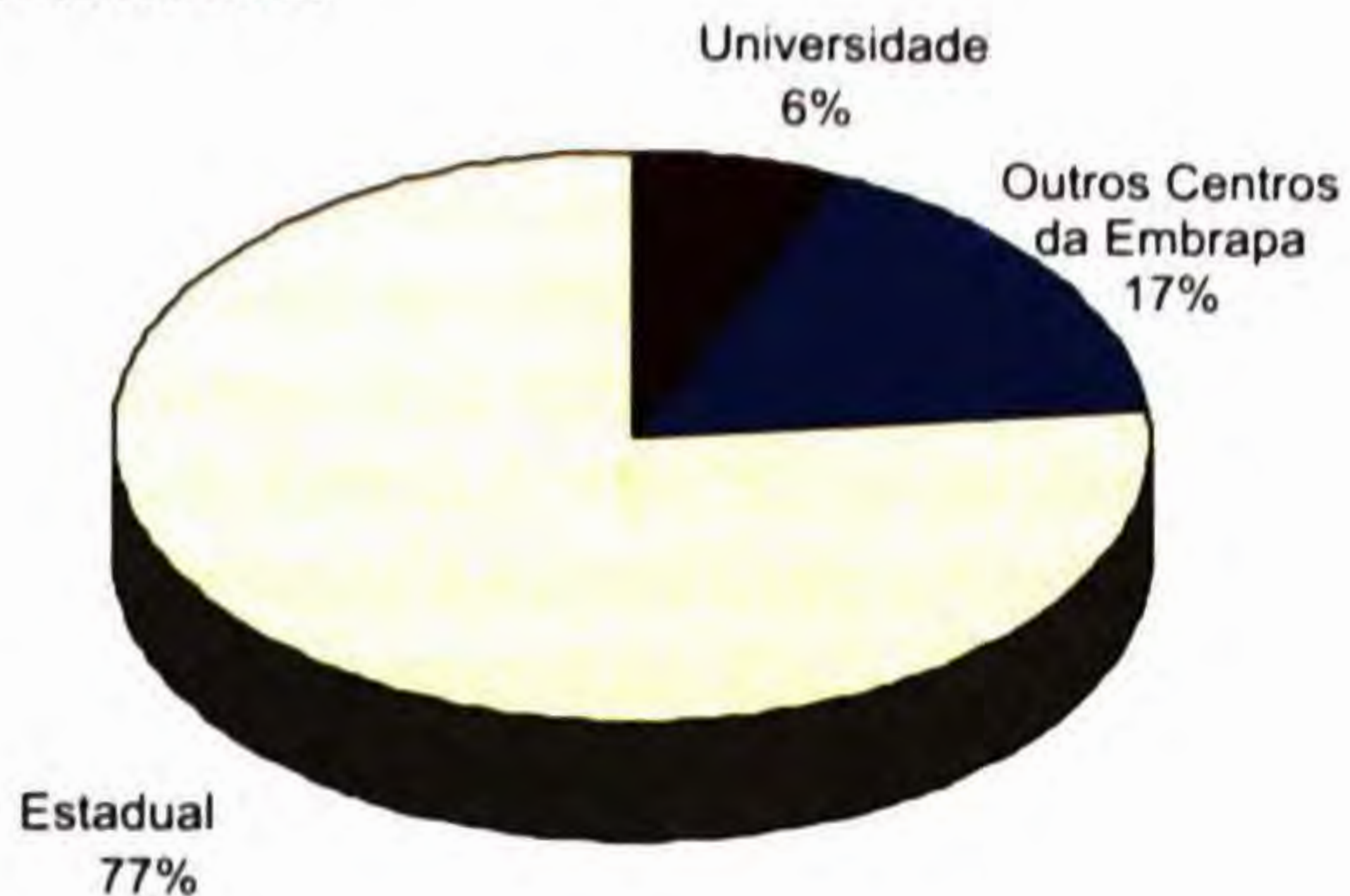
Obviamente, a consideração do papel dos parceiros de pesquisa no desenvolvimento de uma variedade em particular

Tabela 8. Parcerias envolvendo a pesquisa de melhoramento do CNPSO e do CNPAF.

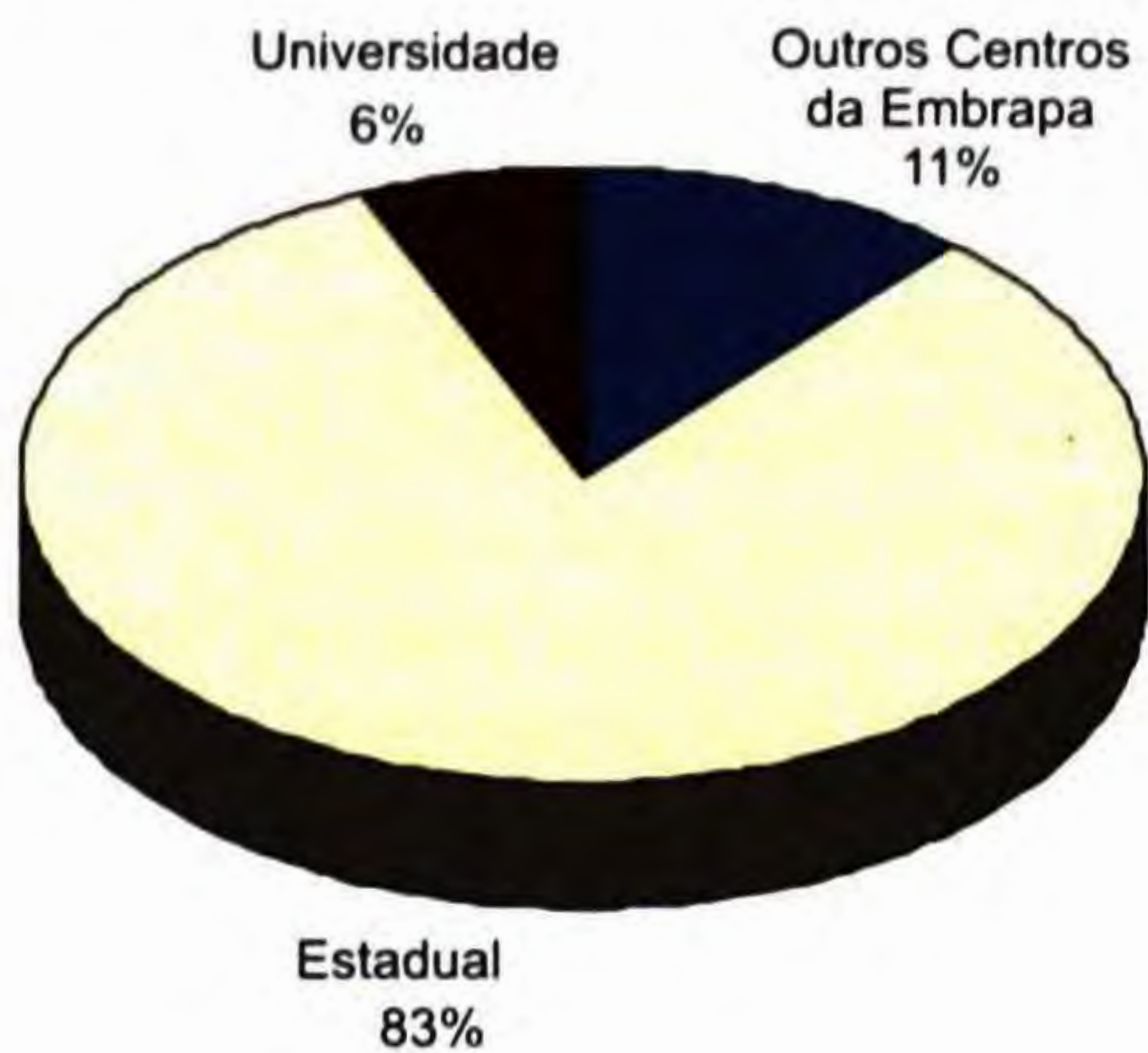
Número de parceiros por variedade	Número de variedades			Participação das variedades (%)		
	Arroz de terras altas	Feijão comestível	Soja	Arroz de terras altas	Feijão comestível	Soja
0			44			37
1	15	3	59	56	15	49
2	7	9	8	26	45	7
3	3	2	7	11	10	6
4	1	2	2	4	10	2
5	1	1		4	5	
6						
7						
8		1			5	
9						
10						
11						
12		1			5	
13		1			5	
Número total de variedades	27	20	120	100	100	100

Fonte: Compilação feita pelos autores.

Arroz de terras altas



Feijão comestível



Soja

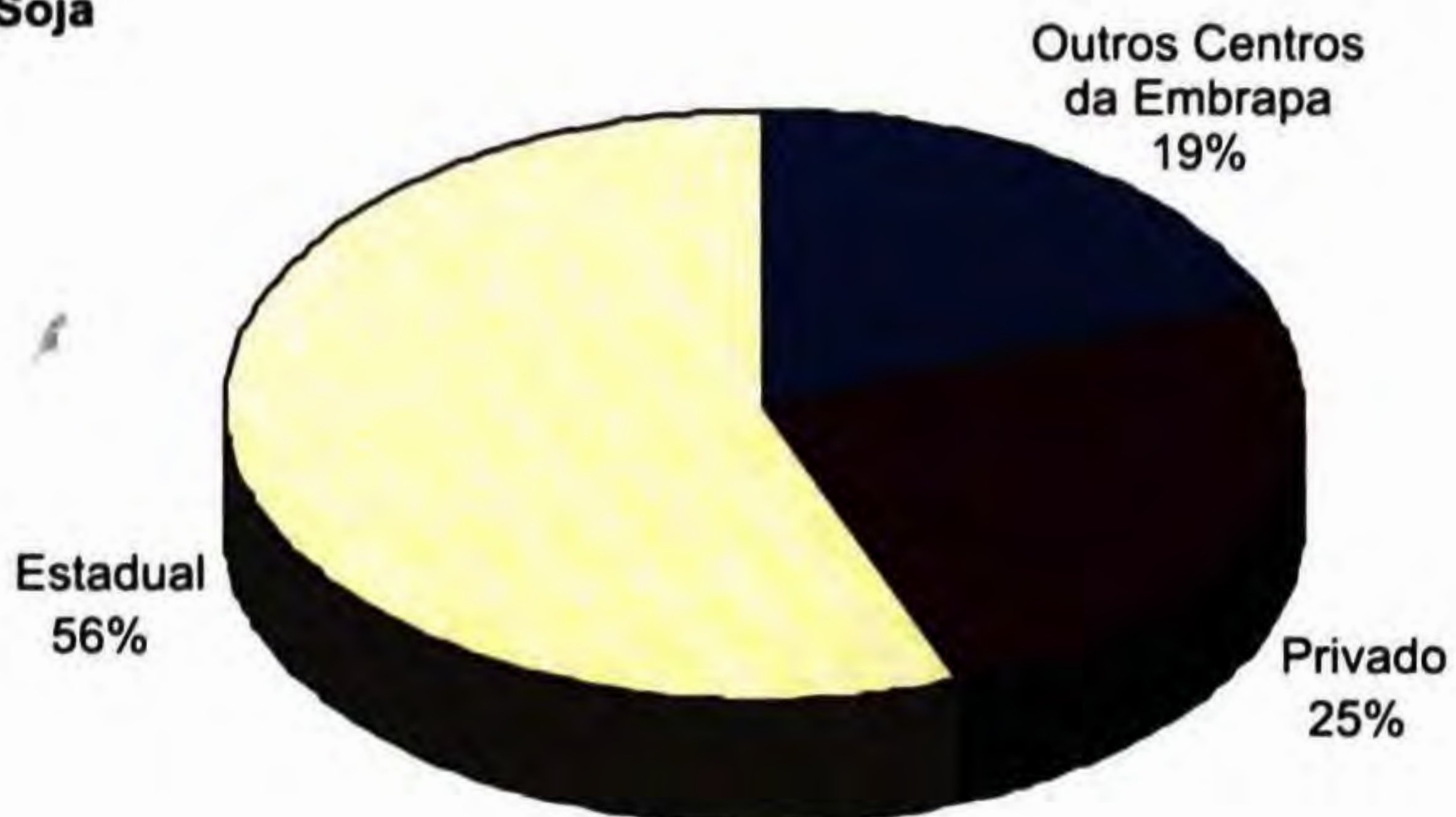


Fig. 13. Orientação institucional dos parceiros de pesquisa do CNPSo e do CNPAF.

Fonte: Compilação feita pelos autores com base na lista principal de variedades.

(além da designação de partes nos benefícios totais aos esforços de agências que não cooperaram diretamente com a Embrapa) reduz os benefícios totais a serem atribuídos à Embrapa. No caso do arroz de terras altas, os benefícios atribuídos à Embrapa caem em 47% se o papel dos parceiros de pesquisa é levado em conta (por exemplo, comparando US\$ 1,2 milhão aos US\$ 642 mil na Tabela 6), enquanto, no caso do feijão comestível, eles se reduzem a apenas 35% (US\$ 328.443 comparados a US\$ 212.634). Contudo, as razões de benefício-custo permaneceram substancialmente maiores do que 1:1, e os benefícios por FTE permaneceram grandes (painéis superiores e inferiores da Tabela 7). Os melhoristas de soja da Embrapa não se engajaram tanto em parcerias, de forma que a inclusão da contribuição dos parceiros diminuiu muito pouco os benefícios atribuíveis à Embrapa (para se ter uma melhor idéia, basta comparar os US\$ 5,02 milhões aos US\$ 4,47 milhões da Tabela 6).

A regra geométrica dá maior peso aos antecedentes mais antigos do que a regra do último cruzamento. Dado que os lançamentos da Embrapa aparecem de forma mais intensa na maioria dos *pedigrees* de variedades mais recentes, a regra geométrica juntamente com o procedimento de alocação de parte dos benefícios entre os parceiros fornecem a menor estimativa dos benefícios atribuíveis à Embrapa (coluna direita das Tabelas 6 e 7).

Origens institucionais dos benefícios. Os dados conjugados para este estudo possibilitaram uma sondagem mais aprofundada das fontes de benefícios que emergem da pesquisa de melhoramento de variedades. Com base nas duas regras de atribuição utilizadas, e em conjunção com os dados sobre a origem institucional de cada variedade (e com os componentes de *pedigree*, até o nível dos avós), expandimos o exercício de atribuição para além de uma simples discussão sobre o que deve ou não ser atribuído à Embrapa, a fim de fornecer uma decomposição mais refinada das origens institucionais das variedades não oriundas da Embrapa. Os resultados desse exercício de atribuição mais sofisticado são apresentados na Tabela 9. Eles reforçam e lançam mais luzes sobre os resultados já discutidos.

Cabe aqui ressaltar alguns aspectos-chave. Pelo uso da regra do último cruzamento, 59,7% dos benefícios totais da pesquisa da soja são atribuídos à fontes fora da Embrapa, sendo a maior parte daqueles benefícios atribuída principalmente a fontes domésticas (e a algumas fontes desconhecidas), incluindo agências públicas de âmbito estadual e firmas privadas domésticas. Pelo uso da regra geométrica, a parcela de atribuição de agências fora da Embrapa aumenta para 76,7% dos benefícios totais, a parcela doméstica permanece aproximadamente a mesma, e a parcela atribuível a fontes exteriores (principalmente aos Estados Unidos) aumenta substancialmente de 4,2% para 21,7%.

Tabela 9. Origens institucionais dos benefícios da pesquisa.

Origem da pesquisa	Valor		Participação nos benefícios totais	
	Regra do último cruzamento	Geométrica	Regra do último cruzamento	Geométrica
	(Em milhares de US\$ de 1999)		(%)	
Arroz de terras altas				
Embrapa	1.201.092	611.387	71,3	36,3
Fora da Embrapa	482.769	1.072.474	28,7	63,7
Estrangeira	0	105.654	0,0	6,3
Doméstica ^a	482.769	444.183	28,7	26,4
Desconhecida	0	522.637	0,0	31,0
Total dos benefícios	1.683.861	1.683.861	100	100
Feijão comestível				
Embrapa	328.443	221.232	48,5	32,7
Fora da Embrapa	349.095	456.306	51,5	67,3
CIAT	83.169	49.075	12,3	7,2
Outras agências estrangeiras	2.071	126.720	0,3	18,7
Doméstica ^a	263.856	195.006	38,9	28,8
Desconhecida	0	85.505	0,0	12,6
Total dos benefícios	677.538	677.538	100	100
Soja				
Embrapa	5.022.045	2.901.042	40,3	23,3
Fora da Embrapa	7.451.780	9.572.783	59,7	76,7
Estados Unidos	518.140	2.711.042	4,2	21,7
Outras agências estrangeiras	0	9.424	0,0	0,1
Doméstica ^a	6.182.063	5.126.377	49,6	41,1
Desconhecida	751.577	1.725.940	6,0	13,8
Total dos benefícios	12.473.825	12.473.825	100	100

Fonte: Cálculos feitos pelos autores.

Obs.: Categoria dos benefícios descontada mediante uso de taxa de juros de 4%.

O valor presente dos benefícios da inovação varietal inclui uma categoria de benefícios de 1984 a 2003 para o arroz de terras altas; de 1985 a 2003 para o feijão; e de 1981 a 2003 para a soja.

^a Inclui seleções de variedades feitas com base em materiais locais, uma parcela dos quais foi originada em outros lugares.

Juntando todas as evidências, temos que:

- Desde 1981, o CNPSO responde por uma parcela grande, mas não dominante dos benefícios das variedades melhoradas de soja.
- A parcela dos benefícios de lançamentos mais contemporâneos atribuída ao CNPSO é mais alta do que no caso de lançamentos passados.³⁷
- O material genético que fundamenta as variedades brasileiras de soja conta em grande parte com a contribuição de fontes fora da Embrapa (significativamente fontes norte-americanas).

Esses resultados também indicam que o conteúdo não atribuível à Embrapa das variedades de arroz de terras altas conta muito mais com fontes domésticas do que o correspondente à soja, enquanto as variedades de feijão comestível absorvem mais densamente a contribuição de fontes no exterior do que as variedades de arroz ou de soja (sendo o Ciat uma das principais fontes desse material genético, bem como de uma quantidade razoável de material que é diretamente usado por fazendeiros brasileiros).

Benefícios do melhoramento da qualidade do arroz de terras altas

As estimativas dos benefícios apresentadas e discutidas até aqui representam o valor, para o Brasil, da adoção de variedades de maior rendimento. Como se discutiu no item 4.1, a partir de meados dos anos 80, o programa do arroz de terras altas novamente mudou seu foco, no propósito de enfatizar o melhoramento da qualidade do grão. Os efeitos dessa mudança tornaram-se evidentes no lançamento e na adoção de uma série de variedades de terras altas com características de *longo fino* (mais típicas em variedades de arroz irrigado, com qualidade de cozimento mais desejável), em contraste com os tipos “mais

³⁷ Em 1981, as variedades lançadas pela Embrapa respondiam por apenas 10% da área total cultivada com soja; até 1998, essa parcela aumentou para 50%.

curtos e mais encorpados” de grãos nutridos pelas chuvas que até então tinham sido desenvolvidos.

Identificamos cinco variedades com essas características desejáveis: a ‘Maravilha’ (lançada em 1996), a ‘Confiança’ (1996), a ‘Canastra’ (1996), a ‘Primavera’ (1997) e a ‘Carisma’ (1999), que atingiram uma quantidade em acre de áreas plantadas mais significativa. Como exemplo, em Minas Gerais, no Maranhão e em Mato Grosso, essas cinco variedades foram plantadas sobre uma extensão de terra em acres cultivada com arroz de terras altas maior do que 30% em 1999, e de 29% da terra medida em acres no Paraná.

O Capítulo 3 descreve a metodologia utilizada para estimar os benefícios adicionais acrescentados ao Brasil da adoção de variedades de arroz de terras altas com características de grão melhoradas, que comandaram um diferencial de preço no mercado.³⁸ As estimativas dos benefícios da pesquisa de melhoramento de qualidade aparecem na coluna da esquerda dos dados na Tabela 6.

A adoção de variedades com características de “fino” aumentou os benefícios da pesquisa do arroz de US\$ 232 milhões, comparados com a estimativa dos ganhos da pesquisa de melhoramento de rendimentos sozinha (que foram de US\$ 1,68 bilhão). Esse fato representa um aumento significativo no valor presente dos benefícios da pesquisa do arroz de terras altas para o período de 1984 a 2003, para uma característica de qualidade que só foi lançada no mercado em 1996.

4.5 Análise de Sensibilidade

Mesmo após alocar os benefícios gerados pelos esforços de pesquisa de várias agências públicas e privadas localizadas

³⁸ A Conab (durante vários anos) relatou uma série mensal de preços do produtor de janeiro de 1970 a maio de 2000, para diferentes classes de arroz. Utilizamos a série relativa à classe *longo* para o Estado de Goiás, a fim de representar as variedades de arroz de terras altas de qualidade inferior, e a série relativa à classe *fino* para o Estado do Rio Grande do Sul, a fim de representar o tipo de grão de qualidade *premium* (infelizmente, nenhuma das duas classes foi relatada para cada Estado). Foi feita uma média dos preços mensais, e o diferencial de preço implícito na comparação dessas médias anuais foi de 6,6% em 1996, 8,2% em 1997, 15,3% em 1998, e 7,5% em 1999. A estimativa dos benefícios para 1999 foi projetada (e não modificada) para 2003.

no Brasil e no exterior, e após aplicar as regras de atribuição que colocam maior peso na pesquisa feita num passado distante comparado com tempos mais recentes quando a Embrapa se tornou mais proeminente, os benefícios atribuídos à Embrapa são grandes de forma absoluta e em relação aos custos de melhoramento incorridos pela Embrapa. Pode haver questionamento quanto ao tamanho desses benefícios e, implicitamente, quanto aos detalhes utilizados para mensurá-los. Aqui, exploraremos a sensibilidade das estimativas de benefícios com a variação de alguns parâmetros-chave, em particular as taxas de juros utilizadas para calcular os valores presentes das séries de custos e benefícios e os intervalos de tempo escolhidos para comparação entre os benefícios e algumas séries de custos de P&D. Também investigaremos as implicações de se contabilizarem os custos sociais incorridos pelo governo por inteiro e não somente as despesas feitas pela Embrapa.

Para os propósitos de avaliação de pesquisa, padronizamos os benefícios gerados pelas variedades melhoradas em relação aos custos do melhoramento de variedades incorridos pela Embrapa. Com vista a obter uma perspectiva adicional sobre os ganhos da pesquisa, também comparamos os benefícios com séries de custos alternativas (por exemplo, os custos totais da Embrapa por produto, os custos totais incorridos por centro com pesquisa de melhoramento de variedades e os custos totais em melhoramento da Embrapa, assim como os custos totais da Empresa).

Efeitos das estimativas

Não é novidade a noção de que as estimativas das taxas de retorno à pesquisa agrícola sejam incrivelmente altas (Pasour Júnior & Johnson, Alston et al., 2000, Alston & Pardey, 2001). De fato, os autores deste estudo têm exposto diversas razões, explicando que a tendência a altos retornos é provável em muitas das estimativas de taxas de retorno (Alston & Pardey, 1996). A par dessas tendências, fomos diligentes na estimativa dos custos e dos benefícios da pesquisa de melhoramento e demos atenção especial às partes dos benefícios atribuídos à pesquisa

da Embrapa. Inevitavelmente, ainda existem aspectos da análise que envolve julgamentos analíticos que têm repercussões nos resultados. O significado dessas escolhas analíticas é o assunto deste item.

A Tabela 10 relata o valor presente dos benefícios e as razões de benefício-custo para cada produto, utilizando duas taxas de desconto (4% e 6%) e um intervalo de tempo mais longo (até 2003) e mais curto (até 1998) para a série de benefícios com a qual a série de custos, 1976–1998, é comparada.

Normalmente, levam-se entre 7 e 10 anos de melhoramento para o desenvolvimento de uma variedade, mas a natureza cumulativa da inovação significa que esse intervalo entre o investimento em P&D e a colheita das recompensas totais dos investimentos é muito longo, talvez infinito (Alston et al., 1998). Isso é especialmente verdadeiro para a pesquisa de melhoramento, na qual as linhagens e as variedades desenvolvidas no passado

Tabela 10. Análise de sensibilidade.

Indicador	4%		6%	
	Mais longo	Menor	Mais longo	Menor
(Em milhares de US\$ de 1999)				
Valor presente dos benefícios da pesquisa				
Arroz de terras altas	326.265	252.093	355.634	296.296
Feijão comestível	144.172	80.971	150.497	80.971
Soja	2.626.328	1.569.043	2.831.584	1.753.966
(US\$ de 1999)				
Razões de benefício-custo				
Arroz de terras altas	5.3	4.1	4.6	3.8
Feijão comestível	3.2	1.8	2.7	1.4
Soja	31.4	18.8	27.6	17.1
Razões de benefício-custo (com custos aumentados em 20%)				
Arroz de terras altas	4.4	3.4	3.8	3.2
Feijão comestível	2.7	1.5	2.2	1.2
Soja	26.2	15.6	23.0	14.3

Fonte: Cálculos feitos pelos autores.

Obs.: Benefícios são aqueles atribuídos à Embrapa, utilizando a regra geométrica, e partilhados entre os parceiros de pesquisa. A categoria de custos utilizada é a de aumento no custo de melhoramento de lavouras, de 1976 a 1998, expresso em valores de 1999. A categoria de benefícios "mais longa" é de 1984 a 2003 para o arroz de terras altas, de 1985 a 2003 para o feijão, e de 1981 a 2003 para a soja. A categoria de benefícios "menor" é de 1984 a 1998 para o arroz de terras altas, de 1985 a 1998 para o feijão, e de 1981 a 1998 para a soja.

são partes do *pedigree* de variedades recentes. Portanto, qualquer análise que utilize as técnicas de avaliação empregadas neste estudo ligando uma série de custos passados de pesquisa a uma série finita de benefícios da pesquisa tende a subestimar o total dos benefícios atribuíveis à série de custos.³⁹ A magnitude do viés é desconhecida, dependendo da série temporal de benefícios futuros da pesquisa e da proporção dos benefícios atribuíveis aos custos passados de pesquisa.

Para se ter uma idéia do viés, os benefícios de 1998 atribuíveis à Embrapa foram projetados até 2003 e incluíram indicadores de avaliação de impacto relatados nas colunas denominadas "mais longo" na Tabela 10. Séries mais longas de benefícios naturalmente resultaram em razões de benefício-custo mais altas: nesse caso, os ganhos foram maiores para a pesquisa de feijão comestível e menores para a pesquisa de arroz de terras altas.

A taxa de juros apropriada para o desconto das séries de custos e benefícios de pesquisa é o custo de oportunidade social dos recursos públicos comprometidos com investimentos de longo prazo. Como os nossos custos e benefícios são em termos reais (ajustados para a inflação), optamos por uma taxa de juros real, de longo prazo, sem risco, e de 4%. Poder-se-ia dizer que uma taxa mais alta é praticada em países em desenvolvimento, em que os custos de capital são normalmente mais altos do que os observados em países desenvolvidos; por isso, a Tabela 10 também apresenta resultados para taxas de desconto de 6% (ver também as Tabelas do Apêndice A8, A10, A11 e A12). Para os três produtos a taxa mais alta de juros aumenta os benefícios totais (expressos em valores atuais de 1999), sofrendo o feijão o menor efeito, o que indica que, comparativamente, uma proporção maior dos benefícios do feijão foram realizados nos últimos anos, em comparação com os outros produtos. Todas as razões benefício-custo diminuíram quando a taxa de desconto foi aumentada de 4% para 6%, indicando a ocorrência de uma proporção maior dos custos gerais sobre os benefícios durante

³⁹ Se técnicas econométricas forem utilizadas em vez de métodos de excedentes econômicos que empregamos aqui, a tendência provável será na outra direção, como descrevem Alston & Pardey (1996).

os anos iniciais. Em todos os casos, os benefícios totais e as razões de benefício-custo foram mais sensíveis às mudanças de intervalo de tempo do que as das taxas de juros.

A comparação entre o segundo e o terceiro nível da Tabela 10 revela a sensibilidade dos resultados quando os custos sociais integrais dos recursos do governo aplicados à Embrapa são considerados. As estimativas apresentadas pressupõem que o custo de oportunidade marginal dos gastos do governo se traduzem na quantia gasta. Entretanto, uma avaliação mais abrangente incluiria os custos incorridos pelas ineficiências geradas por impostos em uma medida mais completa dos custos sociais dos gastos do governo. As evidências para os países desenvolvidos, apresentadas e discutidas por Browning (1987) e Fullerton (1991), sugerem que o custo social dos gastos governamentais está numa faixa de 1,07 a 1,24 vez a quantia gasta.⁴⁰ Em países em desenvolvimento com mecanismos de taxaço menos eficientes, os custos do peso morto (*deadweight loss*) podem ser ainda maiores. Nós consideramos os custos sociais dos gastos da Embrapa (que têm boa parte de sua origem na receita do governo federal) 1,2 vez maior que a quantia gasta, elevando, portanto, a série de custos relevantes em 20% e, em consequência, provocando uma redução nas razões de benefício-custo, conforme revelado nas comparações entre os blocos de dados do meio e do fim da Tabela 10.⁴¹

Atribuições de custos e normalização de benefícios alternativos

É tarefa complexa justapor os custos de pesquisa aos benefícios. Mesmo após a identificação da série de benefícios atribuíveis à Embrapa, ainda restam algumas ambigüidades na abrangência das atividades e dos custos da Embrapa associados àqueles benefícios.

⁴⁰ Fox (1985) introduziu esse argumento na avaliação dos investimentos em pesquisa agrícola, e Dalrymple (1990) resumiu a literatura relevante.

⁴¹ Razões de benefício-custo que levam em conta esses custos sociais não são diretamente comparáveis àquelas de outros estudos que não o fazem.

Para cada produto, derivamos uma série de custos associados com a pesquisa de melhoramento de variedades – uma noção mais abrangente do que a dos custos dos melhoristas –, que incorporam os custos de outros cientistas, como patologistas e agrônomos envolvidos na pesquisa de melhoramento. Esses custos incluíram uma proporção dos custos administrativos e de apoio de cada Centro, além dos custos de *overhead* da Embrapa como um todo. Entretanto, o exercício de atribuição de custos está sujeito a erros, de forma que uma parcela do total dos custos poderia ser sobreposta à série de benefícios estimados.

Além disso, embora todos os esforços tenham sido feitos para incluir apenas os benefícios oriundos das mudanças nas variedades, abstraindo os benefícios atribuíveis às práticas melhoradas de manejo de plantas, que envolviam métodos agronômicos de controle de doenças e pestes, a realidade é que provavelmente que muitos dos benefícios oriundos de tais origens tenham sido incluídos.

A Tabela 11 considera a participação da Embrapa na série de benefícios estimados para cada produto até 2003, utilizando uma taxa de desconto de 4%, aplicando a regra de atribuição geométrica e alocando os benefícios entre a Embrapa e seus parceiros, comparando-os por fim com séries alternativas de custos da empresa.

Observando a tabela da esquerda para a direita, percebe-se que as razões benefício-custo envolvem os custos aumentados da pesquisa de melhoramento em cada centro, os custos gerais da pesquisa de melhoramento incorridos pela Embrapa e finalmente os custos totais da Embrapa. Os benefícios atribuíveis à Embrapa gerados pela adaptação de variedades melhoradas de arroz, feijão e soja no Brasil foram mais que suficientes para neutralizar os custos envolvidos no desenvolvimento dessas variedades (coluna 3, Tabela 11). Os benefícios também foram suficientes para neutralizar os respectivos custos totais dos programas de arroz de terras altas e soja (coluna 4), assim como todos os custos do Centro de soja (coluna 5).

Na realidade, os benefícios atribuídos à Embrapa gerados por esses três produtos foram suficientes para cobrir metade dos custos de melhoramento incorridos pela Embrapa desde 1976 e quase um terço dos custos totais da empresa.

As recompensas aos investimentos passados feitos nas pesquisas da Embrapa de arroz de terras altas, feijão comestível e soja foram substanciais, mesmo levando em conta contribuições feitas por outras agências no Brasil e a entrada de novas variedades de agências de outros locais do mundo. Esta análise *ex post* dos benefícios-custos fornece apoio para decisões estratégicas sobre o orçamento total para a pesquisa de melhoramento (e sugere que ele deve ser maior) e sua alocação (indicando que, *ceteris paribus*, uma proporção maior deveria ser alocada ao programa que oferece maior recompensa, o de soja). Entretanto, as razões de benefício-custo não podem ser utilizadas diretamente para responder questões que concernem à quantidade adicional de recursos a ser aplicada e à melhor alocação dos recursos entre os programas de pesquisa. Tais questões requerem estimativas *ex ante* (olhando para o futuro) dos benefícios oriundos de tais investimentos (que é diferente das evidências *ex post* desenvolvidas neste estudo) e uma medida da sensibilidade dos benefícios às mudanças marginais nos recursos (que é diferente das evidências médias implícitas nas razões benefício-custo mencionadas aqui, as quais são mais úteis para tomar decisões sobre a continuidade ou não dos programas de pesquisa).

Embora não seja diretamente aplicável, o trabalho neste estudo fornece a fundação para trabalhos futuros projetados especificamente para apoiar decisões táticas e gerenciais. Os elementos para tal trabalho estão descritos no próximo capítulo.

Tabela 11. Benefícios atribuíveis à Embrapa comparados com diversos custos da Embrapa.

Lavoura	Valor atual, da lavoura		Razões benefício-custo				
	Benefícios	Custo do melhoramento	Melhoramento de lavoura do Centro	Total Lavoura	Total Centro	Lavoura da Embrapa Melhoramento	Total Embrapa
	1	2	3	4	5	6	7
	(Em milhares de US\$ de 1999)		(Em US\$ de 1999)				
Arroz de terras altas	326,265	61,623	5,29	1,78	0,89	0,05	0,03
Feijão comestível	144,172	44,727	3,22	0,79	0,39	0,02	0,01
Soja	2,626,328	83,572	31,43	8,34	7,57	0,42	0,26
Total	3,096,765	189,922	16,31	4,54	2,86	0,50	0,30

Fonte: Cálculos feitos pelos autores.

Obs.: Os benefícios são descontados em valores de 1999, mediante o uso de uma taxa de juros de 4%, e representam aqueles atribuídos à Embrapa pelo uso da regra geométrica e partilhados entre parceiros de pesquisa. As categorias de custo incluem os anos de 1976 a 1988, enquanto as categorias de benefícios incluem os anos de 1984 a 2003 para o arroz de terras altas, de 1985 a 2003 para o feijão comestível, e de 1981 a 2003 para a soja. Os custos de melhoramento de lavouras, do Centro e da pesquisa genética, foram aumentados de modo que incluíssem uma participação projetada (*pro rata*) dos custos do Cenargen e da Sede. Os custos com o centro de melhoramento de lavouras incluem todos os custos relacionados ao cultivo de uma lavoura em um centro específico; os custos totais das lavouras referem-se ao custo total de pesquisa da Embrapa para cada lavoura; o custo total do Centro refere-se ao custo total de atividades relacionadas ou não à pesquisa, incorridos pelo Centro de Arroz e Feijão e pelo Centro de Soja, respectivamente; os custos de melhoramento de lavouras da Embrapa referem-se ao total do custo da pesquisa de melhoramento para a Embrapa; e os custos totais da Embrapa referem-se ao custo total incorrido pela Embrapa em atividades relacionadas e não-relacionadas à pesquisa.

Capítulo 5

Utilizando a Análise de Benefício-Custo como Base para Decisões em P&D

5.1 Introdução

Os capítulos anteriores expuseram o contexto e definiram os princípios – bem como as medidas práticas – para a mensuração de benefícios e custos dos programas de melhoramento de variedades, para então documentar os resultados de nossa aplicação para o trabalho da Embrapa no desenvolvimento de variedades melhoradas de arroz, feijão e soja.

Neste capítulo, analisamos de que forma esses resultados podem ser usados na tomada de decisões. Consideramos muitos tipos de decisão e suas diferentes demandas de informação, além de avaliar tipos alternativos de análise, a fim de fornecer diferentes tipos de informação como suporte de decisões.

O texto beneficia-se de algumas idéias gerais delineadas por Alston et al. (1995), no livro *Science under Scarcity*, mas parte significativa do que é apresentado aqui é novidade, focalizando os detalhes da tomada de decisão na Embrapa.

Nos itens que se seguem, será dada continuidade às discussões sobre medidas dos benefícios de melhoramentos de variedades passados, e sobre o uso dessas medidas no processo de tomada de decisão. Esses prolongamentos cobrem diferentes tipos de P&D agrícola (ou tipos de tecnologia e de mudança técnica), bem como medidas de impacto socioeconômico que vão além das medidas convencionais de benefícios (tais como os efeitos sobre o emprego em âmbito regional ou a distribuição

de renda). Também discutimos as capacidades apropriadas que devem ser construídas na organização, de forma que medidas dos benefícios sejam fornecidas como suporte para decisões, em uma base de continuidade (em contraste com episódicas atividades de avaliação *ex post*, tais como o presente estudo).

5.2 Demandas de Informação para Diferentes Tipos de Decisão

Os tipos de decisão – feitas por várias pessoas, agindo em diferentes fases do planejamento e do gerenciamento da gama de atividades empreendidas por uma grande instituição nacional de pesquisa agrícola, como a Embrapa – demandam diferentes tipos de informação. Como sempre, o que se deseja são informações sobre as implicações de decisões alternativas para os resultados, em termos de realização do objetivo do tomador de decisão, de forma a possibilitar decisões que maximizem o valor esperado de sua utilidade objetiva, tais como os benefícios nacionais líquidos.

Conquanto possam ser definidos pelos objetivos mais amplos da organização, os objetivos específicos relevantes e o alcance das decisões variam entre os tipos de decisão e de tomadores de decisão. Por exemplo, o administrador de um determinado centro de pesquisa pode se sentir pressionado a conduzir pesquisa de melhoramento de variedades a respeito de uma lavoura em particular ou de um certo conjunto de lavouras. Para esse administrador, o objetivo relevante pode ser alcançar um melhoramento máximo nos rendimentos experimentais, considerado o orçamento do Centro.

Os tipos de decisão *gerencial* feitos nesse nível incluem os números de diferentes tipos de cientistas a serem empregados, e a maneira de remunerá-los pelo esforço e pelas realizações, bem como a quantidade de vários tipos de equipamentos e outros materiais a serem fornecidos e os programas experimentais a serem desenvolvidos.

Tais decisões demandam certos tipos específicos de informação, mas não receberiam grande suporte de uma análise de benefício-custo das realizações passadas do centro, exceto

na medida em que o processo de reunião de dados para análise incidental fornece informação que seja diretamente aplicável. Em especial, mesmo que as estimativas finais do valor presente líquido (*Net Present Value* – NPV) não sejam particularmente úteis, muitos dos componentes do cálculo do NPV (quais sejam, informações sobre a quantidade e a composição temática do trabalho dedicado à criação de plantas, e a produtividade passada daqueles recursos) e as ligações entre esses componentes (especialmente ao longo do tempo) podem ser muito úteis para decisões gerenciais.

Em níveis mais altos de tomada de decisão, os recursos são alocados (digamos, anualmente) entre os centros que enfatizam o alcance de um objetivo mais geral – tal como a maximização de um benefício líquido esperado das atividades combinadas de todos os centros de pesquisa. Tais decisões *táticas*, que dizem respeito à alocação anual de recursos entre os centros (ou entre os programas de trabalho dentro dos centros, tais como o melhoramento de variedades *versus* o gerenciamento de recursos), seriam bem servidas de informações sobre os resultados esperados para cada um dos diferentes tipos de investimento (dado o objetivo de maximizar o resultado total). Em especial, são necessárias informações sobre os benefícios líquidos marginais dos investimentos alternativos em pesquisa, caso se deseje fazer realocações marginais com vista à aquisição de um benefício total maior.

No nível mais estratégico, tomam-se decisões a respeito do orçamento total da instituição inteira, e sobre a alocação mais geral e de longo prazo daquele orçamento. No lugar de retomar questões como os tamanhos marginais dos programas, as decisões poderiam concentrar-se sobre a questão de quais programas deveriam existir, bem como se vários elementos poderiam ser combinados para o alcance de um resultado melhor. Tais decisões demandam informações sobre os benefícios líquidos totais (em oposição aos marginais) de determinados investimentos alternativos em pesquisa.

Uma análise detalhada e abrangente de benefício-custo, do tipo da que é conduzida no presente estudo, é uma atividade

relativamente dispendiosa e demorada, consumindo muito tempo. Ela pode ser justificada se fornecer informação útil para a tomada de decisões, ou se acentuar a conscientização de cientistas e outras equipes a respeito dos objetivos centrais da instituição e de como tais objetivos se relacionam às respectivas atividades individuais, de forma a provocar uma mudança de atitude. Tal esforço pode ser mais facilmente justificado se considerado como fundamento para a tomada de decisão estratégica, e pode se repetir episodicamente (digamos, a cada 5 ou 10 anos) em programas relativamente agregados para cada atividade de pesquisa.

Para a tomada de decisões táticas, para a alocação de recursos entre projetos individuais ou programas menores, as abordagens de benefício-custo podem ser aplicadas mais facilmente, mas de forma menos abrangente. Nessas condições, uma alternativa mais objetiva, em contraposição a uma análise de grande fôlego, como se discute a seguir, pode se tornar a abordagem mais econômica para decisões táticas.

Já a tomada de decisões gerenciais é muito mais freqüente e deve se basear em medidas de monitoramento de desempenho mais fáceis de ser aplicadas – indicadores esses que estão associados ao cumprimento de objetivos institucionais mais amplos, mas não necessariamente correspondentes, de forma direta, àqueles objetivos mais amplos (por exemplo, número de variedades desenvolvidas e lançadas; eficácia de indivíduos, particularmente na execução de atividades diárias).⁴²

⁴² Por exemplo, os números de publicações são amplamente usados como uma indicação dos produtos do trabalho científico; mesmo assim, sua interpretação como tal é sujeita a muitas advertências (Christian & Pardey, 2002). Além disso, mesmo se uma grande quantidade ou um alto índice de publicações mostrasse um incremento significativo do acervo de conhecimento científico, esse fato poderia não indicar um impacto de importância econômica. Os números relativos aos lançamentos de variedades são, talvez, representações mais diretas dos impactos econômicos, mas mesmo essa métrica se revela incompleta ou potencialmente induz a erros – isto é, um índice mais alto de variedades lançadas não necessariamente indica uma taxa mais alta de adoção e um maior impacto nos campos de fazendas.

5.3 A Análise *Ex Ante* versus a Análise *Ex Post*

Uma distinção importante e útil deve ser feita entre avaliações *ex post* e *ex ante* de programas de pesquisa. A avaliação conduzida neste estudo e referida em capítulos anteriores é uma avaliação *ex post*. Ambos os tipos fazem uso da mesma fundamentação teórica, conquanto empreguem diferentes tipos de informação, sendo relevantes para situações distintas.

A análise *ex ante* é conduzida antes de a pesquisa ser empreendida, e denota foco estritamente futuro em termos de: investimentos de pesquisa em consideração, produto científico do investimento em pesquisa, adoção antecipada dos resultados e subseqüentes efeitos sobre preços, produtos e lucros no nível da empresa e no do mercado. Ela é, por natureza, hipotética, e diretamente aplicável como fonte de informação a respeito das conseqüências esperadas das alocações alternativas de recursos da pesquisa.

A análise *ex post*, por sua vez, é conduzida após a conclusão da pesquisa. Tal análise pode ainda ter que denotar algum foco futuro, se nos propusermos a predizer os benefícios futuros de um determinado programa de pesquisa já conduzido no passado, mas não possui relevância para decisões sobre a pesquisa sendo avaliada – uma vez que tais decisões já fazem parte do passado. Ela fornece, realmente, uma medida das conquistas passadas, que pode ser útil para dar cobertura ao apoio político e armazenar futuros recursos para pesquisas, ou para gratificar determinados indivíduos ou grupos por suas reais conquistas. Todavia, no tocante a decisões sobre alocações futuras, os resultados da análise *ex post* somente serão relevantes se esperarmos que a produtividade da pesquisa (ou eficácia, ou rentabilidade) no futuro seja semelhante à que foi no passado.

O processo de avaliação *ex post* será relevante num contexto de tomada de decisão se for capaz de fornecer uma referência e alguma fundamentação verdadeira para uma análise *ex ante*. Em um contexto *ex post*, é possível ser bastante específico acerca das particulares conquistas da pesquisa – em termos da definição da natureza da tecnologia que foi

desenvolvida e adotada, e em qual momento –, mas permanece ainda o problema da atribuição de crédito por conquistas isoladas e da garantia de que os custos relevantes também estejam sendo contabilizados de forma apropriada. É possível conduzir uma avaliação dos benefícios (e custos) totais e marginais, mas torna-se um problema um tanto traiçoeiro definir e quantificar uma representação significativa da hipótese contrafactual. Por exemplo, para medir os benefícios totais dos investimentos em pesquisa da Embrapa, poderíamos definir nossa situação contrafactual como a hipótese da inexistência da Embrapa e a da não-realização de nenhuma das conquistas diretamente atribuíveis à Embrapa. Porém, pode não ser razoável ou correto pressupor que tudo o mais seria igual na ausência da Embrapa, em cada uma das lavouras. Por exemplo, para o caso da soja, na ausência da Embrapa, outras fontes – como agências públicas ou firmas privadas (locais ou internacionais) – teriam quase que certamente produzido algumas variedades melhoradas. Questões similares emergem da definição de hipóteses contrafatuais relativas a mudanças marginais a serem utilizadas na mensuração dos benefícios marginais e das taxas marginais de retorno. Em um contexto *ex post*, a avaliação diz respeito a ações reais, enquanto as alternativas relevantes são hipotéticas, mas em um contexto *ex ante* tudo é hipotético. Essas questões foram suscitadas e discutidas em capítulos anteriores.

Em um contexto *ex ante*, sobressaem muitos tipos de problema. Em especial, faz-se necessário desempenhar a difícil tarefa de obter medidas plausíveis dos prováveis resultados científicos de diferentes investimentos hipotéticos de pesquisa – não apenas sobre quais serão os prováveis resultados, mas também sobre quanto irão custar, e em quanto tempo verificar-se-ia a obtenção de tais resultados. Também temos que estar conscientes da possibilidade de ocorrência de uma contagem dupla dos efeitos de alternativas mutualmente excludentes (por exemplo, não podemos adotar mais de uma variedade ou produzir mais de uma lavoura em uma localidade particular e ao mesmo tempo) na previsão do alcance da adoção comercial de uma determinada inovação, e a respeito de quando ela ocorrerá. E devemos freqüentemente nos referir ao problema da tradução de uma estimativa de ganhos sob condições experimentais em

termos de uma medida do desempenho comercial (a despeito de esse também poder ser um problema da análise *ex post*).

Quando a análise se mostra mais desagregada (por exemplo, quando se percorre o caminho que vai de um programa de criação como um todo até um elemento particular daquele programa), é geralmente mais fácil ser preciso sobre o provável resultado experimental, porém é mais difícil sê-lo com relação a outros aspectos, tais como as conseqüências comerciais (visto que outros elementos do programa já foram postos à parte).

Um dos propósitos úteis da análise *ex post* consiste na oportunidade de realização de uma verificação da realidade. Quando da extração de informação de cientistas ou de outras fontes a respeito das conseqüências prováveis de seus projetos de pesquisa e programas, torna-se útil a capacidade de avaliar a exatidão de suas predições. Durante um processo progressivo de alocação de recursos baseado em estimativas *ex ante*, se avaliarmos e monitorarmos as conquistas *ex post*, poderemos então comparar afirmações anteriores dos cientistas sobre o que aconteceria com a observação do que realmente aconteceu. Esse procedimento fornece informações específicas a respeito de cientistas, individualmente, e de seus programas de pesquisa no passado – informações que poderão ser úteis na interpretação de suas afirmações presentes sobre o que poderiam alcançar no futuro. Além disso, informações fatuais sobre custos passados da pesquisa e sobre intervalos de pesquisa, e assim por diante, são necessárias para a mensuração do desempenho da futura pesquisa em uma avaliação *ex ante*.

5.4 A Possibilidade de Comparação entre os Centros da Embrapa Mediante os Resultados da Avaliação *Ex Post*

A discussão anterior forneceu um contexto para a consideração dos usos possíveis dos resultados de nossa avaliação *ex post* dos investimentos da Embrapa em pesquisa de melhoramento de variedades. Os problemas suscitados pela análise e pela natureza dos resultados viabilizam ainda mais os usos apropriados dos resultados gerais sobre benefícios e custos.

Em geral, os resultados de uma avaliação *ex post* dos retornos da pesquisa de melhoramento de variedades são diretamente úteis para determinar se os investimentos passados têm sido válidos, podendo também ter utilidade na concessão de recompensas por sucessos passados. Porém, eles são diretamente úteis para os atuais processos de tomada de decisão sobre investimentos futuros, apenas se acreditarmos que o futuro será como o passado. Em muitas dimensões, torna-se apropriado presumir que o futuro será como o passado. Isso se deve ao fato de que determinantes críticos da rentabilidade social dos investimentos em pesquisa (tais como o tamanho da indústria em questão, a natureza de seus mercados e a natureza da relevante "função de produção da pesquisa") permanecem relativamente constantes no tempo.

Na comparação entre investimentos em pesquisa, pode ser ainda mais razoável supor que a rentabilidade relativa de programas ou projetos de pesquisa alternativos tende a se manter constante com o tempo, mesmo quando a rentabilidade absoluta se encontra em mudança. Dessa forma, por exemplo, se a pesquisa relativa ao melhoramento de variedades de uma determinada lavoura (por exemplo, a soja) foi altamente rentável no passado, comparativamente à pesquisa relativa a outras lavouras (ou outra atividade), então, na ausência de informação que aponte o contrário (tal como, por exemplo, o conhecimento de que a situação do mercado ou a natureza da oportunidade científica mudou significativamente em uma direção que levaria a uma redução no retorno relativo da pesquisa da soja), pode ser razoável presumir que o mesmo se verificará no futuro. Por seu turno, uma maior alocação dos recursos de pesquisa no sentido do programa de investimento relativamente rentável seria indicada como uma maneira de aumentar o retorno social total no *portfolio* da pesquisa.

O que permanece obscura é a questão de até que ponto os recursos devem ser realocados. Uma comparação dos retornos médios *ex post* pode bem indicar uma *direção* para a realocação dos recursos, mas a determinação de uma *quantidade* ótima de tal realocação requer informações sobre as mudanças nos retornos à medida que os números de cada investimento alternativo em pesquisa mudam – ou seja, a "curvatura" das relações pesquisa-retorno.

Em alguns contextos, em uma análise *ex post*, pode ser possível determinar a curvatura de relações pesquisa-retorno passadas mediante a condução de repetidas análises, considerando-se várias hipóteses contrafatuais (marginais) alternativas.⁴³ Novamente, a aplicação direta de estimativas *ex post* na alocação de recursos requer um exercício de extrapolar os limites do passado em direção ao futuro, e isso pode ser mais ou menos danoso com retornos marginais versus retornos médios. Vários tipos de análise de sensibilidade podem ser úteis como um meio de identificar os parâmetros-chave que determinam os resultados e o grau de segurança que podemos ter a respeito de elementos particulares da estimação.

Os cálculos *ex post* de retornos agregados passados de programas amplos são claramente designados a informar determinadas alternativas sob consideração dos tomadores de decisão. Porém, na ausência de informação de melhor qualidade, os resultados de um cálculo *ex post* podem ser usados como substitutos dos resultados de um cálculo *ex ante*, e a informação gerada no processo de um cálculo *ex post* pode ser usada no desenvolvimento de um cálculo *ex ante* dos benefícios da pesquisa. Ainda neste capítulo, discutiremos métodos de cálculo *ex ante* que podem ser mais úteis à tomada de decisão, e que podem se tornar mais precisos e úteis se aplicados à luz das informações desenvolvidas na monitoração e na avaliação *ex post* de programas de pesquisa passados.

A discussão presumiu implicitamente, se não explicitamente, que o critério de comparação de projetos ou programas de pesquisa seria algum tipo de medida dos benefícios líquidos. Alguns argumentam que não basta basear a alocação de recursos para a pesquisa nas conquistas previstas e seus valores; ao contrário, consideram que se deve considerar a diferença de graus de dificuldade entre os diversos programas de pesquisa. Obviamente, não seria justo ou razoável nutrir, em

⁴³ Uma opção desse tipo seria repetir a análise *ex post* a intervalos de aproximadamente 5 anos, com o objetivo de avaliar a parcela dos benefícios atribuíveis aos investimentos em pesquisa nos últimos 5 anos. Os métodos de atribuição desenvolvidos neste artigo (e, especificamente, a comparação entre os benefícios na ausência e na presença dos últimos 5 anos de pesquisa da Embrapa) seriam um meio apropriado de fazê-lo, especialmente no caso de pesquisas como a do melhoramento de variedades.

relação à taxa de melhoramento da produtividade em uma área na qual é relativamente difícil a conquista de ganhos de produtividade, as mesmas expectativas que se pode nutrir em relação à mesma taxa em uma outra área, em que aquela conquista é relativamente fácil (talvez em decorrência da disponibilidade de linhagens de criação melhoradas, vindas de outros países ou de centros do Cgiar).

Sob esse ponto de vista, quando do gerenciamento dos cientistas e do monitoramento de sua eficiência individual, fica claro que é adequado considerar o grau de dificuldade de suas atividades de pesquisa. Isso significa dizer que é apropriado procurar “nivelar o campo de ação”, no contexto de um cálculo e de um monitoramento *ex post* do desempenho, com ênfase na determinação de que cientistas são merecedores de um bônus, e assim por diante. Porém, tais considerações sobre justiça e nivelamento de campos de ação devem ser irrelevantes na alocação de recursos de pesquisa entre investimentos alternativos, feita com o intuito de maximizar os retornos gerais do investimento (em que os aspectos relevantes do grau de dificuldade das diferentes linhas de pesquisa devem ser explicitamente levados em conta, de forma apropriada).

Em outras palavras, como observado anteriormente, diferentes tipos de informação se conformam a diferentes tipos de decisão. Particularmente, a informação requerida na avaliação da diligência e da eficiência de cientistas, tomada individualmente, ou de equipes de cientistas no passado, é diferente daquela requerida na escolha informada de uma alocação socialmente mais rentável dos recursos futuros. As medidas podem se relacionar entre si, mas são certamente diferentes.

Confusões sobre esse ponto levam ao argumento falho de que deveria haver alguma compensação pelo grau de dificuldade de diferentes programas de pesquisa na alocação de recursos para a pesquisa. Parece que se argumenta que, com tudo mais constante, mais recursos devem ser aplicados àquelas atividades nas quais é mais difícil atingir um crescimento de produtividade. Tal regra de decisão levaria, então, a menos disparidades nas taxas de crescimento de produtividade entre as lavouras, mas isso viria à custa de um retorno social mais baixo em relação ao investimento total. Uma análise econômica sugeriria a idéia

oposta: com tudo o mais constante, menos recursos deveriam ser aplicados à área com maiores dificuldades de obter crescimento de produtividade.

Uma analogia a essa situação pode ser traçada quando se considera o caso de uma fazenda que abriga tanto terras pedregosas, inférteis e íngremes como terras altamente férteis, aráveis e planas. Qualquer fazendeiro saberia que, primeiramente, deveria gastar tempo e energia no cultivo da terra plana, podendo nem mesmo compensar criar uma lavoura sobre o aclave, entre as rochas. Se ele quisesse nivelar o campo de ação, no sentido de fazer com que os dois tipos de terreno fossem igualmente produtivos, o fazendeiro teria que desviar uma maior quantidade do seu trabalho e de outros recursos para a terra muito menos produtiva, em detrimento da produção total e da rentabilidade total da fazenda. O fazendeiro sensato que quisesse maximizar seus lucros iria simplesmente aceitar o fato de que os dois tipos de terreno eram diferentes, e que se esperava que um fosse mais produtivo do que o outro, e voltaria seus esforços e recursos para aquele em que o retorno fosse maior. Isso poderia significar concentrar alguma parcela de esforço em ambos os tipos de terreno, porém utilizando diferentes sistemas de produção e dando origem a diferentes produtos.

No contexto dos problemas de alocação dos recursos de pesquisa, a analogia aplica-se quase que diretamente. Se o objetivo é maximizar os benefícios econômicos líquidos nacionais, isso pode ser atingido pela alocação de recursos de pesquisa entre programas, de tal forma que os benefícios líquidos marginais sejam equacionados entre as alternativas. A única informação relevante, então, diz respeito aos benefícios líquidos esperados das alternativas. Dessa forma, se a intenção for utilizar algum tipo de informação, além da relativa às taxas de retorno esperadas, na alocação de recursos de pesquisa, o objetivo deverá ser algo diferente da maximização dos benefícios líquidos totais.

Além de afetar os benefícios sociais líquidos, alocações alternativas de recursos públicos de pesquisa também atingem a distribuição de benefícios entre diferentes tipos de produtores agrícolas e consumidores, entre diversas regiões agrícolas e entre vários tipos de cientistas. Em outros itens, defendemos a idéia que instrumentos alternativos de política (isto é, afora a alocação

de recursos públicos de pesquisa) são provavelmente mais eficazes no alcance de objetivos do que a própria eficiência econômica (ver, por exemplo, Alston et al., 1995; Alston & Pardey, 1996). Esse argumento pressupõe a disponibilidade e a aplicabilidade dos instrumentos alternativos (digamos, na redistribuição de renda na economia e na remuneração do desempenho dos cientistas) e de outras coisas (tal como a quantia total de recursos disponíveis para a pesquisa). Se, por alguma razão, esses outros instrumentos não se encontram disponíveis ou não são aplicáveis, pode ser aconselhável incorporar à análise considerações além da eficiência econômica. De forma semelhante, se, por razões políticas, a disponibilidade total dos recursos de pesquisa depende da manutenção de um *portfolio* de pesquisa equilibrado entre as diferentes lavouras ou regiões do País (em que diferentes lavouras podem ser cultivadas; podem ainda ser cultivadas lavouras semelhantes em outros lugares, mas com diferentes limitações de produção), mesmo que seja provável que algumas linhas de pesquisa sejam relativamente improdutivas, pode ser "econômico" deter um *portfolio* que não parece ser o mais rentável de todos. Porém, as razões para tais modificações na análise devem ficar explicitamente claras, devendo-se ir além do desejo de possuir um "campo nivelado de ação" – o que pode causar alguma confusão sobre qual seria a informação apropriada para fundamentar determinada decisão, como já se descreveu.

À medida que outros aspectos (incluindo limitações, aspectos não-pecuniários, ou outras dimensões dos benefícios) forem considerados relevantes para os tomadores de decisão, a tarefa daqueles a quem se designou a quantificação dos benefícios se tornará mais difícil. É necessário procurar identificar, medir e avaliar esses outros benefícios tão rigorosamente quanto temos tentado fazê-lo com relação aos ganhos de rendimento, lembrando que os ganhos de rendimento são comparativamente fáceis de avaliar. Além disso, o problema relativo ao uso de resultados (agora multidimensionais) no estabelecimento de prioridades de pesquisa se torna muito maior (como se discute em Alston et al., 1995, em especial no Capítulo 7). O arcabouço geral é essencialmente o mesmo, mas a implementação fica mais engenhosa à medida que se almejam outros benefícios.

Retomando nossos resultados específicos, como se demonstra no Capítulo 4, não foi possível obter estimativas de benefícios satisfatórias para a lavoura do milho. Nós contamos, realmente, com estimativas do desempenho econômico passado de dois programas (o do arroz de terras altas e o do feijão comestível) dentro de um Centro, e podemos comparar os dois programas com o programa de criação correspondente empreendido no Centro da Soja. Nossa melhor aposta para estimativas de razões benefício-custo relativas a esses programas (relativas aos elementos desses programas concernentes às atividades de melhoramento de variedades) seria a de 32:1 para o Centro de Arroz e Feijão, e a de 74:1 para o Centro da Soja. Esses resultados intuitivamente fazem sentido, dados os tamanhos comparativos e as taxas de crescimento nos mercados de cada uma das lavouras e nossas estimativas sobre a aceitação e o desempenho das novas variedades de lavoura.

Os resultados sugerem que a pesquisa da soja tem sido mais rentável do que as pesquisas do arroz e do feijão. Dessa maneira, se esses resultados são indicativos de rentabilidade futura, segue-se então que, mantendo tudo o mais constante, uma proporção maior de recursos futuros deve ser alocada para a pesquisa de melhoramento de variedades de soja. É claro que todos os outros fatores podem não permanecer constantes, e que uma decisão mais bem informada poderia ser tomada mediante a concessão de consideração mais explícita ao que se conhece a respeito de oportunidades futuras de pesquisa e respectivos retornos esperados, à guisa de uma avaliação *ex ante*.

5.5 A Análise *Ex Ante* de Benefício-Custo

O modelo conceitual geral exposto no Capítulo 3 pode ser aplicado explicitamente em um processo de avaliação *ex ante*, utilizando os procedimentos descritos em detalhe por Alston et al. (1995), em *Science under Scarcity*. O volume fornece exemplos de procedimentos que podem ser aplicados no tratamento de questões como o comércio internacional, as

distorções de mercado, entre várias outras complicações, e discute detalhes práticos de implementação, bem como princípios gerais. Além disso, o pacote de software Dream[®] foi desenvolvido, com a incorporação desses procedimentos, de forma a facilitar a implementação do exercício de avaliação de pesquisa aplicado a cada produto.⁴⁴ Feita a padronização básica, torna-se fácil conduzir avaliações repetidas e obter uma apreciação dos fatores-chave que influenciam os resultados, e, portanto, sobre em que concentrar atenções, na tentativa de tornar a análise mais precisa e menos incerta. Como se notou anteriormente, nosso trabalho *ex post* é capaz de informar, aperfeiçoar e acelerar o trabalho *ex ante*.

A demanda por informação mais crítica para esse tipo de trabalho – tanto no caso de se aplicar o Dream[®] quanto de um dos vários programas alternativos disponíveis – diz respeito a um conjunto de estimativas significantes do mesmo percurso de tempo provável dos aumentos na oferta induzidos pela pesquisa (ou de reduções no custo por unidade da produção) para cada um dos investimentos alternativos em pesquisa considerados.

Uma vez que a análise é do tipo *ex ante*, as estimativas sobre os deslocamentos proporcionais de oferta induzidos pela pesquisa (sinalizados como k em boa parte da literatura, bem como no item 3.3) devem ser desenvolvidas mediante o uso da informação extraída dos cientistas e de outras fontes a respeito das prováveis conseqüências futuras de programas de pesquisa alternativos. Essa é a parte crítica e mais difícil do processo. Os cientistas não têm meios para resolver perguntas que lhes forem feitas, uma vez que, para começar, o retorno científico não é conhecido. Porém, mesmo se os cientistas possuíssem uma boa idéia do potencial científico, não lhes seria fácil pensar em termos das implicações no mercado de seus programas de pesquisa, ou mesmo se teriam um resultado comercialmente viável. Essa é uma ocupação natural de economistas, mas não é,

⁴⁴ O modelo Dream[®] está sujeito a melhoramentos progressivos. Alston et al. (2000) utilizaram a última versão do modelo (que agora pode ser obtida no *web site* do IFPRI) para avaliar os impactos da pesquisa regional por toda a América Latina. Essa versão do modelo incorpora vários melhoramentos, notadamente as elasticidades de transmissão de preço (que podem assumir valores inferiores a 1, enfraquecendo a transmissão de sinais de preço entre as regiões).

reconhecidamente, uma tarefa simples transformar as informações sobre resultados científicos futuros em previsão do caminho que, no futuro, seguirão os deslocamentos da oferta induzidos pela pesquisa.

Processos de extração de informações, que envolvam economistas e outros cientistas agrícolas que trabalham juntos no desenvolvimento de tais estimativas, podem ser produtivos graças a sua contribuição para o entendimento geral dos objetivos e das conquistas coletivas, bem como pela informação que geram.

Assim, uma competição salutar de idéias sobre os diferentes e competitivos programas de pesquisa no percurso de tais processos de extração pode levar a uma revisão das opções de pesquisa que estão sendo discutidas, bem como garantir que estimativas razoavelmente plausíveis sejam obtidas, e que algum nível de consenso seja alcançado. De fato, em algumas instituições, exige-se, de quem esteja à procura de fundos, o fornecimento de uma avaliação de benefício-custo como parte de sua proposta, e, nesse caso, o processo de revisão forneceria um contexto apropriado para a avaliação crítica do cálculo de benefício-custo e de seus pressupostos subjacentes, bem como de outras características do projeto ou do programa proposto.

Algumas atividades como essa envolvem “clientes” da pesquisa – como representantes de fazendeiros e de processadores de alimentos – nesse tipo de processo de tomada de decisão sobre pesquisa, tanto por serem partes interessadas como por sua capacidade de fazer avaliações bem embasadas sobre a plausibilidade de prováveis resultados científicos e comerciais da pesquisa.

As estimativas sobre k são também elementos fundamentais de medidas mais objetivas, que podem ser vistas como aproximações das estimativas *ex ante* fornecidas pelo uso do software Dream[®]. Por exemplo, alguns sugerem que é possível comparar alternativas de investimento baseando-se simplesmente em uma comparação entre os benefícios brutos anuais de pesquisa (*Gross Annual Research Benefits – Garb*), que podem ser aproximados multiplicando-se k pelo valor da produção (isto é, $k PQ$). Tais comparações, somente do lado dos benefícios, presumem implicitamente que os custos sejam os mesmos para cada uma das alternativas consideradas. Além disso, eles

pressupõem que os tempos percorridos pelos retornos serão semelhantes (ou seja, tomando-se pesquisas, intervalos de adoção e perfis idênticos), e que as estruturas de mercado são idênticas (em termos de parcelas transacionadas, elasticidades, e assim por diante).

Em muitos casos, é relativamente fácil propor algo mais razoável do que emitir suposições extremas, e faz sentido fazê-lo, dado que o aspecto mais problemático – a estimação do valor de k – deve ser tratado de qualquer maneira. De fato, em uma instituição como a Embrapa, uma vez que outras informações relativas a cada produto de interesse já foram coletadas – sobre elasticidades de demanda e oferta, preços, quantidades, parcelas no comércio e taxas de crescimento subjacentes de demanda e oferta –, o único elemento que variará substancialmente entre as análises será a estimativa do valor de k . Portanto, seria válido empregar um modelo no mínimo do tipo do Dream[®], que leva em conta a escala do investimento, o perfil de adoção e a estrutura do mercado.

Como já observamos anteriormente, tal análise pode ser vista como mais útil nos níveis tático ou estratégico, na tomada de decisões sobre a estrutura geral dos programas de pesquisa e no balanço dos recursos direcionados a grandes projetos dentro de programas e entre programas. Há uma possibilidade muito menor de a análise *ex ante* de benefício-custo ser útil para o dia-a-dia (e o mês-a-mês) do gerenciamento de uma equipe científica isolada e as decisões associadas sobre incentivos e recompensas. É claro que todo tipo de informação pode ter alguma relevância em todo nível do processo de tomada de decisão, mas os resultados de uma análise de benefício-custo no âmbito do projeto representariam um elemento relativamente menos importante de apoio informativo para a tomada de decisão gerencial, e poderiam, entretanto, representar um elemento fundamental para decisões táticas.

Após a obtenção de estimativas dos benefícios líquidos de cada uma das alternativas de pesquisa consideradas (expressas como valores líquidos por unidade das despesas de pesquisa), resta utilizar aquelas alternativas na forma de um algoritmo de tomada de decisão ou, mais provavelmente, de um processo.

Se pudéssemos delegar a tomada de decisão a um algoritmo, poderíamos então tratar essas estimativas como dados em um modelo de programação, que seria projetado para encontrar a alocação de recursos de pesquisa entre as alternativas, que maximizaria os benefícios totais líquidos. Contudo, por uma questão prática, não pretendemos deixar a tomada de decisão aos cuidados de um computador, em parte porque não teremos os mesmos tipos de informação quantitativa sobre todas as alternativas relevantes.

Além disso, a fim de encontrar uma solução interna para o processo de maximização, é necessária a obtenção de informações não somente sobre os retornos médios ou totais, como também sobre o formato do perfil dos retornos, no qual retornos marginais variam de acordo com o investimento em pesquisa⁴⁵.

Considerando a dificuldade de medir, de forma precisa, os benefícios médios de qualquer atividade de pesquisa (e que também é impossível para alguns tipos de atividade de pesquisa – por exemplo, certos tipos de pesquisa básica ou, digamos, pesquisas em ciências sociais de orientação política), provavelmente não deveríamos ser capazes de medir a curvatura da relação pesquisa–retorno com precisão suficiente, de forma a possibilitar a automação do processo de decisão. Não podemos nem queremos eliminar o julgamento do processo. Medidas de valores presentes líquidos por unidade dos recursos de pesquisa são mais bem julgadas como representantes de apenas uma parte do conjunto de informações do que os administradores da pesquisa usariam na tomada de decisões estratégicas ou táticas sobre a alocação de recursos entre as alternativas, das quais apenas algumas podem ter sido formalmente avaliadas.

No Capítulo 7 de *Science under Scarcity*, Alston et al. (1995) discutem os processos decisórios que se apóiam em projetos e programas de marcação, ressaltando as deficiências de tais procedimentos. Uma virtude do uso do modelo Dream[®] para computar valores presentes líquidos de alternativas de pesquisa consiste no fato de que muitos dos atributos das

⁴⁵ Se não tivéssemos retornos marginais decrescentes, simplesmente aplicaríamos todos os recursos de pesquisa à atividade única, com a mais alta taxa média de retorno.

alternativas que poderiam ter sido “marcadas” seriam detectados de uma maneira apropriada na mensuração dos benefícios. Os procedimentos de marcação não resolvem o problema – o da decisão a respeito de como utilizar os resultados na tomada de decisão (tudo que os procedimentos de marcação podem fazer é ordenar as alternativas em termos de importância, e podemos fazê-lo de forma mais significativa em concordância com o critério do valor presente líquido).

Uma vez que ultrapassamos os limites da “congruência” (que é baseada simplesmente nos tamanhos relativos das indústrias), as necessidades de informação de qualquer um dos procedimentos objetivos discutidos em *Science under Scarcity* não são significativamente menores do que as necessidades de informação de procedimentos muito mais válidos, tais como o uso do pacote Dream[©] para derivar medidas do valor presente líquido esperado para cada alternativa de investimento. Isso se verifica especialmente se estivermos levando em conta a adoção de um processo contínuo de avaliações *ex ante* rotineiras e de monitoramento de projetos, uma vez que boa parte da informação adicional pode ser reunida em uma ocasião e atualizada esporadicamente.

A maneira como aquelas estimativas de valores presentes líquidos poderiam ser utilizadas na tomada de decisão permanece como material de discussão a ser encaminhada – à luz da consideração de outras informações, recursos e outros tipos de estrangimentos relevantes –, reconhecendo-se que não podemos quantificar de maneira significativa os retornos de algumas atividades.

Permanecem também questões sobre qual seria o nível apropriado de agregação a ser utilizado na condução de tal avaliação *ex ante*, levando-se em conta as diferentes regiões, as diferentes atividades de pesquisa e os diferentes produtos.

5.6 Extensão a Outras Tecnologias

Intencionalmente, a Embrapa tem produzido produtos de pesquisa não diretamente relacionados aos melhoramentos de

variedades. Uma lista parcial, contendo alguns dos mais importantes entre aqueles produtos, incluiria os seguintes:

- Métodos de irrigação (por exemplo, aqueles que permitiram o eventual transporte em larga escala da produção de feijão para a estação seca).
- Máquinas feitas sob medida para agricultores de escala pequena.
- Sistemas de produção adequados a múltiplos produtos (por exemplo, o sistema barreira para lavouras e pasto).
- Práticas de conservação do solo (por exemplo, práticas que não utilizam a aradura).
- Sistemas de gerenciamento de recursos naturais (por exemplo, a silvicultura gerenciada de pequena escala, examinada detalhadamente no Apêndice).
- Técnicas integradas de controle de pestes.
- Extensão agrícola (por exemplo, o treinamento de fazendeiros e outros agentes de extensão).
- Atividades de longo alcance (por exemplo, o estabelecimento e a manutenção de relações com grupos de fazendeiros e com a imprensa).

Embora boa parte da pesquisa da Embrapa continue a focalizar a pesquisa de melhoramento de variedades, as outras atividades de pesquisa têm-se tornado gradativamente mais importantes, como sugere a proporção dos recursos da Embrapa endereçados às atividades sem qualquer relação com a pesquisa de melhoramento de variedades, bem como à cada vez mais diversificada composição disciplinar dos cientistas do Centro.

Perspectiva geral sobre a avaliação de tecnologias não relacionadas ao melhoramento de variedades

O processo de avaliação de pesquisa para tecnologias não relacionadas ao melhoramento de variedades é o mesmo daquele correspondente a tecnologias em geral. Diferenças-chave emergem em abordagens adotadas com o fim de medir os segmentos de benefícios. Muitos tipos de tecnologias não relacionadas ao melhoramento de variedades podem ser

consideradas isentas de implicações específicas sobre cada produto, de tal forma que seus efeitos são bem representados em um modelo de produto-mercado (seja para lavouras de campo, como se estuda aqui, seja para lavouras “berçários”, lavouras de horticultura, lavouras perenes, ou para a criação de animais, a silvicultura, ou ainda produtos de pesca).

Isso se verificaria para determinados tipos de gerenciamento, como, por exemplo, o controle de pestes ou a colheita de safras. Para essas tecnologias, a abordagem é essencialmente idêntica àquela utilizada nas tecnologia de melhoramento de espécies; em alguns casos, um tipo particular de tecnologia – como, por exemplo, um novo pesticida ou uma nova máquina – aplicável a mais de um tipo de lavoura. Em tal caso, poderíamos considerar a idéia de somar os retornos das múltiplas versões do modelo de mercado em que há um único produto sendo comercializado, um para cada lavoura afetada. Esse procedimento pode ser artificioso se, por exemplo, os produtos em questão encontram-se fortemente interligados – ou na produção, ou no consumo – de tal forma que os mercados não possam ser tratados razoavelmente como independentes. Resultados mais precisos podem ser obtidos pelo uso de um modelo explícito de múltiplos produtos ou, em alguns casos, pela agregação dos produtos afetados em um único produto.⁴⁶ (ver, por exemplo, Alston et al., 1995, para uma discussão sobre desagregação “horizontal” e agregação de modelos).

Outros tipos de mudança tecnológica induzida pela pesquisa poderiam ser mais bem representadas e quantificadas como deslocamentos dos mercados para fatores de produção (tais como terra, trabalho, produtos químicos agrícolas e água), ao contrário de deslocamentos de mercados para produtos. Por exemplo, pesticidas patenteados podem ter produzido

⁴⁶ É possível que haja um equilíbrio na agregação de todos os produtos ou de um mesmo produto em várias regiões com diferentes condições agroecológicas e, portanto, diferentes respostas à pesquisa (ou seja, uma perda de informação da agregação), e na agregação de todos os produtos para os quais não se obtêm parâmetros significativos de mercado facilmente (tais como quando consideramos a demanda por diferentes qualidades de trigo, discutida por Alston & James, 2000). Portanto, é possível que haja um grau ótimo de agregação que considere a disponibilidade de vários tipos de informação precisa de caráter científico, agroecológico e mercadológico, juntamente com os tipos de decisões consideradas.

melhoramentos significativos na produtividade social, mas não de uma forma que se reflita em reduções significativas nos lucros do fazendeiro ou na produtividade fazendária (os benefícios são visíveis na concessão de direitos autorais a indústrias químicas e na constatação de um teor reduzido de pesticidas químicos sobre o ambiente natural e na conseqüente maior segurança do trabalhador rural em relação a danos à saúde).⁴⁷ Todavia, ainda mais tipos de mudanças tecnológicas – em particular aquelas relacionadas a externalidades do meio ambiente – podem ter tido conseqüências que não seriam completamente reveladas em nenhum mercado (uma vez que, por definição, as externalidades dizem respeito a custos e benefícios que não são compensados em transações de mercado). Para essas tecnologias, métodos de avaliação não-mercadológica podem ser importantes.

Durante a avaliação da pesquisa de melhoramento, pudemos mensurar benefícios em termos de deslocamentos de mercados de produtos, associados a mudanças nos rendimentos e na qualidade, e pressupomos que os preços de mercado forneciam uma boa indicação de valor. Poderíamos modelar segmentos de benefícios como se esses fluíssem de padrões de adoção e fossem combinados entre si. Na avaliação da pesquisa não relacionada ao melhoramento de variedades, os efeitos da pesquisa que excedem o simples melhoramento dos rendimentos e da qualidade precisam ser identificados e apropriadamente explicados. Em alguns casos, os preços de mercado podem não se encontrar disponíveis como medidas de valor dos resultados adicionais ou dos recursos poupados, e questões adicionais concernentes ao *timing* dos benefícios e dos custos podem ser levantadas, uma vez que os benefícios podem não fluir imediatamente da adoção.⁴⁸

⁴⁷ Moschini & Lapan (1997) apresentam um modelo que ilustra as diferenças entre tecnologias patenteadas, cujos inventores são monopolistas, e tecnologias fornecidas gratuitamente, derivadas da pesquisa no setor público. Alston & Venner (2002) fornecem a análise de um caso intermediário (e mais próximo à realidade), no qual os benefícios das tecnologias privadas são apropriáveis apenas parcialmente.

⁴⁸ Por exemplo, alguns produtos da pesquisa (tais como as práticas de gerenciamento) podem dar grande impulso à produtividade no curto prazo. Outros, tais como as práticas de conservação do solo, podem gerar benefícios ambientais relativamente

Complicações na mensuração de benefícios e custos econômicos

Como já se observou, a abordagem básica para a mensuração dos benefícios e dos custos econômicos dos investimentos da Embrapa em pesquisa não relacionada ao melhoramento de variedades – e utilizando essas informações para avaliar a prudência desses investimentos e guiar investimentos futuros – é essencialmente a mesma. Identificar e explicar os custos da pesquisa não relacionada ao melhoramento de variedades não deveria ser mais difícil do que fazer o mesmo em relação à pesquisa de melhoramento de variedades. Existem, contudo, algumas complicações em relação aos benefícios, que devem ser tratadas.

Pode ser difícil mensurar mudanças no uso de insumos, ou na produção, ou em qualquer efeito de um dado produto da pesquisa, especialmente no caso de tecnologias desagregadas (por exemplo, o cultivo de precisão, o gerenciamento integrado de pragas, e outras tecnologias de informação). Para algumas tecnologias, experimentos controlados capazes de identificar efeitos podem não ter sido executados. Em tais casos, as estimativas dos efeitos terão que ser geradas, talvez pelo uso de modelos de lavoura ou de outros instrumentos. Em seguida, essas mudanças devem ser avaliadas e estimativas dos preços relevantes devem ser obtidas.

Os efeitos de alguns produtos da pesquisa podem ir além dos rendimentos e custos de lavoura, de forma a incluir efeitos ambientais e outros, alguns dos quais podem ser negativos (por exemplo, a depleção de nutrientes do solo) e outros, positivos (por exemplo, a reposição de nitrogênio do solo via fixação). A fim de avaliar essas tecnologias, esses efeitos ambientais devem

imediatos (como, por exemplo, a preservação das águas), porém aumentando os rendimentos apenas em médio e longo prazos. Além desses, outros produtos da pesquisa podem ainda surtir pouco impacto sobre os rendimentos, mas resultam em grandes benefícios ambientais (tais como as práticas de gerenciamento da silvicultura, que mantêm a capacidade de recuperação do ecossistema e retêm carbono). Por fim, produtos de pesquisa, tais como as práticas integradas de gerenciamento de pragas, podem resultar tanto em aumentos na produtividade como em benefícios ambientais, mesmo no curto prazo.

ser quantificados, e os valores de sua existência e de sua opção, direta ou indireta, devem ser estimados.

Se os efeitos sobre os rendimentos e outros podem ser identificados, já a geração de cenários (hipóteses) contrafatuais pode ou não ser mais difícil de ser identificada do que no caso da pesquisa de melhoramento de variedades. Podem existir, porém, dificuldades adicionais relacionadas ao problema, em que geralmente é difícil de corrigir a estrutura de intervalos na pesquisa. Enquanto os efeitos da pesquisa de variedades sobre os rendimentos serão imediatos tão logo se adotem as novas variedades, os efeitos de outros tipos de pesquisa podem levar um tempo considerável para se manifestarem; os intervalos adicionais encontram-se em impacto, ultrapassando os intervalos de adoção. Por exemplo, os efeitos da adoção de tecnologias que possibilitam uma taxa menor de degradação da terra podem não ser visíveis por muitos anos. Independentemente da natureza eventual e da magnitude desses efeitos, a estrutura de intervalos associada a eles precisa ser levada em conta.

Alguns efeitos da pesquisa serão somente percebidos em certas condições climáticas ou outras (por exemplo, alguns esforços de conservação do solo só geram benefícios em anos de maior índice pluviométrico). Esses fatores e estados de natureza condicionantes devem ser explicados na mensuração dos benefícios econômicos de todos os tipos de mudanças tecnológicas, mas podem ter particular relevância para algumas tecnologias não relacionadas ao melhoramento de variedades.

Avaliar a adoção de produtos de pesquisa não relacionada ao melhoramento de variedades pode ser relativamente difícil em alguns casos (por exemplo, pode não ser fácil fazer distinção entre os produtores que utilizam IPM e seus vizinhos que não utilizam IPM ou, talvez de forma mais importante, a tecnologia IPM pode não ser definida com precisão – ao menos se comparada com a tecnologia ligada ao melhoramento de variedades) e os dados podem não se encontrar prontamente disponíveis. Novamente, os mesmos tipos de problemas emergem com a adoção de variedades; a questão possui, portanto, grau de dificuldade relativo.

Atribuir crédito pelos benefícios da pesquisa não relacionada ao melhoramento de variedades pode também ser bastante

complicado. Por exemplo, as práticas gerenciais e outros produtos desse tipo de pesquisa são freqüentemente modificados nas fazendas, de modo que se adaptem às circunstâncias da fazenda e do fazendeiro. Quando tais modificações são feitas, quem deveria ganhar crédito pelos melhoramentos nos rendimentos e outros efeitos (positivos ou negativos)?

Por fim, não se pode evitar referências a questões relativas a distorções de mercado quando se lida com alguns tipos de pesquisa não-relacionada a melhoramento de variedades. Os efeitos sobre os rendimentos e outros efeitos da adoção desses produtos da pesquisa devem ser avaliados, e os preços de mercado encontram-se notoriamente incorretos em relação a muitos dos efeitos das tecnologias não-relacionadas ao melhoramento de variedades – especialmente aquelas direcionadas à preservação de recursos naturais ou do meio ambiente, por exemplo. Embora haja métodos para a correção de algumas dessas distorções (por exemplo, métodos de avaliação contingentes a serviços ambientais), à medida que nos transportamos dos efeitos sobre os rendimentos da lavoura em ecossistemas estáveis em direção a efeitos não relacionados aos rendimentos em ecossistemas frágeis – para os quais muitos serviços não são negociados –, a implementação torna-se crescentemente difícil.

5.7 Fortalecimento da Capacidade

Um dos objetivos anunciados neste projeto-piloto foi o de identificar investimentos que a Embrapa poderia empreender para melhorar a viabilidade e a eficiência de futuros exercícios de avaliação econômica. Neste item, revisamos os requerimentos de dados para avaliações econômicas da pesquisa de melhoramento de variedades, relatamos o que descobrimos com relação à disponibilidade e à qualidade dos dados de dentro e de fora da Embrapa com o intuito de atender a esses requerimentos, e oferecemos, por fim, sugestões para o melhoramento da disponibilidade e qualidade dos dados. Terminamos este item com uma nota sobre questões referentes a pessoal.

Estimação dos benefícios

Efeitos sobre o rendimento. Os dados de testagem dos rendimentos representam uma pedra fundamental para a avaliação da metodologia empregada: sem estimativas confiáveis de ganhos no rendimento particulares de cada região, nenhuma avaliação econômica se torna possível.

Esforços substanciais foram reunidos em todos os centros participantes a fim de localizar e de organizar dados disponíveis sobre a estação experimental, para uso neste projeto-piloto. Nem todas as regiões puderam ser incorporadas à análise. Os dados sobre estações experimentais não se encontravam disponíveis para algumas áreas de fronteira agrícola, e testagens não são geralmente empreendidas tendo em mente uma avaliação *ex post*, o que geralmente reduziu as sobreposições temporais de períodos cujos ganhos nos rendimentos poderiam ser calculados, para variedades e períodos particulares nos quais a adoção dessas variedades foi significativa.

Esforços sistemáticos serão necessários para a coleta, a organização e o gerenciamento dos dados de testagem sobre os rendimentos nas estações experimentais, para os propósitos de uma avaliação econômica. Lacunas nos dados precisam ser referidas, tanto nas áreas tradicionais como nas de fronteira; na primeira, pequenas modificações nas testagens podem ser necessárias (por exemplo, a retenção de variedades de checagem para períodos mais longos), e na última, métodos alternativos de estimação de ganhos no rendimento serão necessários (por exemplo, utilizando modelos de crescimento de lavouras para simular rendimentos em variedades novas e tradicionais).

Cenários contrafatuais. Conceitualmente, essa foi talvez a questão mais difícil do projeto. Empiricamente, ela representa uma segunda pedra fundamental da análise de avaliação. A geração de cálculos concretos e específicos de cada região, sobre como se comportariam os rendimentos e a área semeada na ausência da pesquisa da Embrapa e da pesquisa de qualquer outra agência, foi difícil, provocou muitas reflexões e deu origem a um amplo conjunto de estimativas. Além dos dados sobre

rendimentos fornecidos pela Embrapa, estes também foram extraídos a fim de produzir cenários (hipóteses) contrafatuais.

Fazer referência a defeitos associados aos dados da estação experimental irá, em parte, amenizar alguns dos problemas ligados à geração de cenários contrafatuais. Mais atenção deve ser dedicada ao problema de como extrair e utilizar as opiniões dos especialistas (de dentro e especialmente de fora da Embrapa) para essa finalidade.

Taxas de adoção. A terceira pedra fundamental da análise relativa aos dados foi a adoção de variedades. Essa foi a questão mais desafiadora, com relação aos dados, neste projeto-piloto.

Vários esforços foram reunidos para gerar dados seriais de tempo sobre padrões de adoção específicos de cada variedade, por Estado, que tivessem credibilidade. Para alguns produtos em algumas áreas de produção, e para alguns períodos, dados sobre a produção de sementes se fizeram adequados. Contudo, para a maioria das combinações produto/região/tempo, os dados sobre sementes não foram suficientes. Dois conjuntos de questionários foram desenvolvidos, testados e administrados a especialistas, a fim de extrair a impressão deles sobre os padrões gerais de adoção. Os resultados desses esforços foram, na melhor das hipóteses, irregulares.

Se as questões sobre a retenção de sementes e fluxos de sementes entre Estados podem ser tratadas de forma eficaz, os dados sobre a produção de sementes podem então desempenhar um papel mais importante na estimação de padrões de adoção específicos de cada variedade. A Embrapa deveria continuar investindo na coleta, no melhoramento e no uso dos dados sobre produção de sementes. Porém, para alguns produtos, os dados sobre a produção de sementes nunca serão suficientes. Dessa forma, esforços paralelos deveriam ser feitos para implementar exames de fazendas ou extrair sistematicamente opiniões de especialistas concernentes aos padrões estaduais ou regionais de adoção de variedades, para todos os produtos. À medida que a Embrapa avança em direção às avaliações de produtos não relacionados à pesquisa de variedades, torna-se mais importante a procura por alternativas aos dados de produção de sementes a fim de estimar a adoção.

Atribuições de benefícios

Dados sobre *pedigree*. Os dados sobre *pedigree* forneceram um meio de mensuração e controle para a contribuição de instituições de pesquisa não ligadas à Embrapa aos lançamentos de variedades por esta última. Informações sobre o *pedigree* do produto, suficientemente detalhadas e completas, encontravam-se geralmente disponíveis para os produtos examinados neste projeto-piloto, e foram, sem dificuldade, absorvidas em forma de redação.

A exceção foi o caso do milho, para o qual informações sobre o *pedigree* geralmente não estavam disponíveis, fundamentalmente em decorrência da natureza patenteada das linhas produzidas por cruzamento e do alto grau de participação do setor privado no mercado de sementes. O Ato de Proteção da Planta, recentemente sancionado, pode tornar o acesso a informações sobre *pedigrees* ainda mais difícil de ser assegurado no futuro.

Conceitualmente, novos usos das informações sobre *pedigree* precisam ser explorados, talvez em conjunto com os dados sobre adoção. Pragmaticamente, se aquelas informações se tornarem inacessíveis, métodos alternativos de identificação e mensuração de fluxos e refluxos da pesquisa precisam ser desenvolvidos, e fontes de dados devem ser procuradas. A Embrapa deveria explorar, em seus arranjos contratuais com colaboradores, o potencial para uso interno de informação classificada de outra forma sobre os *pedigrees*; acionistas de companhias privadas de sementes poderiam também se interessar por fluxos e refluxos da pesquisa.

Colaboração institucional. Impressões dos especialistas sobre a contribuição proporcional dos parceiros de pesquisa fora da Embrapa ao desenvolvimento de variedades em particular foram solicitadas e analisadas, juntamente com informações sobre *pedigrees*, a fim de avaliar refluxos de pesquisa.

Esforços para identificar e mensurar produtos deveriam ser intensificados pela Embrapa. Mais uma vez, à medida que a Embrapa avança na direção da avaliação econômica da pesquisa não relacionada ao melhoramento de variedades (na qual as

informações sobre *pedigrees* podem se encontrar menos disponíveis ou ser consideradas menos relevantes), essa fonte de informação sobre os reflexos da pesquisa pode se tornar mais importante. Além disso, a Embrapa deveria começar a monitorar sistematicamente suas contribuições ao desenvolvimento dos produtos da pesquisa que são eventualmente lançados por outras instituições (em razão dos fluxos da pesquisa).

Estimação e atribuição de custos

Tempo empregado pela equipe. Arquivos com dados de pessoal foram “desenterrados” (quase que literalmente, às vezes) para que fosse obtido um componente da última pedra fundamental empírica para a análise econômica. O tempo empregado pela equipe se revela como o maior elemento de custos da pesquisa de variedades em todos os centros participantes, merecendo, portanto, cuidadosa atenção e tratamento sistemático.

A Embrapa sistematicamente monitora os fluxos de indivíduos dentro e fora da instituição, mas é necessário tomar a visão dos especialistas sobre a participação dos indivíduos (pesquisadores e outros) na pesquisa de variedades, a fim de alocar tempo para diferentes atividades de pesquisa. Uma explicação mais cautelosa sobre o tempo empregado pelo pesquisador (talvez pela ampla categoria de pesquisa e outras atividades) reduziria a dependência das visões dos especialistas e, em consequência, geraria melhores estimativas do tempo empregado pela equipe na pesquisa de variedades.

Custos de operação. Estimativas sobre os custos de operação foram geradas com base em folhas de orçamento dos projetos, que controlam as despesas anuais totais do centro. Melhores estimativas dos custos de operação poderiam ser obtidas por uma identificação *ex ante* das parcelas orçamentárias de todos os produtos da pesquisa de variedades e de outros.

Outros custos. Os elementos de menor credibilidade na análise do custo da pesquisa de melhoramento de variedades foram o *overhead* do centro e os custos de capital. A série oficial

de depreciação do capital foi considerada inutilizável, e procurou-se obter estimativas alternativas. Apesar de essas categorias de custo parecerem pequenas em relação a salários/benefícios, a incapacidade de identificar fontes internas providas de credibilidade para os custos de capital e de *overhead* poderia prejudicar as comparações entre os centros, as quais podem esconder grandes diferenças nesse item relativamente pequeno do orçamento. A Embrapa deveria investir no melhoramento de suas estimativas internas de capital e de *overhead*.

Questões relativas a pessoal

A equipe de pesquisa sênior do centro dedicou enormes esforços para acomodar as muitas demandas de dados e de outras informações requeridas por este projeto-piloto.

Esse esforço, muito apreciado, foi em geral suficiente para os propósitos deste projeto, porém claramente insustentável. A fim de acumular, gerenciar e processar eficientemente os dados e outras informações necessárias à avaliação dos benefícios e dos custos econômicos da pesquisa de melhoramento de variedades em uma base progressiva, será necessária a colaboração de membros adicionais da equipe sênior, e será preciso providenciar treinamento em métodos de avaliação.

Além disso, foi requerido tempo adicional de trabalho dos assistentes de pesquisa nos centros, a fim de possibilitar o empreendimento deste projeto. Essa capacidade terá que ser retida continuamente e reforçada, para que seja possível o empreendimento de futuros exercícios de análise.

À medida que a Embrapa avança em relação à avaliação de produtos não-relacionados à pesquisa de melhoramento de variedades, os investimentos em tempo empregado pela equipe e especialmente em treinamento serão maiores e mais importantes. Por fim, os investimentos na equipe sênior e no tempo empregado pelos assistentes de pesquisa na Sede da Embrapa terão que ser realizados, a fim de que se coordenem atividades de avaliação no centro e entre os demais Centros.

Referências

ADUSEI, E.O.; NORTON, G.W. The Magnitude of agricultural maintenance research in the USA. **Journal of Production Agriculture**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 1990.

ALMEIDA, F.A.; WETZEL, C.T.; AVILA, A.F.D. **Impacto das cultivares de soja da Embrapa e Rentabilidade dos rendimentos em melhoramento**. Brasília: Embrapa, 1998.

ALSTON, J.M.; JAMES, J. **Price Policies and the Domestic and International Distribution of Commodity Quality: Theory and Application to Wheat**. Artigo selecionado e apresentado no International Agriculture Trade Research Consortium/ NE – 165 Symposium on Global Food Trade and Consumer Demand for Quality, Montreal, Canada, 26 a 27 de junho de 2000.

ALSTON, J.M.; PARDEY, P.G. **Making Science Pay: The Economics of Agricultural R&D Policy**. Washington, D.C.: AEI Press, 1996.

ALSTON, J.M.; VENNER, R. The effects on the US plant variety protection act on wheat genetic improvement. **Research Policy...** 2001. Sem dados bibliográficos.

ALSTON, J.M.; ANDERSON, J.R.; PARDEY, P.G. Perceived productivity, foregone future farm fruitfulness, and rural research resource rationalization. In: PETERS, G.H.; HEDLEY, D.D. (Ed.). **Agricultural competitiveness: market forces and policy choice**. Procedimentos da 22ª International Conference of Agricultural Economists. Vermont: Dartmouth Publishing, 1994.

ALSTON, J.M.; EDWARDS, G.W.; FREEBAIRN, J.W. Market Distortions and Benefits from Research. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 70, n. 2, p. 281-288, 1988.

ALSTON, J.M.; NORTON, G.W.; PARDEY, P.G. **Science under scarcity: principles and practice for agricultural research evaluation and prioritysetting**. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1995.

ALSTON, J.M.; PARDEY, P.G.; WOOD, S.; YOU, L. **Strategic technology investments for LAC agriculture: a framework for evaluating the local and spillover effects of R&D policy**. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute, 2000. Cópia mimeografada.

ALVES, E.R.A. **Getting beyond the National Institute Model for Agricultural Research in Latin America**. Case Study One Agricultural Research in Brazil. Washington, D.C.: World Bank, 1992.

ALVES, E.R.A. **A Importância do investimento em pesquisa agropecuária**. Brasília: Embrapa, 1980.

AYRES, C.H.S. **The Contribution of Agricultural Research to Soybean Productivity in Brazil**. Minneapolis: University of Minnesota, 1985. Tese de Ph.D.

BEINTEMA, N.M.; AVILA, A.F.D.; PARDEY, P.G. **Agricultural Research and Development in Brazil: Policy Investments and Institutional Profile**. Washington, D.C.: IFPRI/Embrapa/Fontagro – Regional Fund for Agriculture, 2001. Não publicado.

B. FILHO, A.; GARCIA, J.C. Análise e Avaliação do Mercado Brasileiro de Sementes de Milho. UDRY, C.V.; DUARTE, E.W. (Ed.). **Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos**. Brasília: Paralelo 15, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Listagem Nacional de Cultivares Protegidas e Registradas**. Brasília: Serviço Nacional de Proteção de Cultivares, janeiro de 2001.

BROWNING, E.K. On the Marginal Welfare Cost of Taxation. **American Economic Review**, v. 77, n. 1, p. 11-23, 1987.

CARPENTIER, C.L.; VOSTI, S.A.; WITCOVER, J. Intensified production systems on western Brazilian Amazon settlement farms: Could They Save the Forest? **Agriculture, Ecosystems, and Environment**, v.16, n. 35, p. 1-16, 2000.

CGIAR. Consultative Group on International Agricultural Research. **International Crop Information System (ICIS)**. Los Baños, Philippines : IRRI/CIMMYT. CD-ROM, 2000.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Preços de Arroz, vários anos 1970-2000**. Brasília, 2000.

CONWAY, G.R. **The Doubly green revolution : Food for All in the 21st Century**. London: Penguin Books, 1997.

DALRYMPLE, D.G. The Excess burden of taxation and public agricultural research. In. ECHEVERRIA, G. (Ed.). **Methods of diagnosing research system constraints and assessing the impact of agricultural research**. The Hague: International Service for National Agricultural Research, 1990.

EMBRAPA; OCEPAR. Organização das Cooperativas do Paraná. **Comissão de Avaliação e Recomendação de Cultivares de Soja – Região I**. vários anos. [S.l. : s.n., 19—?]. Cópia mimeografada.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijão (Goiânia, GO). **Programa Nacional de Pesquisa de Feijão**. vários anos, 1974-1993. Goiânia, Embrapa-CNPAF, [19—?].

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijão (Goiânia, GO). **Programa Nacional de Pesquisa de Arroz**. vários anos, 1974-1998. Goiânia, Embrapa-CNPAF, [19—?].

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijão (Goiânia, GO). **Sistema Embrapa de Planejamento**, vários anos 1970-2000. Goiânia: CTP (Comissão Técnica de Programas / Grãos), [2000 ?].

- EMBRAPA. Comissão de Avaliação de Cultivares de Soja – Região II**, vários anos. Cópia Mimeografada.
- EMBRAPA. Science for Life**. Brasília, ACS (Assessoria de Comunicação Social), 1998.
- EMBRAPA. Third Master Plan of Embrapa: Strategic Realignment: 1999-2003**. Brasília, 1998.
- EMBRAPA. Informação Não Publicada sobre Custos para o CNPMS**, 2000.
- EMBRAPA. Informação Não Publicada sobre Custos para o CNPAF**, 2000.
- EMBRAPA. Informação Não Publicada sobre Custos para o CNPSo**, 2000.
- EMBRAPA. Orçamento da Embrapa 1975-1998**. Dados sobre recursos financeiros. Disquete de computador. Brasília, 2000.
- EMBRAPA. Center Annual Reports**. Brasília: Embrapa, 2000.
- EMBRAPA. Departamento de Administração de Pessoal**. (Brasília, DF). **Evolução do Quadro de Pessoal 1975-1998**. Dados sobre Recursos Humanos, 2000.
- EMBRAPA. Cultivares de Soja: Conquistando o Brasil**. [S.l.]: Embrapa, 2000.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). FAOSTAT**. <<http://faostat.fao.org/default.htm>>. (Acessado em 19 de janeiro de 2001).
- FGV – Fundação Getúlio Vargas. PIB Agrícola. Conjuntura Econômica**, Rio de Janeiro. Vários Anos.

FOX, G. Is the United States Really Underinvesting in Agricultural Research? **American of Agricultural Economics**, v. 81, n. 1, p. 302-308, 1985.

FULLERTON, D. Reconciling recent estimates of the marginal welfare cost of taxation. **American Economic Review**, v. 81, n. 1, p. 302-308, 1991

GARDNER, B.L. **Price Supports and Optimal Agricultural Research Spending**. Maryland: College Park, University of Maryland, 1988. (Working Paper; 88-1).

GUIMARÃES, E.P. Embrapa e parceiros lançam 85 cultivares de arroz em 15 anos de pesquisa. **Pesquisa em foco**, v. 4, Goiânia, CNPAF, 1997.

HEIM, M.N.; BLAKESLEE, L.L. **Biological adaptation and research impacts on wheat yields in Washington**. Artigo apresentado no encontro anual da American Agricultural Economics Association. Reno, Nevada, 27-30 de julho, 1986.

IBGE. **Anuário Estatístico**. Brasília, vários anos.

IRGA. Instituto Rio-Grandense de Arroz. **Information on IRGA Varieties**. Porto Alegre, 1996.

LELE, U.; Viana, V.; VERISSIMO, A. VOSTI, S.A. PERKINS, K.; HUSSAIN, S.A. **Forests in the balance : challenges of conservation with development**. Avaliação de estudos de Caso no País. Washington, D.C.: World Bank. Operations and Evaluation Department, 2000.

LSPA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola; IBGE. **Dados de área, Produção e Rendimento para Arroz, Feijão, Milho e Soja**. Brasília, 2001. disquete de computador.

MARTIN, W.J.; ALSTON, J.M. Producer surplus without apology: evaluating investments in R&D. **The Economic Record**, v. 73, n. 221, p. 146-158, 1997.

MARTINEZ, C.P.; CUEVAS-PÉREZ, F. **Registro de Cruzamientos de Arroz: P1 a P5617 y CT5618 a CT 13800**. Cali: CIAT, 1995.

MONSANTO DO BRASIL. Monsanto Agricultura. <http://www.monsanto.com.br/agricultura/index.htm> > acesso em: 21 abril 2001.

MOSCHINI, G.; LAPAN, H. Intellectual Property Rights and the Welfare Effects of Agricultural R&D. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 79, n. 4, p. 1129-1242, 1997.

NGRP. National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network (GRIN) . <http://www.ars-grin.gov/>. Atualizado em 20 de março de 2001. acesso em: 18 março 2001.

OEHMKE, J.F. The Calculation of Returns to Research in Distorted Markets. **Agricultural Economics**, v. 2, n. 4, p. 291-302, 1998.

PARDEY, P.G.; BEINTEMA, N.M. **Slow magic: agricultural R&D a century After Mendel**. Washington D.C.: IFPRI, Outubro de 2001. (IFPRI Food Policy Report).

PARDEY, P.G.; ALSTON, J.M.; CHRISTIAN, J.; FAN, S. **Summary of a productive partnership: the benefits from U.S. participation in the CGIAR**. Washington, D.C.: IFPRI . International Food Policy Research Institute, 1996. (EPTD. Discussion Paper, 62).

PARDEY, P.G.; CHRISTIAN, J.E. **The Production and diffusion of policy knowledge: a bibliometric evaluation of the International Food Policy Research Institute**. Washington, D.C.: IFPRI, 2002. (IFPRI. Impact Assessment Discussion Paper, 14).

PARDEY, P.G.; ALSTON, J.M.; CHRISTIAN, J.; FAN, S. **Hidden harvest: U.S. benefits from International Research Aid**. Food Policy Report. Washington D.C.: IFPRI, 1996.

PARDEY, P.G.; MAGALHÃES, E.C.; VOSTI, S.; WOOD, S. **Economic Evaluation of Embrapa's Research in International and**

Global Context: an institutional and pragmatic technology assessment approach – First Progress Report. Brasília: Embrapa, 1999.

PASOUR JUNIOR, E.C.; JOHNSON, M.A. Bureaucratic productivity: the case of agricultural research revisited. **Public Choice**, v. 39, p. 301-317, 1982.

PINGALLI, L.P.; HEISEY, P.W. Cereal – crop productivity in developing countries: past trends and future prospects. In: ALSTON, J.M.; PARDEY, P.G.; TAYLOR, M.J. **Agricultural Science Policy** Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2001. Capítulo 5.

ROBISON, L.J.; BARRY, P.J. **Present Value Models and Investments Analysis.** Northport: Academic Page, 1996.

ROESSING, A.C. **Taxa Interna de Retorno dos Investimentos em Pesquisa de Soja.** Londrina: Embrapa-CNPSO, 1984.

SANINT, L.R. Dados estimados com base em “Impact of Rice Research in Latin America and the Caribbean during the Past Three Decades”. SANINT, L.R.; WOOD, S. **Impact of rice research, 1998.** Procedimentos da Conferência Internacional sobre o Impacto Pesquisa do Arroz, 3-5 de junho de 1996. PINGALLI, P.; HOSSAIN, M.. Bangkok, Manila: IRRI. Instituto Internacional de Pesquisa sobre o Arroz e TDRI. Thailand Development Research Institute, 1999.

SANINT, L.R.L.R. Correspondência pessoal. 1999.

SCHNEPF, R.D.; DOHLMAN, E.N.; BOLLING, C. **Agriculture in Brazil and Argentina: Developments And Prospects for Major Field Crops.** WRS-01-3. Washington D.C.: USDA-ERS. Department of Agriculture – Agricultural Research Service, November 2001.

SKIDMORE, T. E.; SNITH. **Modern Latin America.** 4. ed. New York: Oxford University Press, 1997.

UNSD United Nations Statistics Division. Arquivos de dados do COMTRADE, 1999.

USDA-ARS. U.S. Department of Agriculture – Agricultural Research Service e Iowa State University. Access SoyBase. <<http://ars-genome.cornell.edu/cgi-bin/WebAce/Webace?db=ricegenes>> acesso em: 12 março 2001.

USDA-ARS (U.S. Department of Agriculture-Agricultural Research Service) e USDA. Bean Genes <<http://ars-genome.cornell.edu/cgi-bin/WebAce/webace?db=beangenes>>. Acesso em: 16 março 2001.

VOSTI, S.A.; MAGALHÃES, E.C. Economic evaluation of Embrapa's research in international and global context: an institutional and programmatic technology assessment approach – Second Progress Report. Brasília: Embrapa, 1999.

VOSTI, S.A.; MAGALHÃES, E.C. Economic evaluation of Embrapa's research in international and global context: An institutional and programmatic technology assessment approach – Third Progress Report. Brasília: Embrapa, 2000.

VOSTI, S.A.; MAGALHÃES, E.C. Economic evaluation of Embrapa's research in international and global context: an institutional and programmatic technology assessment approach – Fourth Progress Report. Brasília: Embrapa, 2000.

VOSTI, S.A.; WITCOVER, J.; OLIVEIRA, S.J.M.; SANTOS, de J.C. dos; GOMES, T.C.A. Intensifying Small-Scale Agriculture in the Western Brazilian Amazon: Issues, Implications And Implementation. In: LEEAND, D.; BARRETT, C. (Ed.). **Tradeoffs or synergies? Agricultural intensification, economic development and the environment.** Wallingford, UK: CAB International, 2000.

VOYSEST, O.V. Mejoramiento Genético del Frijol (Phaseolus vulgaris L.) : Legado de Variedades de América Latina,

1930-1999. Cali, CIAT. Centro International de Agricultura Tropical, 2000.

WARNKEN, P.F. **The Development and growth of the soybean industry in Brazil.** Ames: Iowa State University Press, 1999.

World Bank. **World development indicators.** Washington D.C.: World Bank, 2000. CD-ROM.

Siglas

AES	Agricultural Experimental Station (Estação Experimental Agrícola)
BA	Bahia
CAC	Cooperativa Agrícola de Cotia
Catie	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Centro de Agronomia Tropical de Pesquisa e Ensino)
Cenargen	Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia
CEP	Centro de Experimentação e Pesquisa
Cepec	Centro de Pesquisa do Cacau
Cefet, PR	Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná
Cgiar	Consultative Group for International Agricultural Research (Grupo Consultativo de Pesquisa Agrícola Internacional)
CIA	Centro de Investigaciones Agronómicas (Centro de Pesquisas Agronômicas)
Ciat	Centro Internacional de Agricultura Tropical
Cirad	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Centro de Cooperação Internacional na Pesquisa Agrícola para o Desenvolvimento)
CNA	Confederação Nacional da Agricultura
Cnepa	Centro Internacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas
CNPAF	Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão
CNPSo	Centro Nacional de Pesquisa de Soja
CNPT	Centro Nacional de Pesquisa de Trigo
CPAC	Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Comtrade	Commodity Trade Statistics Database (Banco de Dados de Estatísticas de Comércio de Produtos)
Conab	Companhia Nacional de Abastecimento
Coodetec	Cooperativa Central Agropecuária de Desenvolvimento Tecnológico e Econômico

Coopadap	Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba
Cpao	Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste
Dnpea	Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuário
Dpea	Departamento de Pesquisas e Experimentação Agropecuária
DF	Distrito Federal
EAP	Escuela Agrícola Panamericana (Escola Panamericana de Agricultura)
EEA	Estação Experimental Agrícola
EEP	Estação Experimental de Patos
EPE	Escritório de Pesquisa e Experimentação
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Emgopa	Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária
Empaer	Empresa de Pesquisa Agropecuária, Assistência Técnica e Extensão Rural
Epaba	Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia
Epamig	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Esal	Escola Superior de Agricultura de Lavras
EUA	Estados Unidos da América
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
Fecotrigo	Federação das Cooperativas de Trigo do Rio Grande do Sul
Fepagro	Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária
Flar	Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (Fundo Latino-Americano para o Arroz Irrigado)
FT	FT Pesquisa e Sementes
FTE	Full-time equivalent (Equivalente de tempo integral)
GO	Goiás
IAC	Instituto Agrônomo de Campinas
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario

IFPRI	International Food Policy Research Institute
lita	International Institute of Tropical Agriculture (Instituto Internacional de Agricultura Tropical)
Indusem	Indústria e Comércio de Sementes Ltda.
Inemet	Instituto Nacional de Meteorologia
Inia	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Instituto Nacional de Pesquisa Agropecuária)
IPA	Instituto de Pesquisa Agropecuária de Pernambuco
Ipea	Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária
Ipeaco	Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Centro-Oeste
Ipeame	Instituto de Pesquisas Agropecuárias Meridional
Ipeas	Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Sul
Irat	Institut de Recherche en Agronomie Tropicale (Instituto de Pesquisa em Agronomia Tropical)
Irga	Instituto Rio-Grandense do Arroz
Irri	International Rice Research Institute (Instituto Internacional de Pesquisa de Arroz)
MA	Maranhão
MG	Minas Gerais
MT	Mato Grosso
Nape	Nickerson American Plant Breeders (Melhoristas de Plantas Americanos Nickerson)
Ocepar	Organização das Cooperativas do Estado do Paraná
PA	Pará
PI	Piauí
PR	Paraná
Procisur	Programa Cooperativo para o Desenvolvimento Tecnológico Agropecuário e Agroindustrial do Cone Sul
RS	Rio Grande do Sul
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
RO	Rondônia
SC	Santa Catarina

SP	São Paulo
SEA	Secretaria de Administração Estratégica
SITC	Standard Industrial Trade Classification (Classificação Padronizada do Comércio Industrial)
TO	Tocantins
Uepae	Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual
Ufla	Universidade Federal de Lavras
UFV	Universidade Federal de Viçosa
Unesp	Universidade Estadual Paulista
UNSD	United Nations Statistics Division (Divisão de Estatística das Nações Unidas)
Uremg/ESA	Universidade Rural do Estado de Minas Gerais/ Escola Superior de Agricultura
Usda	United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos)

Apêndice

Tabela A1. Posição dos Estados no *ranking* de produção, em 1975, 1985 e 2000.

Posição/Estado		1975	Estado	1985	Estado	2000
		(%)		(%)		(%)
Arroz de terras altas						
1	Pará	14,9	Mato Grosso	22,8	Mato Grosso	40,5
2	Mato Grosso	14,8	Distrito Federal	18,0	Maranhão	15,3
3	Distrito Federal	13,6	Goiás	13,7	Pará	9,9
4	Maranhão	12,8	Roraima	12,6	Goiás	6,1
5	Roraima	8,9	Rondônia	12,1	Piauí	4,9
6	Espírito Santo	7,0	São Paulo	11,3	Tocantins	3,8
7	Goiás	6,3	Maranhão	8,8	Rondônia	3,4
8	Rondônia	5,6	Pará	7,3	São Paulo	2,5
9	São Paulo	2,9	Espírito Santo	6,7	Paraná	2,3
10	Paraná	2,7	Paraná	6,4	Minas Gerais	1,9
	Os primeiros 5	65,0	Os primeiros 5	79,2	Os primeiros 5	76,7
	Os primeiros 10	89,4	Os primeiros 10	119,8	Os primeiros 10	90,5
Produção brasileira (1.000 Mt)		5.208		5.227		4.554
Feijão comestível						
1	Paraná	26,6	Paraná	19,6	Bahia	17,8
2	Minas Gerais	12,5	São Paulo	14,6	Paraná	15,6
3	Bahia	8,5	Santa Catarina	12,2	Minas Gerais	13,4
4	Ceará	7,7	Bahia	11,5	São Paulo	7,8
5	Santa Catarina	7,4	Minas Gerais	9,3	Santa Catarina	7,5
6	Rio Grande do Sul	6,8	Rio Grande do Sul	5,4	Goiás	6,6

Continua...

Tabela A1. Continuação.

Posição/Estado		1975	Estado	1985	Estado	2000
		(%)		(%)		(%)
Feijão comestível						
7	Pernambuco	5,6	Pernambuco	3,1	Ceará	6,5
8	Goiás	4,9	Paraíba	3,1	Rio Grande do Sul	4,8
9	São Paulo	4,7	Ceará	3,0	Pernambuco	3,5
10	Paraíba	2,4	Goiás	3,0	Paraíba	3,0
	Os primeiros 5	62,7	Os primeiros 5	67,3	Os primeiros 5	62,0
	Os primeiros 10	87,1	Os primeiros 10	84,9	Os primeiros 10	86,4
Prod. brasileira (1.000 Mt)		2.282		2.549		3.041
Soja						
1	Rio Grande do Sul	47,4	Rio Grande do Sul	31,2	Mato Grosso	26,8
2	Paraná	36,6	Paraná	24,1	Paraná	21,9
3	São Paulo	6,9	Mato Grosso do Sul	14,0	Rio Grande do Sul	14,6
4	Santa Catarina	4,7	Mato Grosso	9,1	Goiás	12,5
5	Mato Grosso	2,8	Goiás	7,4	Mato Grosso do Sul	7,6
6	Minas Gerais	0,9	São Paulo	5,3	Bahia	4,6
7	Goiás	0,7	Minas Gerais	4,8	Minas Gerais	4,4
8	Bahia	0,0	Santa Catarina	3,1	São Paulo	3,6
9	Espírito Santo	0,0	Distrito Federal	0,5	Santa Catarina	1,6
10	Distrito Federal	0,0	Bahia	0,4	Maranhão	1,3
	Os primeiros 5	98,4	Os primeiros 5	85,9	Os primeiros 5	83,4
	Os primeiros 10	100,0	Os primeiros 10	99,9	Os primeiros 10	99,0
Produção brasileira (1.000 Mt)		9.893		18.279		32.735

Fonte: À exceção das estimativas do arroz de terras altas para 1975, todos os dados foram obtidos do IBGE (vários anos). Os dados do arroz de terras altas de 1975 são baseados em estimativas dos autores.

Tabela A2. Ranking dos Estados de acordo com a área cultivada, em 1975, 1985 e 2000.

Posição/Estado		1975	Estado	1985	Estado	2000
		(%)		(%)		(%)
Arroz de terras altas						
1	Goiás	17,9	Maranhão	17,4	Mato Grosso	29,1
2	Minas Gerais	16,8	Goiás	14,2	Maranhão	19,8
3	Maranhão	14,1	Minas Gerais	13,0	Pará	12,5
4	Mato Grosso do Sul	11,2	Mato Grosso	11,0	Piauí	6,8
5	São Paulo	11,1	Tocantins	7,9	Goiás	6,2
6	Paraná	10,0	São Paulo	7,7	Tocantins	4,2
7	Mato Grosso	4,8	Mato Grosso Do Sul	5,7	Rondônia	4,0
8	Tocantins	2,9	Piauí	5,4	Paraná	2,7
9	Piauí	2,7	Paraná	4,8	São Paulo	2,6
10	Pará	1,9	Rondônia	4,2	Minas Gerais	2,4
	Os primeiros 5	71,1	Os primeiros 5	63,5	Os primeiros 5	74,4
	Os primeiros 10	93,5	Os primeiros 10	91,3	Os primeiros 10	90,2
	Área total do Brasil (1.000 ha)	4.371		3.693		2.391
Feijão comestível						
1	Paraná	18,5	Paraná	13,6	Bahia	19,1
2	Minas Gerais	13,7	Minas Gerais	11,7	Ceará	13,2
3	Ceará	11,9	Bahia	11,4	Paraná	12,4
4	Bahia	8,1	São Paulo	9,0	Minas Gerais	10,1
5	Pernambuco	6,3	Santa Catarina	7,6	Pernambuco	6,4
6	São Paulo	5,6	Ceará	7,1	Santa Catarina	4,9
7	Goiás	5,4	Paraíba	5,6	São Paulo	4,9
8	Rio Grande do Sul	4,5	Piauí	5,5	Piauí	4,8
9	Santa Catarina	4,5	Pernambuco	5,1	Paraíba	4,4

Continua...

Tabela A2. Continuação.

Posição/Estado		1975	Estado	1985	Estado	2000
		(%)		(%)		(%)
Feijão comestível						
10	Paraíba	4,4	Rio Grande do Sul	3,8	Rio Grande do Sul	4,2
	Os primeiros 5	58,6	Os primeiros 5	53,4	Os primeiros 5	61,1
	Os primeiros 10	82,9	Os primeiros 10	80,5	Os primeiros 10	84,3
	Área total do Brasil (1.000 ha)	4.146		5.316		4.332
Soja						
1	Rio Grande Do Sul	53,5	Rio Grande do Sul	35,8	Rio Grande do Sul	22,0
2	Paraná	28,0	Paraná	21,6	Mato Grosso	21,3
3	São Paulo	6,7	Mato Grosso do Sul	12,9	Paraná	20,9
4	Santa Catarina	6,2	Mato Grosso	7,8	Goiás	10,9
5	Mato Grosso	3,3	Goiás	7,2	Mato Grosso do Sul	8,1
6	Minas Gerais	1,3	São Paulo	4,9	Bahia	4,6
7	Goiás	1,0	Minas Gerais	4,4	Minas Gerais	4,4
8	Bahia	0,0	Santa Catarina	4,1	São Paulo	3,9
9	Espírito Santo	0,0	Bahia	0,6	Santa Catarina	1,6
10	Distrito Federal	0,0	Distrito Federal	0,4	Maranhão	1,3
	Os primeiros 5	97,7	Os primeiros 5	85,4	Os primeiros 5	83,2
	Os primeiros 10	100,0	Os primeiros 10	99,9	Os primeiros 10	99,0
	Área total do Brasil (1.000 ha)	5.824		10.153		13.640

Fonte: À exceção das estimativas do arroz de terras altas de 1975, todos os dados foram obtidos do IBGE (vários anos). As estimativas do arroz de terras altas para 1975 são baseadas em estimativas feitas pelos autores.

Tabela A3. Perfis de custo de pesquisa.

Período	Total dos produtos			Total aumentado dos produtos			Melhoramento de lavouras			Melhoramento aumentado de lavouras		
	Arroz	Feijão	Soja	Arroz	Feijão	Soja	Arroz	Feijão	Soja	Arroz	Feijão	Soja
(Milhares de US\$ de 1999)												
Gastos por ano												
1976	2.065	2.065	4.020	2.908	2.908	5.660	629	465	577	821	655	812
1977	2.205	2.205	3.752	3.501	3.501	5.957	682	482	640	969	766	1.017
1978	2.182	2.182	5.181	3.183	3.183	7.559	789	587	821	1.062	856	1.197
1979	2.662	2.662	5.422	4.513	4.513	9.192	880	673	1.000	1.353	1.140	1.695
1980	4.650	4.650	7.462	6.213	6.213	9.970	1.081	761	1.287	1.344	1.017	1.720
1981	4.304	4.304	5.463	5.789	5.789	7.347	1.234	853	1.447	1.545	1.148	1.946
1982	4.048	4.048	5.996	5.835	5.835	8.643	1.436	981	1.550	1.884	1.414	2.234
1983	2.417	2.417	3.568	3.305	3.305	4.878	986	683	1.005	1.246	934	1.374
1984	2.292	2.292	2.846	3.031	3.031	3.765	909	668	768	1.132	884	1.016
1985	1.935	1.935	3.543	2.850	2.850	5.217	871	593	896	1.162	873	1.320
1986	2.202	2.202	5.649	2.745	2.745	7.042	949	644	914	1.120	803	1.139
1987	3.015	3.015	4.303	3.960	3.960	5.651	1.216	792	1.080	1.487	1.040	1.419
1988	2.965	2.965	4.502	3.653	3.653	5.547	1.107	735	1.051	1.303	905	1.295
1989	3.901	3.901	6.962	4.862	4.862	8.677	1.709	1.056	1.721	2.009	1.316	2.145
1990	4.449	4.449	6.963	5.627	5.627	8.805	1.779	1.150	2.582	2.123	1.455	3.265
1991	3.585	3.585	5.878	5.086	5.086	8.340	1.444	919	2.178	1.859	1.303	3.090
1992	3.570	3.570	6.236	4.174	4.174	7.293	1.433	899	2.370	1.621	1.052	2.771
1993	4.416	4.416	7.173	5.661	5.661	9.194	1.703	1.084	2.617	2.053	1.390	3.354
1994	4.827	4.827	7.833	6.597	6.597	10.705	1.850	1.178	2.786	2.333	1.610	3.807
1995	6.034	6.034	11.317	7.886	7.886	14.791	2.268	1.478	3.524	2.789	1.932	4.606
1996	8.032	8.032	13.683	11.206	11.206	19.091	2.947	1.883	4.486	3.795	2.627	6.259
1997	5.834	5.834	11.246	8.660	8.660	16.694	2.245	1.429	3.662	3.010	2.121	5.437
1998	5.106	5.106	9.693	7.311	7.311	13.880	2.023	1.321	3.406	2.647	1.892	4.878
Soma	86.696	86.696	148.691	118.556	118.556	203.898	32.170	21.314	42.368	40.667	29.133	57.796
Valor atual (4%)	133.470	133.470	228.074	183.554	183.554	314.738	48.521	32.536	61.040	61.623	44.727	83.572
Valor (6%)	168.902	168.902	288.474	233.147	233.147	399.729	60.705	40.964	74.675	77.337	56.530	102.541

Continua...

Tabela A3. Continuação.

Período	Total dos produtos			Total aumentado dos produtos			Melhoramento de lavouras			Melhoramento aumentado de lavouras		
	Arroz	Feijão	Soja	Arroz	Feijão	Soja	Arroz	Feijão	Soja	Arroz	Feijão	Soja
Crescimento anual	(%)			(Milhares de US\$ de 1999)								
1976-1979	7,80	7,80	12,98	13,02	13,02	18,45	12,24	13,92	20,92	17,25	19,43	26,77
1980-1989	-3,64	-3,64	-1,23	-4,73	-4,73	-2,34	1,45	0,32	-0,94	0,58	-0,81	-2,06
1990-1998	6,80	6,80	9,23	8,60	8,60	11,08	6,12	6,30	7,33	7,50	8,10	9,14
1976-1998	4,34	4,34	4,37	3,88	3,88	3,91	5,58	4,78	8,40	5,17	4,32	7,92

Fonte: Cálculos feitos pelos autores.

Obs.: Taxas de crescimentos são taxas anuais compostas de crescimento. Custos com produto referem-se ao custo total de pesquisa para a Embrapa para cada produto; custos de melhoramento de lavoura incluem todos os custos relativos a atividades de melhoramento de lavouras. Custos aumentados incluem uma participação projetada (*pro rata*) dos custos da Sede e do Cenargen.

Tabela A4. Variedades de arroz de terras altas lançadas no Brasil, entre 1984 e 2000.

Variedade	Ano de lançamento	Instituição lançadora	Variedade	Ano de lançamento	Instituição lançadora
IAC 47	1971	IAC	Rio Doce	1991	CNPAF
			Triunfo	1991	CNPAF
IAC 25	1974	IAC	Caiapó	1992	CNPAF
IAC 164	1980	IAC	Rio Paraguai	1992	CNPAF
IAC 165	1980	IAC	Rio Verde	1992	CNPAF
			IAC-201	1992	Sistema cooperativo
BR-4	1983	CNPAF	Acrefino	1993	CNPAF
Iapar-09	1983	Sistema cooperativo	Carajás	1993	CNPAF
Cuiabana	1985	CNPAF	Progresso	1993	CNPAF
			Uruçuí	1993	CNPAF
Araguaia	1986	CNPAF	Iapar-62	1993	Sistema cooperativo
Rio Paranaíba	1986	CNPAF	Iapar-63	1993	Sistema cooperativo
			Iapar-64	1993	Sistema cooperativo
Cabaçu	1987	CNPAF	Canastra ^a	1996	CNPAF
Centro América	1987	CNPAF	Confiança ^a	1996	CNPAF
Guarani	1987	CNPAF	Maravilha ^a	1996	CNPAF
Guaporé	1988	CNPAF	Primavera ^a	1997	CNPAF
Douradão	1989	CNPAF	IAC 202	1997	Sistema cooperativo
Mearim	1989	CNPAF	Bonança	1999	CNPAF
Tangará	1989	CNPAF	Carisma ^a	1999	CNPAF
Xingu	1989	CNPAF	Bonança	2000	CNPAF

^a Variedades de qualidade melhorada.

Tabela A4. Variedades de feijão comestível lançadas no Brasil, entre 1984 e 1999.

Variedade	Ano de lançamento	Instituição lançadora	Classe comercial
CNF 010	1984	Exp. Station Uberaba	Outra
CNF 0158	1984	Embrapa (CNPAP)	Preto
CNF 0178	1984	Embrapa (CNPAP)	Preto
Emgopa 201-Ouro	1984	Ciat	Outra
EPABA 1	1984	Ciat	Outra
HF 465-63-1	1984	IAC	Outra
Terrinha	1984	Ufla	Outra
BR-1 Xodó	1985	Ciat	Preto
BR-2 Grande Rio	1985	Ciat	Preto
BR-3 Ipanema	1985	Ciat	Preto
Fortuna 1895	1985	Ciat	Preto
IPA 6	1985	IPA	Outra
Ricomig 1896	1985	Ciat	Outra
FT 120	1986	FT-P&S	Preto
lapar 14	1986	lapar	Carioca
lapar 16	1986	lapar	Carioca
FT-Tarumã	1987	FT-P&S	Preto
IAC Carioca	1987	IAC	Carioca
lapar 20	1987	lapar	Preto
Rio Doce	1987	Ciat	Carioca
Emgopa 202-Rubi	1988	Embrapa (CNPAP)	Outra
FT Paulistinha	1988	FT-P&S	Carioca
Mineiro Precoce 1913	1988	Exp. Station Patos	Preto
BR ipagro1-Macanudo	1989	Embrapa (CNPAP)	Preto
BR Ipagro2-Pampa	1989	Ciat	Preto
Emcapa 404-Serrano	1989	Ciat	Preto
IPA 7	1989	IPA	Outra
BR 6-Barriga Verde	1990	Ciat	Preto
lapar 31	1990	lapar	Carioca
lapar 44	1990	lapar	Preto
IPA 8	1990	IPA	Outra
BR Ipagro 3-Minuano	1991	Embrapa (CNPAP)	Preto
Diamante Negro	1991	Embrapa (CNPAP)	Preto
Ouro Negro	1991	Honduras	Preto
Safira	1991	Embrapa (CNPAP)	Outra
Varre-Sai	1991	Embrapa (CNPAP)	Preto

Continua...

Tabela A4. Variedades de feijão comestível. Continuação.

Variedade	Ano de lançamento	Instituição lançadora	Classe comercial
Aporé	1992	Embrapa (CNPAP)	Carioca
BR IPA 10	1992	Embrapa (CNPAP)	Preto
Carioca MG	1992	Ufla	Carioca
Emcapa 405-Goytacazes	1992	Ciat	Carioca
FT 206	1992	FT-P&S	Carioca
FT.Bonito	1992	FT-P&S	Carioca
IAPAR 57	1992	IAPAR	Carioca
IPA 9	1992	CIAT	Outra
Ônix	1992	Embrapa (CNPAP)	Preto
Roxo 90	1992	Ufla	Outra
São José	1992	Ciat	Outra
Bambuí	1993	Embrapa (CNPAP)	Outra
Corrente	1993	Embrapa (CNPAP)	Outra
Jalo Precoce	1993	Embrapa (CNPAP)	Outra
Ouro Branco	1993	Ciat	Outra
Vermelho 2157	1993	Ciat	Outra
lapar 65	1993	lapar	Preto
Novo Jalo	1993	Embrapa (CNPAP)	Outra
Porto Real	1993	FT-P&S	Carioca
Xamego	1993	Embrapa (CNPAP)	Preto
BR IPA 11-Brígida	1994	Ciat	Carioca
BR Ipagro 35-Macotaço	1994	Embrapa (CNPAP)	Preto
IAC-Bico de Ouro	1994	IAC	Outra
IAC-Carioca Pyatã	1994	IAC	Carioca
IAC-Maravilha	1994	IAC	Preto
IAC-Uma	1994	IAC	Preto
Meia Noite	1994	Epamig	Preto
Neguinho	1994	Emcapa	Preto
Pérola	1994	Embrapa (CNPAP)	Carioca
Rudá	1994	Ciat	Carioca
BR-Ipagro 44-Guapo Brilhante	1995	Embrapa (CNPAP)	Preto
lapar 72	1995	lapar	Carioca
FT-Nobre	1996	FT-P&S	Preto
IAC-Carioca Akytã	1996	IAC	Carioca
IAC-Carioca Aruã	1996	IAC	Carioca
lapar 80	1997	lapar	Carioca
lapar 81	1997	lapar	Carioca
Princesa	1997	Embrapa (CNPAP)	Carioca
IAC Carioca ETE	1999	IAC	Carioca
BRS Valente B	2001	Embrapa (CNPAP)	n.a
BRS Radiante	2001	Embrapa (CNPAP)	n.a.

Obs.: 'Carioca' é conhecido como *pinto beans* ou *cranberry beans*. 'Preto' é conhecido como *black turtle beans*; n.a. = não-disponível.

Tabela A4. Variedades de soja lançadas no Brasil entre 1962 e 1999.

Variedade	Ano de lançamento	Instituição lançadora
Hampton	1962	COKER'S Pedigree(EUA)
Hardee	1965	E.E.A Florida
Bragg	1966	E.E.A Florida
Davis	1966	E.E. Arkansas (EUA)
IAC-2	1967	IAC
Industrial	1967	Ex-Ipeame-MA
Santa Rosa	1967	Ex-Ipeame-MA
Campos Gerais	1968	Ex-Ipeame-MA
Mineira	1969	Uremg/ESA
Viçoja	1969	Uremg/ESA
IAS 3(Delta)	1971	Ex-Ipeame-MA
Flórida	1972	Flórida A.E.S. (EUA)
Paraná	1972	Ex-Ipeame-MA
Planalto	1972	Fepagro
IAS 4	1973	Ex-Ipeas-MA
IAS 5	1973	Ex-Ipeas
Pérola	1973	Fepagro
Prata	1973	Ipagro
UFV-1	1973	UFV
Andrews	1974	Ex-Ipeame-PR
Pampeira	1974	Ipagro
Sant'ana	1974	Ex-Ipeame-MA
IAC-4	1975	IAC
IAC-5	1975	IAC
Bossier	1976	E.E. Red.River (EUA)
BR-1	1976	CNPSO
Missões	1976	Fepagro
São Luiz	1976	FT
Sulina	1976	Fepagro
BR-2	1977	CNPSO
BR-3	1977	CNPSO
UFV-2	1977	UFV

Continua...

Tabela A4. Variedades de soja. Continuação.

Variedade	Ano de lançamento	Instituição lançadora
Vila Rica	1978	Fepagro
BR-4	1979	CNPSO
Cobb	1979	E.E. Delta Branch (EUA)
FT-Cristalina	1979	FT
IAC-6	1979	IAC
IAC-7	1979	IAC
Ivai	1979	Fepagro
Lancer	1979	Nape (EUA)
UFV-3	1979	UFV
União	1979	CEP/Fecotrigo
BR-5	1980	CNPSO
Doko	1980	CPAC
Dourados	1980	Coodetec
FT-1	1980	FT
IAC-8	1980	IAC
Ivorá	1980	Fepagro
Numbaíra	1980	CNPSO
Tropical	1980	CNPSO
BR-6 (Nova Bragg)	1981	CNPSO
Emgopa-301	1981	Emgopa
FT-2	1981	FT
IAC-9	1981	IAC
IAC-Foscarin 31	1981	IAC
Tiaraju	1981	Fepagro
UFV-4	1981	UFV
UFV-Araguaia	1981	UFV
BR-7	1982	CNPSO
Década	1982	CEP/Fecotrigo
FT-3	1982	FT
FT-4	1982	FT
IAC-10	1982	IAC
Ipagro 20	1982	Fepagro
Ocepar 2-lapo	1982	Coodetec
Paranagoiana	1982	CNPSO
Timbira	1982	CNPSO
UFV-5	1982	UFV
BR-10 (Teresina)	1983	CNPSO
BR-11 (Carajás)	1983	CNPSO
BR-8 (Pelotas)	1983	CNPSO

Continua...

Tabela A4. Variedades de soja. Continuação.

Variedade	Ano de lançamento	Instituição lançadora
BR-9 (Savana)	1983	CNPSO
CEP-10	1983	Fecotrigo
Emgopa-302	1983	Emgopa
BR-12	1984	CNPSO
BR-13 (Maravilha)	1984	CNPSO
CEP-12 (Cambará)	1984	Fecotrigo
Emgopa-303	1984	Emgopa
FT-10 (Princesa)	1984	FT
FT-11 (Alvorada)	1984	FT
FT-12 (Nissei)	1984	FT
FT-13 (Aliança)	1984	FT
FT-14 (Piracema)	1984	FT
FT-5 (Formosa)	1984	FT
FT-6 (Veneza)	1984	FT
FT-7 (Tarobá)	1984	FT
FT-8 (Araucária)	1984	FT
FT-9 (Inaê)	1984	FT
IAC-11	1984	IAC
IAC-12	1984	IAC
J-200	1984	Unesp
Ocepar 3-Primavera	1984	Coodetec
Ocepar 4-Iguaçu	1984	Coodetec
Ocepar 5-Piquiri	1984	Coodetec
Paranaíba	1984	Epamig
Sertaneja	1984	Indusem
UFV-10 (Uberaba)	1984	UFV
UFV-7 (Juparanã)	1984	UFV
UFV-8 (Monte Rico)	1984	UFV
UFV-9 (Sucupira)	1984	UFV
BR-14 (Modelo)	1985	CNPSO
BR-15 (Mato Grosso)	1985	CNPSO
FT-15	1985	FT
FT-16	1985	FT
FT-17 (Bandeirantes)	1985	FT
IAC-13	1985	IAC
São Carlos	1985	Di Solo Sementes Melhoradas
CEP-16 (Timbó)	1986	Fecotrigo
FT-18 (Xavante)	1986	FT
FT-20 (Jau)	1986	FT
Invicta	1986	Indusem
Ipagro 21	1986	Fepagro
MS/BR-18 (Guavira)	1986	CNPSO

Continua...

Tabela A4. Variedades de soja. Continuação.

Variedade	Ano de lançamento	Instituição lançadora
BR-16	1987	CNPSO
BR-27 (Cariri)	1987	CNPSO
BR-28 (Seridó)	1987	CNPSO
Emgopa-304 (Campeira)	1987	Emgopa
Emgopa-305 (Caraíba)	1987	Emgopa
FT-Cometa	1987	FT
FT-Estrela	1987	FT
FT-Jatobá	1987	FT
FT-Maracaju	1987	FT
FT-Seriema	1987	FT
IAC-14	1987	IAC
MG/BR-22 (Garimpo)	1987	CNPSO
MS/BR-17 (São Gabriel)	1987	CNPSO
MS/BR-19 (Pequi)	1987	CNPSO
MS/BR-20 (Ipê)	1987	CNPSO
MS/BR-21 (Buriti)	1987	CNPSO
Nova IAC-7	1987	Emgopa
Ocepar 6	1987	Coodetec
Ocepar 7-Brilhante	1987	Coodetec
Ocepar 8	1987	Coodetec
Ocepar 9-Ssi	1987	Coodetec
BA/BR-31	1988	CNPSO
BR-23	1988	CNPSO
BR-24	1988	CNPSO
BR-29 (Londrina)	1988	CNPSO
CEP-20 (Guajuvira)	1988	Fecotrigo
Emgopa-306	1988	Emgopa
Emgopa-307 (Caiapó)	1988	Emgopa
FT-19 (Macacha)	1988	FT
FT-Abyara	1988	FT
FT-Bahia	1988	FT
FT-Canarana	1988	FT
FT-Eureka	1988	FT
FT-Guaíra	1988	FT
FT-Manacá	1988	FT
IAC Holambra/Stuart 1	1988	IAC
RS-5 (Esmeralda)	1988	Fepagro
UFV/ITM-1	1988	UFV
UFV-15 (Uberlândia)	1988	UFV
BR-30 (Vale do Rio Doce)	1989	CNPSO
FT-25500 (Cristal)	1989	FT
FT-Iracema	1989	FT

Continua...

Tabela A4. Variedades de soja. Continuação.

Variedade	Ano de lançamento	Instituição lançadora
GO/BR-25 (Aruanã)	1989	CNPSo
IAC-100	1989	IAC
IAC-15	1989	IAC
MS/BR-34 (Empaer 10)	1989	CNPSo
RS-6 (Guassupi)	1989	Fepagro
RS-7 (Jacuí)	1989	Fepagro
BR-36	1990	CNPSo
BR-37	1990	CNPSo
BR-38	1990	CNPSo
BR-40 (Itiquira)	1990	CNPSo
Emgopa-313 (Anhangüera)	1990	Emgopa
IAC-16	1990	IAC
MS/BR-39 (Chapadão)	1990	CNPSo
Ocepar 10	1990	Coodetec
Ocepar 11	1990	Coodetec
BR-32 (Itaqui)	1991	CNPSo
BR-35 (Rio Balsas)	1991	Emgopa
CAC-1	1991	CAC
Embrapa 1 (IAS 5 RC)	1991	CNPSo
Embrapa 2	1991	CNPSo
Emgopa-308 (S.Dourada)	1993	Emgopa
Embrapa 3	1991	CNPSo
Embrapa 4 (BR-4 RC)	1991	CNPSo
Embrapa 5	1991	CNPSo
Embrapa 9 (Bays)	1991	CNPSo
Emgopa-309 (Goiana)	1991	Emgopa
Emgopa-312	1991	Emgopa
Ocepar 12	1991	Coodetec
Ocepar 13	1991	Coodetec
Ocepar 14	1991	Coodetec
RS-9 (Itaúba)	1991	Fepagro
CEP-26 (Umbu)	1992	Fecotrigo
Embrapa 19	1992	CNPSo
Embrapa 20 (Doko Rc)	1992	CNPSo
FT-Morena	1992	FT
MG/BR-42 (Kage)	1992	CNPSo
Ocepar 15-Paracatu	1992	Coodetec
CAC/BR-43	1993	CAC
Embrapa 25	1993	CNPSo
Embrapa 26	1993	CNPSo
FT-100	1993	FT
FT-45263	1993	FT

Continua...

Tabela A4. Variedades de soja. Continuação.

Variedade	Ano de lançamento	Instituição lançadora
FT-Fronteira	1993	FT
FT-Iramaia	1993	FT
FT-Líder	1993	FT
FT-Saray	1993	FT
IAC-18	1993	IAC
KI-S 601	1993	Indusem
MS/BR-44	1993	CNPSO
MT/BR-45 (Paiaguas)	1993	CNPSO
Embrapa 30 (Vale do Rio Doce)	1994	CNPSO
Embrapa 31 (Mina)	1994	CNPSO
Embrapa 32 (Itaqui)	1994	CNPSO
Embrapa 33 (Cariri RC)	1994	CNPSO
Embrapa 34 (Teresina RC)	1994	CNPSO
FT-101	1994	FT
FT-102	1994	FT
FT-489	1994	FT
IAC-17	1994	IAC
KI-S 702	1994	Indusem
Ocepar 16	1994	Coodetec
Ocepar 17	1994	Coodetec
Ocepar 18	1994	Coodetec
Ocepar 19-Cotia	1994	Coodetec
BR/Emgopa-314 (Garça Branca)	1995	CNPSO
DM-Nobre	1995	Dois Marcos
DM-Rainha	1995	Dois Marcos
DM-Soberana	1995	Dois Marcos
DM-Vitória	1995	Dois Marcos
Embrapa 46	1995	CNPSO
Embrapa 47	1995	CNPSO
FT-103	1995	FT
FT-106	1995	FT
FT-107	1995	FT
FT-108	1995	FT
FT-2000	1995	FT
FT-2001	1995	FT
MG/BR-46 (Conquista)	1995	CNPSO
MT/BR-47 (Canário)	1995	CNPSO
Patos de Minas (UFV-18)	1995	UFV
UFV-16 (Capinópolis)	1995	UFV
UFV-17 (Minas Gerais)	1995	UFV
BR/IAC-21	1996	CNPSO
BRS-65 (Itapoty)	1996	CNPSO

Continua...

Tabela A4. Variedades de soja. Continuação.

Variedade	Ano de lançamento	Instituição lançadora
BRS-66	1996	CNPSO
CD 201	1996	Coodetec
CD 202	1996	Coodetec
CD 203	1996	Coodetec
CS-301	1996	Coopadap
DM-247	1996	Dois Marcos
DM-339	1996	Dois Marcos
Embrapa 48	1996	CNPSO
Embrapa 58	1996	CNPSO
Embrapa 59	1996	CNPSO
Embrapa 60	1996	CNPSO
Embrapa 61	1996	CNPSO
Embrapa 62	1996	CNPSO
Embrapa 63 (Mirador)	1996	CNPSO
Embrapa 64 (Ponta Porã)	1996	CNPSO
Emgopa-316 (Rio Verde)	1996	Emgopa
Emgopa-315 (Rio Vermelho)	1996	Emgopa
FT-104	1996	FT
FT-2003 / M-SOY 7201	1996	Monsoy
FT-2004	1996	FT
IAC-8-2	1996	IAC
MG/BR-48 (Garimpo Rch)	1996	CNPSO
M-SOY 109	1996	Monsoy
MT/BR-49 (Pioneira)	1996	CNPSO
MT/BR-50 (Parecis)	1996	CNPSO
MT/BR-51 (Xingu)	1996	CNPSO
MT/BR-52 (Curió)	1996	CNPSO
MT/BR-53 (Tucano)	1996	CNPSO
RS 10	1996	Fepagro
BRS-132	1997	CNPSO
BRS-133	1997	CNPSO
BRS-134	1997	CNPSO
BRS-135	1997	CNPSO
BRS-136	1997	CNPSO
BRS-137	1997	CNPSO
BRS-138	1997	CNPSO
BRS-155	1997	CNPSO
DM-118	1997	Dois Marcos
Florestal (UFV-20)	1997	UFV
FT-115	1997	FT
FT-2002	1997	FT
FT-2011	1997	FT
FT-Cristalina Rch	1997	FT

Continua...

Tabela A4. Variedades de soja. Continuação.

Variedade	Ano de lançamento	Instituição lançadora
KI-S 602 RCH	1997	Indusem
KI-S 801	1997	Indusem
MA/BR-64 (Parnaíba)	1997	CNPSo
MA/BR-65 (Sambaíba)	1997	CNPSo
MG/BRS- 56 (Confiança)	1997	CNPSo
MG/BRS-54 (Renascença)	1997	CNPSo
MG/BRS-58 (Segurança)	1997	CNPSo
MS/BRS-57 (Lambari)	1997	CNPSo
MS/BRS-59 (Mandi)	1997	CNPSo
MS/BRS-61 (Surubi)	1997	CNPSo
M-SOY 6101	1997	Monsoy
M-SOY 6301	1997	Monsoy
M-SOY 6302	1997	Monsoy
M-SOY 6401	1997	Monsoy
M-SOY 7302	1997	Monsoy
M-SOY 7501	1997	Monsoy
M-SOY 7701	1997	Monsoy
M-SOY 8110	1997	Monsoy
M-SOY 8411	1997	Monsoy
M-SOY 8605	1997	Monsoy
M-SOY 8914	1997	Monsoy
MT/BR-55 (Uirapuru)	1997	CNPSo
RB 604	1997	Indusem
RB 605	1997	Indusem
Triângulo (UFV-19)	1997	UFV
BRS-153	1998	CNPSo
BRS-154	1998	CNPSo
BRS-156	1998	CNPSo
BRS-157	1998	CNPSo
BRS-158 (Milena)	1998	CNPSo
BRS-60 (Celeste)	1998	CNPSo
BRS-62 (Carla)	1998	CNPSo
CD 204	1998	Coodetec
CD 205	1998	Coodetec
CS-110	1998	Coopadap
CS-201	1998	Coopadap
CS-303	1998	Coopadap
CS-305	1998	Coopadap
GO/BRS-160 (Goiatuba)	1998	CNPSo
GO/BRS-161 (Catalão)	1998	CNPSo
GO/BRS-162 (Bela Vista)	1998	CNPSo
GO/BRS-163 (Jataí)	1998	CNPSo
IAC-22	1998	IAC

Continua...

Tabela A4. Variedades de soja. Continuação.

Variedade	Ano de lançamento	Instituição lançadora
MA/BRS-164 (Pati)	1998	CNPSO
MA/BRS-165 (Seridó Rch)	1998	CNPSO
MG/BRS- 68 (Vencedora)	1998	Epamig
MG/BRS-66 (Liderança)	1998	Epamig
MS/BRS- 173 (Piraputanga)	1998	CNPSO
MS/BRS-166 (Apaiari)	1998	CNPSO
MS/BRS-167 (Carandá)	1998	CNPSO
MS/BRS-168 (Piapara)	1998	CNPSO
MS/BRS-169 (Bacuri)	1998	CNPSO
MS/BRS-170 (Taquari)	1998	CNPSO
MS/BRS-171 (Campo Grande)	1998	CNPSO
MS/BRS-172 (Tuiuiú)	1998	CNPSO
M-SOY 6402	1998	Monsoy
M-SOY 7001	1998	Monsoy
M-SOY 7101	1998	Monsoy
M-SOY 7202	1998	Monsoy
M-SOY 7203	1998	Monsoy
M-SOY 7204	1998	Monsoy
M-SOY 7602	1998	Monsoy
M-SOY 7603	1998	Monsoy
M-SOY 7901	1998	Monsoy
M-SOY 8001	1998	Monsoy
M-SOY 8400	1998	Monsoy
M-SOY 8800	1998	Monsoy
M-SOY 9001	1998	Monsoy
MT/BRS-159 (Crixás)	1998	CNPSO
MT/BRS-63 (Pintado)	1998	CNPSO
RB 501	1998	Indusem
Suprema	1998	Agrevo
Coker 136	n.a.	Uepae-Dourados
IAC 19	n.a.	IAC
IAC 20	n.a.	IAC

Tabela A5. Instrumento de Agrimensura.

Secretaria de Administração Estratégica - SEA

C.SEA n.º /2000 Brasília, 17.4.2000

Dr. Benedito Lemos de Carvalho
EBDA
Av. Dorival Caymi, 15649 – Itapoã
41635-150 SALVADOR, BA

Prezado Dr. Benedito Lemos de Carvalho.

A Embrapa está em fase final de um projeto de avaliação de impacto econômico do melhoramento da pesquisa da empresa em cultivares de arroz, feijão, milho e soja para o período de 1975-1998. Para que seja feito o cálculo do impacto causado pela pesquisa é necessário obter informações sobre a área plantada por cultivar nos principais estados produtores.

Como não existem estimativas oficiais de tais áreas, pedimos a sua colaboração no preenchimento do questionário em anexo, cujas instruções acompanham o documento.

Seu nome foi indicado pelos técnicos do Centro de Pesquisa de Arroz e Feijão e em especial pela Dra. Maria José Del Peloso.

Se possível, gostaríamos de receber as respostas desses questionários até o dia 10 de maio de 2000.

Agradecemos sua colaboração e nos colocamos ao inteiro dispor para sanar quaisquer dúvidas, através do e-mail castelo@sede.embrapa.br, ou telefone (61) 448-4308.

Atenciosamente,

*Mariza Marilena T.L. Barbosa
Chefe da SEA*

Tabela A5. Instrumento de Agrimensura. Continuação.

ESTIMATIVA DA ÁREA PLANTADA POR CULTIVAR.

No Brasil, não existem informações oficiais sobre a área plantada por cultivar. Os dados disponíveis são relativos à produção de sementes. Por seu intermédio, é possível obter-se uma estimativa da área plantada; entretanto, para alguns produtos e em alguns Estados, os dados de semente não são capazes de retratar com fidelidade a realidade. O problema ocorre por conta de dois fatores importantes, entre outros:

- a) O fluxo de sementes entre Estados não é controlado e nem medido, o que quer dizer que a semente produzida em um Estado pode não ser plantada naquele mesmo Estado (em parte ou no total).
- b) Existe um número não-desprezível de cultivares não produzidas sob controle oficial – ou seja, variedades não registradas nas CESMs – que, em alguns casos, ocuparam uma área importante, mas não constam do banco de dados sobre sementes.
- c) A retenção de sementes entre produtores acontece e é significativa para alguns produtos.

A Embrapa está fazendo um estudo sobre o impacto econômico das cultivares de soja, milho, arroz e feijão. O objetivo do estudo é descobrir que parcela do impacto econômico causado pelo desenvolvimento de cultivares pode ser atribuído à Embrapa. Para tanto, é necessário obter uma estimativa mais precisa da área plantada por cultivares, uma vez que o impacto econômico só pode ser medido com boa precisão se existir informação sobre a área plantada (quanto maior a área, maior o impacto).

A planilha anexa visa obter tal estimativa. O preenchimento utilizado é bem simples e está descrito a seguir:

- As cultivares listadas na planilha foram selecionadas por melhoristas da Embrapa Arroz e Feijão. Elas representam as variedades mais relevantes comercialmente, lançadas e plantadas no Brasil a partir de 1975, por Estado. Entretanto, dada a dimensão do País e a falta de informações precisas sobre cultivares, é possível que algumas variedades relevantes não tenham sido listadas. Caso isso ocorra, por favor acrescente-as à lista.
- Indique, para cada cultivar, qual a sua estimativa, em porcentagem da área total semeada no Estado, em cada ano.
- As áreas hachuradas do questionário não necessitam ser preenchidas, pois naqueles anos as cultivares não estavam disponíveis.
- É IMPORTANTE RESSALTAR QUE O TOTAL POR ANO DAS PORCENTAGENS TEM DE RESULTAR EM 100%.
- Finalmente, pede-se que a planilha e quaisquer observações sejam enviadas por e-mail, ao seguinte endereço: eduardo.magalhaes@embrapa.br

Obs: Se V.Sa. não possuir e-mail, poderá enviar o questionário via fax ou pelo correio, para o endereço:

Embrapa – Sede
Parque Estação Biológica – PqEB
Av. W3 Norte (final)
70770-901 Brasília, DF

Tabela A6. Principais variedades de arroz de terras altas por Estado.

Posição no ranking		1986		1995		1999
		(%)		(%)		(%)
Goiás						
1	IAC 47	22,6	Guarani	23,0	Caiapó	24,2
2	Cuiabana	20,3	Caiapó	19,4	Guarani	18,6
3	IAC 25	16,8	Araguaia	17,3	Primavera	16,9
4	Araguaia	11,4	Rio Paranaíba	15,5	IAC 25	1,0
5	Rio Paranaíba	9,3	Carajás	6,4	IAC 47	0,5
6	IAC 165	6,4	IAC 25	3,2	Araguaia	7,1
7	IAC 164	4,5	IAC 47	2,4	Carajás	9,7
8	Guarani	2,3	IAC 165	1,5	Rio Paranaíba	6,5
9			Primavera	1,4	Maravilha	4,7
10			Cuiabana	1,1	Canastra	3,1
	<i>Outras</i>	6,4	<i>Outras</i>	9,0	<i>Outras</i>	7,6
	<i>As 5 primeiras</i>	80,4	<i>As 5 primeiras</i>	81,5	<i>As 5 primeiras</i>	61,3
	<i>As 10 primeiras</i>	93,6	<i>As 10 primeiras</i>	91,0	<i>As 10 primeiras</i>	92,4
	Total	100	Total	100	Total	100
Tocantins						
1	IAC 47	23,5	Guarani	15,5	IAC 164	13,1
2	IAC 25	23,5	Rio Paranaíba	11,3	Guarani	12,2
3	IAC 164	13,4	Iapar-09	10,3	Caiapó	11,5
4	IAC 165	7,8	Araguaia	9,5	Primavera	11,5
5	IAPAR-09	6,0	IAC 25	8,6	Iapar-09	9,3
6	Rio Paranaíba	5,8	IAC 164	8,2	Iapar 63	9,3
7	Araguaia	5,2	Caiapó	7,8	Carajás	4,9
8	Cuiabana	3,6	Iapar 63	5,5	IAC 25	4,7
9	Guarani	2,0	IAC 47	5,3	Rio Paranaíba	4,4
			Carajás	3,8	Araguaia	4,0
	<i>Outras</i>	9,2	<i>Outras</i>	14,2	<i>Outras</i>	15,1
	<i>As 5 primeiras</i>	74,2	<i>As 5 primeiras</i>	55,3	<i>As 5 primeiras</i>	57,7
	<i>As 10 primeiras</i>	90,8	<i>As 10 primeiras</i>	85,8	<i>As 10 primeiras</i>	84,9
	Total	100	Total	100	Total	100
Mato Grosso						
1	IAC 47	27,6	Guarani	12,6	Caiapó	13,9
2	IAC 25	12,7	Rio Paranaíba	10,1	Maravilha	12,3
3	IAC 165	11,8	Araguaia	9,2	Primavera	11,4
4	Cuiabana	11,0	Cirad 141	9,0	Cirad 141	9,0
5	Rio Paranaíba	9,7	Caiapó	8,4	Guarani	7,5
6	Araguaia	7,1	Cuiabana	6,1	Araguaia	7,1
7	IAC 164	5,2	Progresso	4,6	Progresso	5,3
8	Guarani	2,1	Tangará	4,6	Rio Verde	3,9
9	Cabaçu	1,5	Rio Verde	4,4	Tangará	3,5
10	Centro América	1,3	Carajás	3,8	Rio Paranaíba	3,4
	<i>Outras</i>	10,0	<i>Outras</i>	27,1	<i>Outras</i>	22,5
	<i>As 5 primeiras</i>	72,8	<i>As 5 primeiras</i>	49,3	<i>As 5 primeiras</i>	54,2
	<i>As 10 primeiras</i>	90,0	<i>As 10 primeiras</i>	72,9	<i>As 10 primeiras</i>	77,5
	Total	100	Total	100	Total	100
Piauí						
1	IAC 25	6,7	IAC 47	12,2	Caiapó	24,6
2	IAC 47	3,3	Mearim	9,7	Carajás	24,0
3	Rio Paranaíba	1,7	Uruçuí	8,4	Guarani	13,5

Continua...

Tabela A6. Continuação.

Posição no ranking		1986	1995		1999	
		(%)			(%)	
4			Guarani	7,9	Primavera	8,5
5			Rio Paranaíba	7,9	Canastra	7,8
6			Araguaia	7,3	Uruçuí	3,5
7			IAC 165	6,1	Rio Paranaíba	2,9
8			Caiapó	6,0	IAC 47	2,3
9			Carajás	5,4	Mearim	2,3
10			Primavera	1,5	Araguaia	2,3
	<i>Outras</i>	88,3	<i>Outras</i>	27,6	<i>Outras</i>	8,2
	<i>As 5 primeiras</i>	11,7	<i>As 5 primeiras</i>	46,1	<i>As 5 primeiras</i>	78,4
	<i>As 10 primeiras</i>	11,7	<i>As 10 primeiras</i>	72,4	<i>As 10 primeiras</i>	91,8
	Total	100	Total	100	Total	100
Pará						
1	IAC 47	27,1	Rio Paranaíba	15,0	Xingu	12,5
2	IAC 1246	7,6	Xingu	12,6	Maravilha	11,8
3	IAC 25	4,5	Araguaia	6,8	Caiapó	8,1
4	Rio Paranaíba	2,8	Caiapó	6,3	Progresso	4,7
5	Araguaia	2,8	Carajás	5,5	Primavera	4,6
6	Xingu	1,4	IAC 47	5,2	Rio Paranaíba	4,2
7			Guarani	4,1	Araguaia	3,4
8			IAC 25	3,3	Carajás	2,8
9			Progresso	2,5	IAC 47	1,8
10			Maravilha	1,8	Guarani	1,4
	<i>Outras</i>	53,7	<i>Outras</i>	37,1	<i>Outras</i>	44,8
	<i>As 5 primeiras</i>	44,9	<i>As 5 primeiras</i>	46,1	<i>As 5 primeiras</i>	41,7
	<i>As 10 primeiras</i>	46,3	<i>As 10 primeiras</i>	62,9	<i>As 10 primeiras</i>	55,2
	Total	100	Total	100	Total	100
Rondônia						
1		Nd	Caiapó	18,3	Caiapó	15
2		Nd	Xingu	11,7	Maravilha	15
3		Nd	Rio Paranaíba	8,3	Cirad 141	10
4		Nd	Guaporé	8,3	Rio Paranaíba	5
5		Nd	IAC 47	6,7	Araguaia	5
6		Nd	Maravilha	5,0	Guaporé	5
7		Nd	Araguaia	5,0	Xingu	5
8		Nd	Cirad 141	3,3	Carajás	2
9		Nd	Guarani	3,3		
10		Nd	Carajás	2,0		
		Nd	<i>Outras</i>	28,0	<i>Outras</i>	38
		Nd	<i>As 5 primeiras</i>	53,3	<i>As 5 primeiras</i>	50
		Nd	<i>As 10 primeiras</i>	72	<i>As 10 primeiras</i>	62
		Nd	Total	100	Total	100
Maranhão						
1	IAC 47	15,6	Mearim	9,3	Primavera	11,7
2	Lajedo	14,3	IAC 47	8,6	Carajás	9,9
3	IAC 25	9,1	Palha Murcha	7,0	IAC 47	7,7
4	Palha Murcha	7,7	Lajedo	7,0	Caiapó	7,3
5	IAC 1246	7,7	Guarani	7,0	Canastra	6,5
6	Araguaia	4,5	Araguaia	6,4	Palha murcha	5,1
7	IAC 165	3,9	IAC 1246	5,8	Lajedo	5,1
8	IAC 164	3,9	Caiapó	4,8	Mearim	5,1

Continua...

Tabela A6. Continuação.

Posição no ranking	1986		1995		1999	
	(%)		(%)		(%)	
9	Mearim	2,4	Uruçuí	4,7	IAC 1246	3,8
10	Guarani	1,2	Carajás	3,7	Guarani	2,5
	<i>Outras</i>	29,8	<i>Outras</i>	35,5	<i>Outras</i>	35,5
	<i>As 5 primeiras</i>	54,4	<i>As 5 primeiras</i>	39,0	<i>As 5 primeiras</i>	43,0
	<i>As 10 primeiras</i>	70,2	<i>As 10 primeiras</i>	64,5	<i>As 10 primeiras</i>	64,5
	Total	100	Total	100	Total	100
	Paraná					
1	IAC 25	40	IAC 164	40	IAC 164	40
2	IAC 164	30	Guarani	20	Iapar 63	25
3	IAC 47	15	Iapar 63	10	Guarani	20
4	Iapar-09	5	Iapar-09	10	Iapar-09	15
5	EEPG 369	5	IAC 25	5		
	<i>Outras</i>	5	<i>Outras</i>	15	<i>Outras</i>	0
	<i>As 5 primeiras</i>	95	<i>As 5 primeiras</i>	85	<i>As 5 primeiras</i>	100
	<i>As 10 primeiras</i>	95	<i>As 10 primeiras</i>	85	<i>As 10 primeiras</i>	100
	Total	100	Total	100	Total	100
	Minas Gerais					
1	IAC 25	47,5	Guarani	55,6	Caiapó	33,0
2	IAC 47	29,0	Rio Paranaíba	15,0	Confiança	25,5
3	IAC 165	14,6	Douradão	14,9	Carajás	16,0
4	IAC 164	9,0	Araguaia	7,8	Guarani	12,8
5			Caiapó	6,7	Canastra	9,7
6					Primavera	3,1
	<i>Outras</i>	0	<i>Outras</i>	0	<i>Outras</i>	0
	<i>As 5 primeiras</i>	100	<i>As 5 primeiras</i>	100	<i>As 5 primeiras</i>	97
	<i>As 10 primeiras</i>	100	<i>As 10 primeiras</i>	100	<i>As 10 primeiras</i>	100
	Total	100	Total	100	Total	100

Fonte: Computação feita pelos autores.

Obs.: As estimativas aqui relatadas para Rondônia em 1999 são, na verdade, estimativas para 1998; da mesma maneira, as estimativas relatadas para o Paraná, em 1999, são para 1998.

Tabela A6. Principais variedades de feijão por Estado.

Pos./Variedade	1985		1995		1999	
	(%)		(%)		(%)	
Bahia						
1	Carioca	60,0	Carioca	49,2	Pérola	21,7
2	Emgopa 201 - Ouro	5,0	Pérola	12,4	Carioca	20,0
3			Aporé	11,5	Aporé	10,0
4			Emgopa 201 - Ouro	7,9	Emgopa 201 - Ouro	3,0
5			Rudá	3,0	Rudá	2,3
6			Bambuí	2,0	BR IPA 11 - Brígida	1,7
7			Jalo Precoce	1,8	Bambuí	1,3
8			BR IPA 11 - Brígida	1,5	Princesa	1,3
9			Corrente	1,2	Corrente	1,3
10			IPA 7	1,0	Jalo Precoce	1,3
	<i>Outras</i>	35,0	<i>Outras</i>	8,6	<i>Outras</i>	36,0
	<i>As 5 primeiras</i>	65	<i>As 5 primeiras</i>	84	<i>As 5 primeiras</i>	57
	<i>As 10 primeiras</i>	65	<i>As 10 primeiras</i>	91	<i>As 10 primeiras</i>	64
	Total	100	Total	100	Total	100
Distrito Federal						
1	Carioca	75,0	Pérola	27,8	Pérola	55,8
2	Emgopa 201 - Ouro	25,0	Carioca	21,6	Carioca	13,3
3			Aporé	16,4	Diamante Negro	9,5
4			Diamante Negro	8,9	Aporé	6,2
5			IAC Carioca	7,4	Rudá	6,2
6			Rudá	5,9	Jalo Precoce	5,5
7			Jalo Precoce	5,2	Emgopa 201 - Ouro	1,4
8			Emgopa 201 - Ouro	5,0	IAC Carioca	1,4
9			FT, Bonito	1,8	FT, Bonito	0,6
	<i>As 5 primeiras</i>	100	<i>As 5 primeiras</i>	82	<i>As 5 primeiras</i>	91
	<i>As 10 primeiras</i>	100	<i>As 10 primeiras</i>	100	<i>As 10 primeiras</i>	100
	Total	100	Total	100	Total	100
Goiás						
1	Carioca	29,1	Pérola	22,5	Pérola	55,0
2	Jalo EEP 558	14,9	Carioca	18,8	Carioca	14,7
3	Emgopa 201 - Ouro	12,4	Rudá	11,9	Diamante Negro	9,1
4	Jalo	9,9	Aporé	11,4	FT - Nobre	4,3
5	Enxofre	9,9	IAC Carioca	7,6	Jalo Precoce	4,2
6	Roxinho	3,5	Diamante Negro	7,1	Rudá	3,6
7	Bolinha	0,5	Jalo Precoce	4,9	Aporé	2,4
8			Emgopa 201 - Ouro	4,7	IAC Carioca	2,2
9			Xamego	4,3	Xamego	1,5
10			FT, Bonito	1,5	Emgopa 201 - Ouro	0,9
	<i>Outras</i>	19,8	<i>Outras</i>	5,4	<i>Outras</i>	2,1
	<i>As 5 primeiras</i>	76,2	<i>As 5 primeiras</i>	72,2	<i>As 5 primeiras</i>	87,3
	<i>As 10 primeiras</i>	80,2	<i>As 10 primeiras</i>	94,6	<i>As 10 primeiras</i>	97,9
	Total	100	Total	100	Total	100
Minas Gerais						
1	Carioca	57,4	Pérola	23,3	Pérola	60,3
2	Emgopa 201 - Ouro	12,8	Aporé	11,9	Rudá	9,3
3			Carioca	10,9	Jalo Precoce	3,8
4			Rudá	7,1	IAC-Carioca Pyatã	3,3

Continua...

Tabela A6. Principais variedades de feijão. Continuação.

Pos./Variedade	1985	1995	1999	
	(%)	(%)	(%)	
5	Diamante Negro	6,5	Aporé	2,8
6	Emgopa 201 - Ouro	5,8	IAC Carioca	2,7
7	IAC Carioca	4,0	FT, Bonito	2,5
8	Jalo Precoce	4,0	Carioca	2,0
9	Ouro Branco	3,7	Diamante Negro	2,0
10	Ouro Negro	3,6	Ouro Branco	1,4
	<i>Outras</i>	29,8	<i>Outras</i>	19,2
	<i>As 5 primeiras</i>	70,2	<i>As 5 primeiras</i>	59,7
	<i>As 10 primeiras</i>	70,2	<i>As 10 primeiras</i>	80,8
	Total	100	Total	100
Mato Grosso				
1	Carioca	95,0	Carioca	65,2
2	lapar 14	3,0	Pérola	6,5
3	FT 120	1,0	FT, Bonito	4,6
4	Emgopa 201 - Ouro	1,0	FT 120	3,5
5			Aporé	3,2
6			Diamante Negro	3,0
7			Emgopa 201 - Ouro	2,7
8			lapar 14	2,7
9			FT - Nobre	1,8
10			IAC Carioca	1,6
	<i>Outras</i>	0,0	<i>Outras</i>	5,1
	<i>As 5 primeiras</i>	100	<i>As 5 primeiras</i>	82,9
	<i>As 10 primeiras</i>	100	<i>As 10 primeiras</i>	94,9
	Total	100	Total	100
Paraná				
1	Carioca	45,0	lapar 14	24,0
2	lapar 14	33,0	Carioca	23,7
3	Rio Tibagi	15,0	Pérola	20,0
4	FT 120	4,0	lapar 44	13,7
5			FT 120	5,3
6			Rudá	3,7
7			FT - Nobre	2,3
8			Rio Tibagi	1,7
9			Maichalk	1,7
10			FT, Bonito	1,0
	<i>Outras</i>	3,0	<i>Outras</i>	3,0
	<i>As 5 primeiras</i>	97,0	<i>As 5 primeiras</i>	86,7
	<i>As 10 primeiras</i>	97,0	<i>As 10 primeiras</i>	97,0
	Total	100	Total	100
Rondônia				
1	Carioca	100,0	Carioca	93,3
2			Aporé	6,7
3				
	Total	100	Total	100
Santa Catarina				
1	Carioca	30,0	Carioca	35,6
2	Rio Tibagi	18,0	Rio Tibagi	7,5
3	Empasc 201 - Chapecó	8,0	Empasc 201 - Chapecó	4,1
4	FT 120	3,0	IAPAR 44	4,1
5			FT Tarumã	3,1
6			IAC Carioca	2,7
7			FT 120	2,4

Continua...

Tabela A6. Principais variedades de feijão. Continuação.

Pos./Variedade	1985	1995	1999
	(%)	(%)	(%)
8	Pérola	1,7 FT, Bonito	1,3
9	FT – Nobre	1,3 Empasc 201 - Chapecó	0,7
10	Emgopa 201 – Ouro	0,7 FT 120	0,3
	<i>Outras</i>	<i>Outras</i>	<i>Outras</i>
	41,0	37,0	34,1
	<i>As 5 primeiras</i>	<i>As 5 primeiras</i>	<i>As 5 primeiras</i>
	59,0	54,2	59,5
	<i>As 10 primeiras</i>	<i>As 10 primeiras</i>	<i>As 10 primeiras</i>
	59,0	63,0	65,9
	Total	Total	Total
	100	100	100
Tocantins			
1	Carioca	40,4 Carioca	50,1
2	Emgopa 201 - Ouro	16,0 Pérola	24,7
3	IPA 6	11,4 Rudá	10,1
4		10,2 Emgopa 201 - Ouro	5,6
5		7,6 Aporé	3,4
6		7,6 FT 120	2,3
7		4,0 FT, Bonito	2,3
8		2,2 Jalo Precoce	1,1
9		0,8 IPA 6	0,2
10			
	<i>Outras</i>	<i>Outras</i>	<i>Outras</i>
	0,0	0,0	0,0
	<i>As 5 primeiras</i>	<i>As 5 primeiras</i>	<i>As 5 primeiras</i>
	100	85,5	94,0
	<i>As 10 primeiras</i>	<i>As 10 primeiras</i>	<i>As 10 primeiras</i>
	100	100	100
	Total	Total	Total
	100	100	100
São Paulo			
1	Carioca	50,0 Pérola	50,0
2	IAC Carioca	27,8 Campeão 2	38,9
3		11,1 Carioca	11,1
4		11,1	
	<i>Outras</i>	<i>Outras</i>	<i>Outras</i>
	0,0	0,0	0,0
	<i>As 2 primeiras</i>	<i>As 3 primeiras</i>	<i>As 3 primeiras</i>
	100	100,0	100,0

Tabela A6. Principais variedades de soja por Estado.

Posição	1975		1985		1995		1998	
	(%)		(%)		(%)		(%)	
	Goiás							
1	IAC-2	58	Emgopa-301	23	FT-Cristalina	21	MG BR 46	20
2	Santa Rosa	40	FT-Cristalina	20	Emgopa-306	16	Emgopa-315	15
3	MG BR 46	0	Doko	17	Emgopa-308	10	Emgopa-313	10
4			IAC-8	15	Emgopa-302	5	Emgopa-302	10
5			UFV-5	6	Emgopa-305	5	Emgopa-314	7
6			IAC-7	5	FT-Estrela	5	Emgopa-316	7
7			FT-11 (Alvorada)	2	Emgopa-313	3	FT-2000	5
8			BR-9 (Savana)	2	IAC-8	3	Doko RC	2
9			UFV-9 (Sucupira)	2	FT-11 (Alvorada)	3	MT/BR-45 (Paiaguas)	2
10			IAC-6	1	CAC-1	3	FT-108	2
	<i>Outras</i>	2	<i>Outras</i>	7	<i>Outras</i>	26	<i>Outras</i>	20
	<i>As 5 primeiras</i>	98	<i>As 5 primeiras</i>	81	<i>As 5 primeiras</i>	57	<i>As 5 primeiras</i>	62
	<i>As 10 primeiras</i>	98	<i>As 10 primeiras</i>	93	<i>As 10 primeiras</i>	74	<i>As 10 primeiras</i>	80
	Total	100	Total	100	Total	100	Total	100
	Paraná							
1	Paraná	40	Paraná	20	BR-37	25	BR-37	18
2	Santa Rosa	30	IAS 5	10	BR-38	15	BR-38	11
3	Davis	10	FT-1	10	BR-16	15	Ocepar 13	7
4	IAS 5	10	Ocepar 2-lapo	10	BR-36	13	BR-16	6
5			BR-6	8	Ocepar 14	5	BR-36	6
6			FT-10 (Princesa)	8	Ocepar 13	5	Ocepar 14	5
7			Ocepar 3	8	Ocepar 10	5	Embrapa 48	4
8			FT-5 (Formosa)	8	BR-4	3	BR-4	4
9			FT-9 (Inaê)	8	Ocepar 16	3	Ocepar 16	4
10			Ocepar 4-Iguaçu	5	BR-6	2	CD 202	3
	<i>Outras</i>	10	<i>Outras</i>	5	<i>Outras</i>	9	<i>Outras</i>	32
	<i>As 5 primeiras</i>	90	<i>As 5 primeiras</i>	58	<i>As 5 primeiras</i>	73	<i>As 5 primeiras</i>	48
	<i>As 10 primeiras</i>	90	<i>As 10 primeiras</i>	95	<i>As 10 primeiras</i>	91	<i>As 10 primeiras</i>	68
	Total	100	Total	100	Total	100	Total	100

Continua...

Tabela A6. Principais variedades de soja. Continuação

Posição		1975	1985	1995	1998			
		(%)	(%)	(%)	(%)			
Rio Grande do Sul								
1	Santa Rosa	23	IAS 5	22	BR 16	29	BR 16	29
2	Bragg	23	Bragg	16	FT Abyara	18	FT Abyara	23
3	Davis	12	IAS 4	12	RS 7 Jacuí	14	Ocepar 14	14
4	Prata	9	BR 4	12	Bragg	9	RS 7 Jacuí	8
5	Hardee	6	Cobb	9	IAS 5	9	Bragg	5
6	IAS 1	4	Davis	5	BR 6 Nova Bragg	5	Ocepar 4 Iguaçu	3
7	Planalto	4	BR 1	3	Ocepar 4 Iguaçu	4	IAS 5	2
8	Bossier	4	Bossier	3	BR 4	3	Cobb	2
9	IAS 4	3	Santa Rosa	2	CEP 12 (Cambará)	2	BR 4	1
10	Hale 7	3	Paraná	2	Cobb	2	IAS 4	0
	<i>Outras</i>	9	<i>Outras</i>	15	<i>Outras</i>	6	<i>Outras</i>	12
	<i>As 5 primeiras</i>	72	<i>As 5 primeiras</i>	70	<i>As 5 primeiras</i>	78	<i>As 5 primeiras</i>	79
	<i>As 10 primeiras</i>	91	<i>As 10 primeiras</i>	85	<i>As 10 primeiras</i>	94	<i>As 10 primeiras</i>	88
	Total	100	Total	100	Total	100	Total	100
Mato Grosso								
1	IAC-2	72	Doko	66	FT- ristalina	71	Xingu	17
2	UFV-1	23	FT – Cristalina	20	UFV-10	13	MT/BR 53 (Tucano)	16
3	IAC-5	2	IAC – 8	10	FT- Seriema	7	MT/BR 55 (Uirapuru)	13
4	IAC-6	1	Emgopa 301	1	FT-11 (Alvorada)	3	Emgopa 314-Garça Branca	9
5	Júpiter	0.5	Tropical	1	Doko	1	FT-106	9
6	FT-Cristalina	0.4	BR-9 (Savana)	0.4	IAC-8	1	Emgopa 313	8
7	UFV-2	0.4	IAC-7	0.4	Nova IAC 7	1	FT-Cristalina-RCH	6
8	IAC-7	0.3	Numbaira	0.3	UFV-5	1	MT/BR 49 (Pioneira)	5
9			UFV-5	0.2	FT-Canarana	1	MT/BR 52 (Curió)	5
10					BR-15 (Mato Grosso)	0.4	MG/BR 46 Conquista	4
	<i>Outras</i>	0	<i>Outras</i>	0	<i>Outras</i>	2	<i>Outras</i>	18
	<i>As 5 primeiras</i>	99	<i>As 5 primeiras</i>	99	<i>As 5 primeiras</i>	95	<i>As 5 primeiras</i>	63
	<i>As 10 primeiras</i>	100	<i>As 10 primeiras</i>	100	<i>As 10 primeiras</i>	98	<i>As 10 primeiras</i>	82
	Total	100	Total	100	Total	100	Total	100

Fonte: Computações feitas pelos autores.

Obs.: As estimativas para o Paraná e Goiás são baseadas em informação extraída sobre parcelas da área total. As estimativas para o Rio Grande do Sul e Mato Grosso são baseadas em dados sobre participação na produção de sementes. As estimativas designadas a Mato Grosso, para 1975, são as mesmas para 1980.

Tabela A7. Fontes de germoplasma de arroz de terras altas comercialmente significativas.

Instituição lançadora	Tipo de agência	Pedigree				Total
		Cultivar	Pai	Mãe	Avós	
Brasil						
CNPAF	Embrapa	23			2	25
IAC	Pública	5	8	16	30	59
Iapar	Pública	2				2
Ipeas	Pública	1				1
Tradicional	Outra	3		5		8
Projeto Nacional de Pesquisa do Arroz, RS, Brasil	Outra				1	1
Total do Brasil		34	8	21	33	96
Internacional						
Ciat	Internacional			1	3	4
lita	Internacional		2		3	5
Irat	Internacional				5	5
Irri	Internacional		1		2	3
Total internacional		0	3	1	13	17
França						
Cirad	Pública	1				1
Irat	Pública		10	5		15
Total da França		1	10	5	0	16
Variedades tradicionais ou locais						
Tradicional	Outra		2	4	44	26
Total de variedades tradicionais ou locais		0	2	4	44	26
Outros						
Camarões	Outra				1	1
China	Outra				1	1
Colômbia	Outra				1	1

Continua...

Tabela A7. Fontes de germoplasma de arroz de terras altas. Continuação.

Instituição lançadora	Tipo de agência	Pedigree				Total
		Cultivar	Pai	Mãe	Avós	
China	Outra				1	1
Filipinas	Outra				1	1
Costa do Marfim	Outra				11	11
México	Outra		1			1
Taiwan	Outra				1	1
África Ocidental	Outra		4		5	9
Zaire	Outra				10	10
Cruzamento desconhecido	Outra		3	4	2	9
Desconhecido	Outra		4		16	20
Total de "outros"		0	12	4	50	66
Total		35	35	35	140	245

Obs.: "Cruzamento desconhecido" significa que um dos nódulos no *pedigree* é um cruzamento para o qual não foi possível identificar a instituição que executou o cruzamento.

Tabela A7. Fontes de germoplasma de feijão comestível comercialmente significativas.

Instituição lançadora	Tipo	Pedigree				Total
		Cultivar	Pai	Mãe	Avós	
Brasil						
Embrapa	Embrapa	9	2	2	2	15
FT	Privada	4	1	4	2	11
Cefet-PR	Pública	1				1
EEP	Pública	1	1			2
Epaba	Pública				1	1
IAC	Pública	8	7	8	10	33
Iapar	Pública	4	1	2	4	11
IPA	Pública	2		2		4
Ipeaco/EEP/MG	Pública	1				1
Pesagro	Pública	1				1
Esal	Universitária				3	3
UFV	Universitária		1			1
Total do Brasil		31	13	18	22	84
Tradicional						
Variedade tradicional		3	6	6	36	51
Total de tradicionais		3	6	6	36	51
Internacional						
Ciat	Internacional	5	13	7	30	55
Total de internacionais		5	13	7	30	55

Continua...

Tabela A7. Fontes de germoplasma de feijão comestível. Continuação.

Instituição lançadora	Tipo	Pedigree				Total
		Cultivar	Pai	Mãe	Avós	
Outros países						
Inia (Uruguai)	Pública				1	1
ICA (Colômbia)	Pública	1	1		5	7
Catie (Costa Rica)	Universitária				1	1
Outra (Costa Rica)			2		11	13
EAP (Honduras)	Universitária				2	2
Cornell University (EUA)	Universitária			1		1
Um.of Nebraska (EUA)	Universitária				1	1
Outra (Venezuela)					2	2
CIA (Venezuela)	Pública			1	1	2
Total de outros países		1	3	2	24	30
Desconhecida ou não-especificada		0	5	7	48	60
Total		40	40	40	160	280

Tabela A7. Fontes de germoplasma de soja comercialmente significativas.

Instituição lançadora	Tipo	Pedigree				
		Cultivar	Pai	Mãe	Avós	Total
Brasil						
CNPSO	Embrapa	36	8	12	7	63
CPAC	Embrapa	1	2		2	5
CAC	Privada	1				1
CEP/Fecotrigo	Privada		2	5	7	14
CEP/Fepagro	Privada	1				1
Coodetec	Privada	15	2	2		19
Fecotrigo	Privada	1	3			4
Fepagro	Privada	3	1		1	5
FT	Privada	21	16	10	24	71
Indusem	Privada			2		2
Ocepar	Privada		2	1	4	7
Emgopa	Pública	10	3	3	1	17
Epamig	Pública			1		1
Ex-Dnpea/Ipeame	Pública	1		1		2
Ex-Ipeame	Pública	2	11	10	23	46
Ex-Ipeas	Pública	2	3	1	7	13
IAC	Pública	8	5	6	14	33
UFV	Universitária	1	2	1	9	13
Uremg/ESA	Universitária		1	1	6	8
Total do Brasil		103	61	56	105	325
Estados Unidos						
Arkansas, Hale Seeds Farms	Privada				1	1
Coker Pedigree Seed Co., South Carolina	Privada		7	2	8	17
Nickerson American Plant Breeders/Northrup King	Privada	1	2		2	5
Usda	Pública	1	1	1	4	7
Usda Arlington Farm	Pública			1	6	7

Continua...

Tabela A7. Fontes de germoplasma de soja. Continuação.

Instituição lançadora	Tipo	Pedigree				
		Cultivar	Pai	Mãe	Avós	Total
Usda Florida	Pública	2	4	2	9	17
Usda Mississippi	Pública		13	12	104	129
Usda North Carolina	Pública		1	2	19	22
Arkansas AES	Universitária	1	5	4	10	20
Florida AES	Universitária	1				1
Louisiana AES	Universitária	1	1	1	5	8
North Carolina AES	Universitária				12	12
North Carolina AES/Tennessee AES	Universitária				3	3
Tennessee AES	Universitária			1	7	8
University of Tennessee	Universitária			1	3	4
Missouri AES	Universitária				3	3
Illinois AES e Usda	Universitária/Públ.			1		1
Hawaii AES/Usda Arkansas	Universitária/Públ.		1		3	4
Louisiana AES e Usda	Universitária/Públ.	1	2			3
University of Tennessee/Usda Arlington Farm	Universitária/Públ.				1	1
Clemson AES e Usda	Universitária/Públ.				4	4
Illinois AES e Usda	Universitária/Públ.			1	1	2
Virginia AES and Usda	Universitária/Públ.				2	2
Do US Germplasm Bank				1		1
Total dos EUA		8	37	30	207	282
Outros países						
Jilin, China					2	2
África do Sul ou Zimbábue					1	1
Filipinas					2	2
Total dos outros países		0	0	0	5	5
Desconhecida						
Desconhecida		1	14	26	131	172
Total		112	112	112	448	784

Calculando e atribuindo os benefícios da pesquisa

Tabela A8. Valor presente dos benefícios da pesquisa com uma taxa de desconto de 6% e considerando o fim de uma das correntes de benefícios em 2003.

Lavoura	Benefícios totais à inovação varietal	Regra do último cruzamento		Regra geométrica	
		Não-partilhado	Partilhado	Não-partilhado	Partilhado
(Milhares de US\$ de 1999)					
Arroz de terras altas					
Rendimentos melhorados	1.876.021	1.311.942	700.231	667.345	355.634
Qualidade do grão melhorada	234.636				
Feijão comestível	720.506	343.592	222.624	230.803	150.497
Soja	13.848.087	5.409.548	4.846.352	3.113.041	2.831.584
Todas as lavouras	16.444.614	7.065.082	5.769.207	4.011.189	3.337.715

Obs.: "Não-partilhado" significa que crédito total foi concedido à Embrapa por variedades desenvolvidas exclusivamente pela Agência e por aquelas desenvolvidas em conjunto com outras. "Partilhado" significa que crédito apenas parcial foi concedido à Embrapa por variedades desenvolvidas pela Agência em conjunto com outras. O valor presente dos benefícios da inovação varietal inclui uma corrente de benefícios existente de 1984 a 2003 para o arroz de terras altas; de 1985 a 2003 para o feijão comestível; e de 1981 a 2003 para a soja.

Tabela A9. Valor presente dos benefícios da pesquisa com uma taxa de desconto de 4% e considerando o fim de uma das correntes de benefícios em 1998.

Lavoura	Benefícios totais da inovação varietal	Regra do último cruzamento		Regra geométrica	
		Não-partilhado	Partilhado	Não-partilhado	Partilhado
(Milhares de US\$ de 1999)					
Arroz de terras altas					
Rendimentos melhorados	1.390.400	936.925	497.858	474.909	252.093
Qualidade do grão melhorada	55.482				
Feijão comestível	431.666	177.763	116.812	122.760	80.971
Soja	8.423.551	2.945.227	2.777.079	1.652.994	1.569.043
Todas as lavouras	10.245.617	4.059.915	3.391.749	2.250.663	1.902.107

Obs.: "Não-partilhado" significa que crédito total é concedido à Embrapa por variedades desenvolvidas exclusivamente pela Agência e por aquelas desenvolvidas em conjunto com outras agências. "Partilhado" significa que se concedeu à Embrapa crédito apenas parcial por variedades desenvolvidas conjuntamente com outras agências. O valor presente dos benefícios da inovação varietal inclui uma corrente de benefícios existente de 1984 a 1998 para o arroz de terras altas; de 1985 a 1998 para o feijão comestível; e de 1981 a 1998 para a soja.

Tabela A10. Valor presente dos benefícios da pesquisa com uma taxa de desconto de 6% e considerando-se o fim de uma das correntes de benefícios em 1998.

Lavoura	Benefícios totais da inovação varietal	Regra do último cruzamento		Regra geométrica	
		Não-partilhado	Partilhado	Não-partilhado	Partilhado
(Milhares de US\$ de 1999)					
Arroz de terras altas					
Rendimentos melhorados	1.582.560	1.100.608	584.901	558.162	296.296
Qualidade do grão melhorada	57.240				
Feijão comestível	469.906	190.014	124.959	122.760	80.971
Soja	9.719.923	3.292.791	3.118.458	1.840.992	1.753.966
Todas as lavouras	11.772.390	4.583.414	3.828.318	2.521.914	2.131.233

Obs.: "Não-partilhado" indica que crédito total é concedido à Embrapa por variedades desenvolvidas exclusivamente pela Agência e por aquelas desenvolvidas em conjuntos com outras agências. "Partilhado" indica que crédito apenas parcial é concedido à Embrapa por variedades desenvolvidas pela Agência em conjunto com outras. O valor presente dos benefícios da inovação varietal inclui uma corrente de benefícios existente de 1984 a 1998 para o arroz de terras altas; de 1985 a 1998 para o feijão comestível; e de 1981 a 1998 para a soja.

Tabela A11. Benefícios da pesquisa normalizados com uma taxa de desconto de 6% e considerando o fim de uma das correntes de benefícios em 2003.

Indicador	Benefícios totais da inovação varietal	Regra do último cruzamento		Regra geométrica	
		Não-partilhado	Partilhado	Não-partilhado	Partilhado
(US\$ de 1999)					
Benefícios/Custo do melhoramento					
Arroz de terras altas					
Rendimento melhorado					
Linha de base	30,9	21,6	11,5	11,0	5,9
Aumentado	24,3	17,0	9,1	8,6	4,6
Qualidade do grão melhorada					
Linha de base	3,9				
Aumentada	3,0				
Feijão comestível					
Linha de base	17,6	8,4	5,4	5,6	3,7
Aumentada	12,7	6,1	3,9	4,1	2,7
Soja					
Linha de base	185,4	72,4	64,9	41,7	37,9
Aumentada	135,0	52,8	47,3	30,4	27,6
Todas as lavouras					
Linha de base	93,3	40,1	32,7	22,7	18,9
Aumentada	69,6	29,9	24,4	17,0	14,1
Benefícios/Custo total da pesquisa					
Arroz de terras altas					
Rendimento melhorado					
Linha de base	11,1	7,8	4,1	4,0	2,1
Aumentado	8,0	5,6	3,0	2,9	1,5

Continua...

Tabela A11. Continuação.

Indicador	Benefícios totais da inovação varietal	Regra do último cruzamento		Regra geométrica	
		Não-partilhado	Partilhado	Não-partilhado	Partilhado
(US\$ de 1999)					
Qualidade do grão melhorada					
Linha de base	1,4				
Aumentada	1,0				
Feijão comestível					
Linha de base	4,3	2,0	1,3	1,4	0,9
Aumentada	3,1	1,5	1,0	1,0	0,6
Soja					
Linha de base	48,0	18,8	16,8	10,8	9,8
Aumentada	34,6	13,5	12,1	7,8	7,1
Todas as lavouras					
Linha de base	26,3	11,3	9,2	6,4	5,3
Aumentada	19,0	8,2	6,7	4,6	3,9
(Milhares de US\$ de 1999)					
Benefícios/Fte				70	
Arroz de terras altas					
Rendimento Melhorado	12.512	8.750	4.670	4.451	2.372
Qualidade do grão melhorada	1.565				
Feijão comestível	4.738	2.260	1.464	1.518	990
Soja	47.296	18.476	16.552	10.632	9.671
Todas as lavouras	27.648	11.878	9.700	6.744	5.612

Obs.: Fte = *Full time equivalent*; o termo refere-se à média anual do equivalente em tempo integral dos pesquisadores entre 1976 e 1998. "Não-partilhado" indica que crédito total é concedido à Embrapa pelas variedades desenvolvidas exclusivamente pela Agência e por aquelas desenvolvidas conjuntamente por outras agências; "partilhado" indica que crédito apenas parcial é concedido à Embrapa por variedades desenvolvidas pela Agência em conjunto com outras. O valor presente dos benefícios da inovação varietal inclui a presença de uma corrente de benefícios de 1984 a 1998 para o arroz de terras altas; de 1985 a 1998 para o feijão comestível; e de 1981 a 1998 para a soja.

Tabela A12. Benefícios de pesquisa normalizados com a adoção de uma taxa de desconto de 4% e considerando o fim de uma das correntes de benefícios em 1998.

Indicador	Total de benefícios da inovação varietal	Regra do último cruzamento		Regra geométrica	
		Não-partilhado	Partilhado	Não-partilhado	Partilhado
(US\$ de 1999)					
Benefícios/Custo do melhoramento					
Arroz de terras altas					
Rendimento melhorado					
Linha de base	28,7	19,3	10,3	9,8	5,2
Aumentado	22,6	15,2	8,1	7,7	4,1
Qualidade do grão melhorada					
Linha de base	1,1				
Aumentada	0,9				
Feijão comestível					
Linha de base	13,3	5,5	3,6	3,8	2,5
Aumentada	9,7	4,0	2,6	2,7	1,8
Soja					
Linha de base	138,0	48,3	45,5	27,1	25,7
Aumentada	100,8	35,2	33,2	19,8	18,8
Todas as lavouras					
Linha de base	72,1	28,6	23,9	15,8	13,4
Aumentada	53,9	21,4	17,9	11,9	10,0
Benefícios/Custo total da pesquisa de melh.					
Arroz de terras altas					
Rendimento melhorado					
Linha de base	10,4	7,0	3,7	3,6	1,9
Aumentado	7,6	5,1	2,7	2,6	1,4

Continua...

Tabela A13. Benefícios normalizados da pesquisa com a adoção de uma taxa de desconto de 6% e com o fim de uma das correntes de benefícios em 1998.

Indicador	Benefícios totais da inovação varietal	Regra do último cruzamento		Regra geométrica	
		Não-partilhado	Partilhado	Não-partilhado	Partilhado
(US\$ de 1999)					
Benefícios/Custo do melhoramento					
Arroz de terras altas					
Rendimento melhorado					
Linha de base	26,1	18,1	9,6	9,2	4,9
Aumentado	20,5	14,2	7,6	7,2	3,8
Qualidade do grão melhorada					
Linha de base	0,9				
Aumentada	0,7				
Feijão comestível					
Linha de base	11,5	4,6	3,1	3,0	2,0
Aumentada	8,3	3,4	2,2	2,2	1,4
Soja					
Linha de base	130,2	44,1	41,8	24,7	23,5
Aumentada	94,8	32,1	30,4	18,0	17,1
Todas as lavouras					
Linha de base	66,8	26,0	21,7	14,3	12,1
Aumentada	49,8	19,4	16,2	10,7	9,0
Benefícios/Custo total do melhoramento					
Arroz de terras altas					
Rendimento melhorado					
Linha de base	9,4	6,5	3,5	3,3	1,8
Aumentado	6,8	4,7	2,5	2,4	1,3

Continua...

Tabela A13. Continuação.

Indicador	Benefícios totais da inovação varietal	Regra do último cruzamento		Regra geométrica		
		Não-partilhado	Partilhado	Não-partilhado	Partilhado	
		(US\$ de 1999)				
Qualidade do grão melhorada						
Linha de base	0,3					
Aumentada	0,2					
Feijão comestível						
Linha de base	2,8	1,1	0,7	0,7	0,5	
Aumentada	2,0	0,8	0,5	0,5	0,3	
Soja						
Linha de base	33,7	11,4	10,8	6,4	6,1	
Aumentada	24,3	8,2	7,8	4,6	4,4	
Todas as lavouras						
Linha de base	18,8	7,3	6,1	4,0	3,4	
Aumentada	13,6	5,3	4,4	2,9	2,5	
		(Milhares de US\$ de 1999)				
Benefícios/Fte						
Arroz de terras altas						
Rendimento melhorado	10.555	7.340	3.901	3.723	1.976	
Qualidade do grão melhorada	382					
Feijão comestível	3.090	1.250	822	807	533	
Soja	33.197	11.246	10.651	6.288	5.990	
Todas as lavouras	19.792	7.706	6.436	4.240	3.583	

Obs.: Fte = *Full Time Equivalent*; o termo refere-se à média anual dos pesquisadores em tempo integral entre 1976 e 1998. "Não-partilhado" indica que crédito total é concedido à Embrapa por variedades desenvolvidas exclusivamente pela Agência e por aquelas desenvolvidas pela Agência em conjunto com outras agências. "Partilhado" indica que foi concedido à Embrapa crédito apenas parcial pelas variedades desenvolvidas pela Agência em conjunto com outras agências. O valor presente dos benefícios da inovação varietal inclui uma corrente de benefícios existente de 1984 a 1998 para o arroz de terras altas; de 1985 a 1998 para o feijão comestível; e de 1981 a 1998 para a soja.