



EMBRAPA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA



*BENEFÍCIOS
SOCIAIS E
ECONÔMICOS
DA PESQUISA
DA EMBRAPA :
UMA REAVALIAÇÃO*

BRASÍLIA, 1988

Benefícios sociais e

1988

FL-00324



BENEFÍCIOS SOCIAIS E ECONÔMICOS DA PESQUISA DA EMBRAPA: UMA REAVALIAÇÃO¹

*Mariza M. T. L. Barbosa²
Elmar Rodrigues da Cruz²
Antonio Flavio Dias Avila³*

RESUMO

A maior parte dos “produtos” das atividades de pesquisa agropecuária tem o caráter de bem público e de livre acesso, isto é, beneficiam a sociedade mas não geram retorno financeiro direto para a organização que gerou a tecnologia. Este retorno pode, entretanto, ser alternativamente estimado em termos de acréscimos de produção e de renda líquida dos produtores, aumentos na arrecadação de impostos, aumentos no valor das exportações e/ou redução das importações etc. No caso da EMBRAPA, existe um conjunto de tecnologias desenvolvidas nos últimos anos pelos pesquisadores e a quantificação do que representam estes resultados em termos de benefícios sociais e econômicos, apesar de não ser uma tarefa simples, tem sido periodicamente empreendida como prestação de contas à sociedade que tantos recursos tem alocado para a pesquisa agropecuária por ela desenvolvida e/ou coordenada.

O volume de recursos aplicados na EMBRAPA evoluiu de US\$ 23.5 milhões em 1974, marco inicial de implantação efetiva da Empresa, para US\$ 190.7 milhões em 1987.

Na primeira parte, este trabalho apresenta uma síntese das principais tecnologias geradas pelas unidades de pesquisa da EMBRAPA a nível de cada uma das cinco grandes regiões fisiográficas brasileiras.

Considerando apenas aquelas tecnologias já adotadas e contabilizando apenas a participação percentual da EMBRAPA na geração e difusão de tais tecnologias, foi estimada uma taxa interna de retorno dos recursos aplicados na EMBRAPA de 40,5%, que é bastante superior àquelas exigidas por bancos de desenvolvimento econômico como BNDES e Banco Mundial. Este valor é comparável e até superior a outras estimativas de retornos da pesquisa agropecuária realizadas tanto no Brasil como no exterior, inclusive pela própria EMBRAPA (28,9% em 1981).

Por outro lado vale ressaltar que a pesquisa agropecuária gera uma série de outros benefícios não mensuráveis economicamente, tais como aqueles sobre o meio ambiente e a saúde humana, além de aumentar o estoque de conhecimentos básicos necessários para realimentar a própria pesquisa. No caso da EMBRAPA, a formação de um corpo técnico altamente especializado, constitui-se também em um benefício para toda a sociedade brasileira.

¹ Síntese da reavaliação dos impactos sociais e econômicos da pesquisa da EMBRAPA, elaborada sob a coordenação do Departamento de Estudos e Pesquisa, DEP, a pedido da Presidência da EMBRAPA (Portaria nº 125/87). Os autores agradecem o apoio de todas as unidades de pesquisa da EMBRAPA e em particular dos coordenadores das avaliações regionais Edgar A. Lanzer, Luiz José M. Irias, Sonia Milagres Teixeira, Roberio Ferreira dos Santos e Paulo Kitamura, respectivamente responsáveis pelas avaliações das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Norte. Os autores também reconhecem e agradecem os comentários feitos por Elísio Contini e Túlio Barbosa.

² Pesquisadores do DEP/EMBRAPA, respectivamente Doutora em Economia Rural e PhD em Economia Agrícola.

³ Chefe do DEP/EMBRAPA, Doutor em Economia Rural.

SOCIAL AND ECONOMIC BENEFITS OF EMBRAPA'S RESEARCH. A RE-EVALUATION

SUMMARY

The major part of the "products" generated by agricultural research has the characteristics of public good and free access, i.e., to the benefit of the whole society, generating no direct financial returns to the organization which generated the technology. However, such returns may alternatively be estimated in terms of increase of agricultural output, farmers net income, taxes collected, agricultural exports and/or import reduction, and so on. There exists a set of technologies developed over the last years to which researchers from EMBRAPA have provided an outstanding contribution. To quantify what the results mean in terms of economic benefits is not a simple task but need to be done, provided it is the only way EMBRAPA may pay account to society for the resources it has invested in agricultural research.

Resources allocated to EMBRAPA increased from US\$ 23.5 million in 1974, when EMBRAPA was effectively established, to US\$ 190.7 million in 1987.

A summary of the main technologies developed by the EMBRAPA's research centers in each of the five geographical regions is presented in the first part of the paper.

Taking into account only the technologies already adopted by farmers and the relative participation of EMBRAPA researchers in the technology generation, the estimated rate of return to investments in research is 40,5%, well above the usual rates adopted by development banks, such as BNDES and The World Bank (12 and 10%) when appraising investment projects. The estimated rate of return is comparable to and even higher than other estimates, both in Brazil and in other countries. This is a clear evidence of the appropriateness of investments in agricultural research. It also gives evidence of an efficient resource allocation among several lines of research within EMBRAPA. It is also to be noted that agricultural research generates a series of other benefits not easily measurable from an economic point of view such as those related to the environment and human health, in addition to the increment of the stock of basic knowledge. In the case of EMBRAPA, the improvement of the technical staff, through the development of a highly specialized body of technicians, constitutes also a benefit for the Brazilian society.

BENEFÍCIOS SOCIAIS E ECONÔMICOS DA PESQUISA DA EMBRAPA: UMA REAVALIAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Na atividade de pesquisa agropecuária a maior parte dos "produtos" ou "tecnologias" tem o caráter de bem público e de livre acesso, isto é, beneficiam a sociedade mas não geram retorno financeiro direto para a organização que gerou a tecnologia. Além disto, o conhecimento científico flui entre as diferentes organizações, como universidades, institutos e/ou empresas estaduais e centros nacionais e internacionais de Pesquisa. A fluidez e uma certa multiplicidade organizacional são reconhecidas como benéficas para a acumulação de conhecimentos científicos na resolução de problemas.

Vários destes "produtos" ou tecnologias representam a possibilidade de diminuição de custos médios de produção e/ou de aumentos significativos na oferta e na renda do setor rural. Outras, além da dimensão econômica, destacam-se pelo seu impacto sobre a melhoria de qualidade do meio ambiente e da própria saúde humana (tanto de produtores quanto de consumidores). Merece destaque o esforço empreendido na geração de diversas tecnologias para produtos típicos da agricultura de pequeno e médio porte. A pesquisa de desenvolvimento de novas cultivares, mais produtivas e resistentes a pragas, doenças e efeitos climáticos, é um trabalho contínuo face o aparecimento de novas raças de agressores das plantas cultivadas, novas demandas dos consumidores e da indústria e da expansão das lavouras em áreas de fronteira com condições ecológicas diferenciadas.

Quantificar o que representam estes resultados em termos de benefícios econômicos não é uma tarefa simples, mas deve ser empreendida como prestação de contas à sociedade que alocou recursos para a pesquisa agropecuária.

Nos últimos quinze anos o governo brasileiro tem investido consideravelmente em pesquisa agropecuária. O volume de recursos aplicados na EMBRAPA evoluiu de US\$ 23.5 milhões em 1974, época de implantação da Empresa, para US\$ 190.7 milhões em 1987.

O presente estudo está inserido dentro do programa de avaliação socioeconômica da pesquisa agropecuária, em desenvolvimento pela EMBRAPA, sob a liderança do DEP, a partir da avaliação dos retornos da EMBRAPA realizada por CRUZ et al. (1982). Tal programa contempla uma série de atividades quer de execução própria, como de atuação conjunta com unidades de pesquisa da própria EMBRAPA, empresas estaduais, universidades e outras instituições de pesquisa do SCPA. Tais atividades incluem estudos de natureza metodológica, bem como aplicações empíricas⁴.

O objetivo deste programa é fornecer ao Sistema Cooperativo de Pesquisa Agropecuária (SCPA) e em especial a EMBRAPA, elementos que subsidiem o processo de alocação de recursos. Para isto são necessários estudos "ex-post" como também "ex-ante" onde benefícios e custos sociais são considerados ao lado dos custos e benefícios econômicos. Os custos e benefícios sociais, não aparecem na contabilidade tradicional, entretanto, são importantes porque dizem respeito, entre outros, a impactos das decisões tecnológicas sobre o meio ambiente e sobre a saúde, (CONTADOR, 1981 e BUARQUE, 1984). Entre estas atividades podemos destacar os estudos voltados para a avaliação dos Projetos BIRD II (EMBRAPA, 1982) e PROCENSUL II (EMBRAPA, 1987), bem como os estudos de AVILA & AYRES, 1985; AVILA et al., 1985; AVILA et al., 1983; AYRES, 1985. Fazem ainda parte deste esforço os estudos realizados diretamente por técnicos de centros de pesquisa da EMBRAPA (AMBROSI & CRUZ, 1984; ROESSING, 1984 e DOSSA et al., 1987).

⁴ Parte destas atividades é voltada ao aperfeiçoamento metodológico do processo de avaliação e é feita através de seminários e simpósios com ampla participação dos pesquisadores em socioeconomia das unidades e instituições do SCPA. Tal aperfeiçoamento também é buscado via trabalhos conjuntos que contam com apoio metodológico de instituições de renome internacional como a Universidade de Yale e do International Food Policy Research Institute - IFFPRI.

2. A PESQUISA NAS REGIÕES E AS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS GERADAS

A EMBRAPA, além de coordenar o Sistema Cooperativo de Pesquisa Agropecuária - SCPA que envolve empresas e institutos estaduais de pesquisa, universidades, iniciativa privada, etc, desenvolve também pesquisas através de suas próprias unidades espalhadas em todo o território nacional. Uma síntese desta rede de unidades de pesquisa da Empresa, a nível de cada uma das cinco grandes regiões brasileiras, é apresentada a seguir, com a preocupação de não só mostrar os seus principais resultados, mas também as suas origens.

2.1. Região Sul

A Região Sul do Brasil apresenta uma agropecuária diversificada e moderna. É grande produtora de grãos e de animais e seus derivados. De importância regional significativa, tanto pela dimensão econômica quanto social, também se destacam as produções de algumas frutas de clima temperado, os hortigranjeiros e a silvicultura. Estima-se que mais da metade do valor da produção industrial da região provém da transformação de produtos agropecuários.

Se por um lado as condições de solo e clima da região sul não são desfavoráveis para a produção agropecuária, por outro elas não são também de tal modo favoráveis que permitam alcançar altos índices de produtividade física sob condições limitadas de conhecimentos científicos e capital. Neste contexto as atividades de pesquisa agropecuária realizadas na região têm um papel cada vez mais crítico no seu desenvolvimento sócio-econômico.

Após duas décadas de modernização, por vezes um tanto desordenada, a natureza dos problemas técnicos enfrentados nas atividades de produção agropecuária da região sul vem se alterando, determinando novas exigências ao setor de pesquisa. A expansão da soja e do trigo generalizou o uso de máquinas, adubos, sementes melhoradas e insumos químicos. O apoio do crédito farto e subsidiado permitiu esta expansão para além do que seria um limite de eficiência técnica face a insuficiência dos serviços de extensão e fiscalização, bem como a limitação de conhecimentos sobre as novas técnicas de parte dos agricultores nas décadas de 60 e 70. Em consequência, aumentaram de modo muito significativo os problemas de erosão de solos e de pessoas afetadas por agrotóxicos.

O desenvolvimento de meios econômicos e eficientes de resolver estes problemas tem alta prioridade na pesquisa da região sul. Além disso, a massificação da produção favoreceu a disseminação e modificação de doenças e pragas, tornando a vida útil das novas cultivares mais limitada, pelo que há uma constante necessidade de sua reposição. Por outro lado, o crescimento da renda e da urbanização tem acentuado a procura de produtos agropecuários mais elaborados e nutritivos, o que determina uma demanda do setor agroindustrial sobre a pesquisa no sentido de obter certas características na matéria-prima que favoreçam o processamento industrial. Há também que considerar a competição inter-regional e internacional, forças econômicas poderosas que pressionam no sentido de reduzir os custos médios de produção como requisito da garantia de mercado. Neste contexto, a busca pela economia no uso dos recursos produtivos, inclusive energéticos, tem um papel de destaque.

A atividade de pesquisa agrícola mais antiga no sul do Brasil está associada ao Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA). Esta organização, responsável por atividades de extensão, pesquisa e respaldo à comercialização do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, teve seu início no começo do século.

A formação mais sólida de recursos humanos para a pesquisa agropecuária teve início apenas cerca de 1960, com a instalação de Cursos de Pós-Graduação em Agronomia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Um resultado de pesquisa de grande impacto, desenvolvido através daquele Curso de Pós-Graduação, foi a modificação radical das tabelas de recomendação de fertilizantes e corretivos vigentes na região. A solidificação deste início foi dada pela criação da EMBRAPA, através da ampliação do volume de recursos humanos qualificados fora do âmbito da Universidade e pela adoção do modelo concentrado e sistêmico de pesquisa.

Com a criação da EMBRAPA, várias estações do Departamento Nacional de Pesquisa e Experimentação Agropecuária (DNPEA) do Ministério da Agricultura foram transformadas em Centros Nacionais de Pesquisa e/ou Unidades de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual, e investiu-se pesadamente em instalações físicas (incluindo equipamentos científicos e bibliotecas) e na contratação de recursos humanos qualificados. Investiu-se muito também no treinamento em cursos de pós graduação no país e no exterior. Simultaneamente, apoio foi dado aos sistemas estaduais da região (Secretaria de Agricultura do Rio Grande do Sul, Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária, e Instituto Agrônomo do Paraná) para melhoria de suas bases físicas e capacitação de recursos humanos.

Hoje, na região sul do Brasil, a EMBRAPA se faz presente através de sete centros de pesquisa por produto: Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPSA), Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho (CNPUV), Centro Nacional de Pesquisa de Fruteiras de Clima Temperado (CNPFT), Centro de Pesquisa de Floresta (CNPFF) e Centro Nacional de Pesquisa de Ovinos (CNPO); e um centro de pesquisa de recursos, o Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado (CPATB).

Várias instituições exercem as atividades de pesquisa agropecuária na região sul, além da EMBRAPA. O cultivo do arroz irrigado, por exemplo, é também estudado pelo IRGA, pela EMPASC e por Universidades. Já o cultivo da soja tem sido objeto de atenção do Instituto de Pesquisa Agrônoma (IPAGRO), vinculado à Secretaria de Agricultura do Rio Grande do Sul e também das Universidades. A situação não é diferente na maioria dos outros produtos. Em consequência, muitas tecnologias levadas aos produtores são fruto de esforço inter-institucional, tornando-se problemática a definição da contribuição de cada organização no produto final.

A criação de cultivares de soja adaptadas às condições do cerrado e baixas latitudes, viabilizando economicamente o cultivo daquela leguminosa em extensas regiões do país até então virtualmente desocupadas, é um exemplo marcante do impacto econômico que a pesquisa agropecuária pode alcançar. As cultivares de arroz irrigado BR/IRGA 409 e 410 de crescente adoção no sul do país, demonstram, pelo seu próprio nome de código, os benefícios da pesquisa interinstitucional altamente integrada. Novas cultivares de pessegueiro criadas pela EMBRAPA têm permitido estender consideravelmente o período de colheita desta frutífera, descongestionando pontos de recebimento e reduzindo as perdas daí decorrentes. Novas cultivares de trigo desenvolvidas pela EMBRAPA tiveram marcante contribuição no recorde de rendimento físico alcançado no sul do país na safra de 1987.

A redução de custos médios de produção, beneficiando simultaneamente produtores e consumidores, pode ser encontrada em várias tecnologias desenvolvidas pela EMBRAPA. A descoberta de que a quantidade de água de irrigação tradicionalmente adotada pelos produtores poderia ser reduzida em cerca de 25% proporciona significativa economia de energia (elétrica e/ou diesel) e redução do custo de produção do arroz irrigado. Um melhor afinamento nos métodos laboratoriais e resultados acumulados de experimentação por vários anos têm permitido uma economia de até 20% nas recomendações de adubação química, um dos componentes mais pesados do custo de produção de grãos no sul do país. O controle biológico do pulgão do trigo, da lagarta e do percevejo da soja, praticamente dispensando o uso de inseticidas químicos em largas áreas do sul do país, tem consequências óbvias sobre a melhoria de qualidade do meio ambiente e sobre a redução dos custos de produção. A adequação de tabelas de alimentos e necessidades nutritivas para as condições brasileiras, bem como a avaliação de alimentos alternativos, têm permitido reduções de 10 a 20% no custo da alimentação de suínos, exploração principal de um grande número de pequenas propriedades espalhadas em todo o sul do país.

O combate à erosão tem sido pesquisado através de rotação de culturas, plantio direto e adubação verde, com redução das perdas de solos de até 50 t/ha/ano para 2-3 t/ha/ano. As consequências destas técnicas vão muito além do benefício direto aos produtores pela maior economia de fertilizantes e recuperação da produtividade de solos já praticamente abandonados. O controle da erosão ajuda a reduzir o êxodo rural, aumenta a vida útil de barragens pela diminuição do assoreamento, aumenta a piscosidade dos rios e reduz os custos de obtenção de água limpa para fins de consumo humano e uso industrial. Descobertas importantes no desenvolvimento de méto-

dos econômicos de controle da erosão têm sido realizadas em termos de regeneração de florestas degradadas através de certas técnicas de plantio de pinheiro do Paraná em terras de baixa fertilidade.

A pesquisa de manejo florestal de bracatinga, matéria-prima para lenha bastante comum nas pequenas e médias propriedades do sul do país, tem permitido aumentos de 20 a 30% na produção de material energético por hectare. A limpeza clonal de batata-semente, insumo no qual o país é em grande parte dependente do exterior, permite a obtenção de material sadio e alta produtividade. De modo semelhante, a obtenção e multiplicação de material de propagação de videiras livres de viroses permite aumentos de rendimentos de até 60% bem como melhoria na qualidade da uva para vinificação, melhorando as condições de sobrevivência de um grande número de pequenos produtores no sul do Brasil em relação ao acirramento da competição internacional que se esboça a partir de acordos bilaterais de comércio em outros países do cone sul.

Outro exemplo que bem ilustra a fase de modernização desordenada que o sul do país atravessou se refere à descoberta de que um grande número de produtores incorriam em perdas de até 25% na colheita de soja por deficiente regulagem das máquinas. Neste caso, técnicos da EMBRAPA desenvolveram uma tecnologia simples para o controle de perdas e que permitiu significativo aumento nas quantidades colhidas daquela leguminosa.

2.2. Região Sudeste

Na Região Sudeste encontra-se uma concentração de grandes centros consumidores e de polos de industrialização. Esta região, já na fase anterior a criação da EMBRAPA, destacava-se no processo de geração de tecnologia agropecuária através das instituições estaduais de pesquisa, com especial destaque para o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC); através das Escolas de Agronomia e Veterinária, onde a criação dos cursos de Pós-Graduação e convênios com universidades estrangeiras deram um forte impulso à pesquisa; e através de firmas particulares.

A EMBRAPA, a partir principalmente do aproveitamento das antigas sedes dos institutos regionais do Centro-Oeste (IPEACO) e do Centro-Sul (IPEACS) do DNPEA e de estações experimentais a eles vinculadas, e de sedes de institutos, centros e serviços de pesquisas ligados às áreas de tecnologia agrícola e alimentar e de levantamento de solos, montou sua rede de pesquisas na região Sudeste. Além disso ainda transferiu aos sistemas estaduais de pesquisa do Rio de Janeiro e Espírito Santo, estações experimentais importantes, como os de Campos e de Linhares, antes vinculadas ao IPEACS.

Atualmente a EMBRAPA conta nesta região com o Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), o Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), o Centro Nacional de Pesquisa de Defesa da Agricultura (CNPDA), o Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos (CTAA), Unidade de Apoio ao Programa Nacional de Pesquisa de Biologia do Solo (UAPNPBS), Unidade de Apoio ao Programa Nacional de Pesquisa de Saúde Animal (UAPNPSA), Unidade de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária (UAPDIA), Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de São Carlos (UEPAE São Carlos), Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS) e Núcleo Tecnológico para Informática Agropecuária (NTIA).

O milho é cultivado em todo o território nacional, tanto por pequenos como por médios e grandes produtores, o que implica que os desafios para a pesquisa são muitos e diversos. Hoje já se dispõe de conhecimentos suficientes que permitiram, entre outros, o lançamento de variedades resistentes às principais doenças e/ou mais produtivas que as locais, híbridos intervarietais e híbrido para o cerrado, o estabelecimento de sistemas de produção principalmente para pequenos e médios produtores, recomendações de quanto e quando irrigar a cultura do milho. Como o armazenamento freqüentemente é feito na própria propriedade, o conjunto de práticas de manejo de pragas em paiol e a técnica de armazenamento hermético de grãos, diminuíram substancialmente as perdas incorridas pelos produtores de milho. A possibilidade do uso de biofertilizantes em substituição total ou parcial à adubação química e calagem, e a utilização da vinhaça "in natura", em muito contribuíram para diminuir os custos de produção. O desenvolvimento de uma plantadeira simultânea de milho e feijão tem sido de grande utilidade para os produtores que usam o sistema

de consórcio, assim como as recomendações para o uso de herbicidas têm sido tanto para os produtores que usam o sistema de consórcio milho-feijão, como para os produtores comerciais de milho. As técnicas desenvolvidas pela biotecnologia foram fundamentais como apoio, entre outras, ao melhoramento do milho branco para produção de farinha que pode com vantagem ser utilizada em panificação. Também de grande significado foi o lançamento de híbridos comerciais de sorgo.

Os dados censitários (1970/80) mostram que é pequena a participação do gado com a finalidade exclusivamente leiteira no total de cabeças do rebanho nacional e que está havendo uma redução na participação relativa do rebanho com tal finalidade. A consequência evidente dessa evolução é a crescente participação do efetivo de corte na produção nacional de leite. Acrescenta-se ainda que o gado misto, ou de dupla finalidade, que predomina na produção nacional de leite não apresenta um processo rigoroso de seleção, resultando em animais com baixo potencial leiteiro. Existe forte associação entre finalidade do rebanho e produtividade leiteira que sugere que significativos ganhos de produtividade poderão ser obtidos com trabalhos de melhoramento genético do rebanho, complementados com melhorias nos aspectos de manejo, alimentação e sanidade animal. O Programa Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, que é coordenado pelo CNPGL, tem desenvolvido estudos e conseguido reais avanços em melhoramento genético, reprodução, nutrição e pastagens.

O sistema de alimentação que usa a cana-de-açúcar suplementada com uréia e sulfato de amônia é um modo simples e barato de resolver as deficiências de ganho de peso de fêmeas em crescimento e de produtividade de leite de vacas em lactação no período da seca. Outra alternativa de volumoso para vacas em lactação é a utilização do capim elefante sob pastejo tanto na época das águas como na época da seca. O longo intervalo entre partos, na pecuária leiteira, usualmente 20 meses, pode ser reduzido para 13 meses, através de um sistema mais adequado de alimentação pré e pós-parto, o que aumenta consideravelmente a renda anual líquida proveniente de cada vaca. Simplificação da transferência de embriões, aprimoramento da técnica de partição de embriões e testes de produtos nacionais para criopreservação de embriões, são avanços de grande significado para a pesquisa da pecuária leiteira.

O desenvolvimento pelo NTIA de um software científico, denominado SOC, é uma contribuição importante à substituição de softwares importados. O SOC é destinado ao uso da pesquisa agropecuária, inclui módulos de análise multivariada, banco de dados, análise de variância entre outros e será efetivamente difundido entre as unidades e instituições do SCPA no decorrer de 1988.

A EMBRAPA, através da UEPAE de São Carlos, tem desenvolvido estudos procurando aumentar a eficiência de produção dos equídeos, melhorando os índices zootécnicos e reduzindo os seus custos de produção. Também através desta unidade a raça Canchin, de grande importância na pecuária da região, tem sido, objeto de especial interesse quando tem concentrado esforços na caracterização zootécnica da raça, tanto em seus aspectos genéticos, nutritivos, reprodutivos e sanitários, quanto nas características de desenvolvimento, habilidade materna e eficiência reprodutiva de machos e fêmeas.

A população, principalmente a urbana, tem aumentado o consumo de alimentos processados que levam em sua composição aditivos artificiais, principalmente corantes sintéticos que são prejudiciais à saúde humana. Em países desenvolvidos, instituições como universidades, organizações científicas governamentais e independentes, têm alertado a população e pressionado o governo no sentido de restringir o uso de aditivos artificiais nos alimentos. O CTAA está desenvolvendo um promissor programa em aditivos naturais, principalmente corantes. Assim já foi possível a obtenção de corantes a partir de subprodutos da industrialização da uva, da raiz de cúrcuma ou açafrão, do urucum, da batata-doce roxa e da beterraba, entre outras fontes potenciais. Como no segmento do setor industrial de alimentos composto de micro, pequenas e médias empresas, existe uma falta quase que generalizada de informações tecnológicas, geradas pelas instituições de pesquisa, o CTAA está desenvolvendo desde outubro de 1985 um mecanismo de assistência tecnológica procurando a interação Empresa – Instituição de Pesquisa.

Conhecimentos de solo são fundamentais para a agricultura e também para outras atividades. O SNLCS desenvolve atividades relativas ao processamento analítico de perfis de solo, de

geração e aperfeiçoamento de metodologias e pesquisas específicas, atuando como um suporte contínuo ao estudo do recurso natural solo. Os levantamentos feitos têm sido adotados para uma grande variedade de aplicações práticas que incluem a avaliação do potencial agrícola dos solos, a seleção de áreas para projetos de colonização e desenvolvimento de comunidades rurais pioneiras, a seleção de áreas para implantação de projetos de irrigação e drenagem, possibilidades de mecanização agrícola, seleção de técnicas de controle da degradação dos solos, níveis de exigências para práticas conservacionistas, seleção de área para reflorestamento e planejamento de trabalhos de engenharia civil tanto na área urbana, como na rodoviária, sanitária e ferroviária.

A UAPNBS tem desenvolvido um intensivo trabalho em colaboração com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Universidades e outras instituições de pesquisa, principalmente na área de fixação biológica de nitrogênio. Deste trabalho faz parte, também, o treinamento de estudantes a nível de graduação e de pós-graduação. Como resultado deste esforço, no período 1975/87 foram publicados vários trabalhos técnicos, inclusive teses de mestrado e doutorado, que têm mostrado o potencial de fixação biológica de N₂ em leguminosas de grãos, forrageiras e arbóreas, e em cereais e cana-de-açúcar. De fundamental importância foram os estudos sobre a identificação do *Rhizobium* e do *Azospirillum*, as características do hospedeiro e da simbiose, a influência do meio e os mecanismos bioquímicos e fisiológicos envolvidos. Isto tornou possível, entre outras, a produção de soja sem a utilização da adubação nitrogenada e a substituição parcial ou total da adubação nitrogenada na produção de feijão. Também tornou possível a produção de inoculantes específicos para leguminosas de grãos, forrageiras, arbóreas florestais e para leguminosas utilizadas na adubação verde.

Diferentes setores da pesquisa agropecuária têm sentido "gargalos" na instrumentação agropecuária. Em parte, para solucionar tais problemas, foi criada em dezembro de 1984, a UAPDIA, que tem se dedicado, com a estreita colaboração de Universidades e Instituições Privadas e Públicas, a desenvolver tecnologia nacional na área de instrumentação para a agropecuária onde tem procurado a introdução de técnicas de fronteira da física, físico-química e da instrumentação eletrônica nos vários setores da pesquisa do SCPA.

A degradação do meio ambiente tem sido um alerta constante da classe científica em geral. A promoção e a defesa dos ecossistemas e agroecossistemas, através do zoneamento agroecológico, a caracterização e monitoramento de tais sistemas, o conhecimento de seus funcionamentos típicos e disfunções têm sido o objetivo do CNPDA.

2.3. Região Centro-Oeste

Antes do advento da EMBRAPA, a pesquisa agropecuária na Região Centro-Oeste estava a cargo do IPEACO (Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Oeste) sediado em Sete Lagoas - MG, originalmente Instituto Agrônomo do Oeste (IAO).

Devido à grande extensão territorial da área sob sua jurisdição, o IPEACO não chegou a desenvolver programas de pesquisa para toda a região, principalmente nos estados do Mato Grosso e Goiás. Em Goiás, a partir da criação da Escola de Agronomia, instalou-se, nos anos 50, a Estação Experimental de Anápolis, com campos de trigo e promoção de reuniões anuais de pesquisa. Nessa mesma estação iniciaram-se os trabalhos visando uma pesquisa integrada, dando início a ensaios de rede. Nesse período, com a instituição do plano integrado do estado de Goiás reforçou-se o esquema de pesquisa e extensão visando acelerar a modernização do setor agrícola estadual.

Em 1968, com a criação do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Oeste - IPEAO, com sede em Campo Grande-MS, a Região Centro-Oeste passou para a jurisdição desse instituto. Enquanto se estruturava, o IPEAO desenvolveu alguns trabalhos isolados de pesquisa, mas foi absorvido pela EMBRAPA antes de completar sua organização.

O Centro-Oeste representou, até os anos 50, uma área de reserva para eventual expansão quando as áreas litorâneas já estivessem ocupadas. Entretanto, recentemente tal região tem se caracterizado como grande produtora de grãos, tendo como marco inicial os investimentos em pesquisa que viabilizaram o aproveitamento dos cerrados para uso agrícola, permitindo a expansão das áreas em extensivos cultivos de grãos, especialmente soja.

Para viabilizar o aproveitamento racional dos recursos naturais e permitir a ocupação dessa fronteira agrícola, a EMBRAPA instituiu o Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) e o Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (CPAP) ao mesmo tempo em que enfatizava a importância da agricultura de grãos e da pecuária regional, pela instalação do Centro Nacional de Pesquisa de Aroz e Feijão (CNPAP) e do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC). A EMBRAPA também conta na Região Centro-Oeste com o Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPV), a Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados (UEPAE de Dourados), o Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN), o Serviço de Produção de Sementes Básicas (SPSB) e Unidade de Apoio ao Sistema Intensivo de Produção de Leite (UASIPL)

Como resultado do esforço da pesquisa da EMBRAPA na região pode ser citada a criação de variedades melhoradas para produção de grãos: arroz de sequeiro, arroz irrigado, de feijão e de caupi. A introdução de ervilha no cerrado, o estabelecimento de sistema de produção de milho doce e a criação da cultivar de cenoura Brasília são também resultados das contribuições da pesquisa da EMBRAPA. Foi ainda possível estabelecer e aperfeiçoar sistemas de produção para soja, milho e trigo usados na região dos cerrados brasileiros. O controle da brusone e a técnica de aração e adubação profundas são tecnologias geradas pela EMBRAPA e que têm sido muito importantes para os agricultores. Na área de bovinocultura, a introdução do capim marandú e o andropogon, e o uso de pastagens cultivadas, tanto para recria de novilhas como para reduzir o intervalo entre partos, são também contribuições da EMBRAPA. Além disso destaca-se o trabalho de avaliação de reprodutores e a criação de fórmula para tratamento de "cara inchada", enfermidade que ataca os bovinos da região.

A transformação da semente genética em semente básica, para que as novas cultivares cheguem às firmas produtoras de sementes e destas aos produtores, é feita sob a supervisão do SPSB.

Dado um interesse crescente, tanto nacional como internacional por maior variabilidade em cada espécie e pela melhor compreensão da taxonomia e variação dentro de grupos de espécies aparentadas, está sendo desenvolvido pelo CENARGEN um intenso programa de coleta de germoplasma no Brasil. Além de coletar, introduzir e conservar germoplasma vegetal em âmbito nacional, o CENARGEN desenvolve pesquisas visando inspecionar e limpar o germoplasma coletado no País ou recebido do exterior. Isto tem proporcionado que inúmeras espécies fossem introduzidas, inspecionadas, quarentenadas e posteriormente distribuídas, livres de doenças.

Na área de conservação de recursos genéticos tem-se trabalhado com o germoplasma na forma de semente e a conservação de culturas in vitro. A conservação de culturas in vitro tem dado prioridade a culturas que se propagam vegetativamente. A técnica de conservação em forma de semente é a procura de solução para o problema da conservação das coleções de espécies frutíferas que normalmente é feita em campo, o que representa elevados dispêndios de recursos, além de correr riscos de perdas por diversidades climáticas.

Também de grande importância é o trabalho de identificação (censo e abrangência geográfica) de grupamentos genéticos constituídos por animais de raças naturalizadas como por exemplo: os bovinos crioulo lageano, curraleiro, pantaneiro e mocho nacional; o cavalo selvagem de Roraima; o jumento nordestino; os caprinos canindé, marota, repartida e moxotó; os suínos mouro, piau, carunho e os ovinos crioulo lanado, Santa Inês, morada nova, rabo largo e somalis. Tem-se ainda feito estudos filogenéticos, e implantado núcleos de conservação e avaliação das populações e estabelecido Bancos de Sêmen e de Embriões com a finalidade de preservar o material genético.

A identificação e o isolamento de regiões promotoras de gens que controlam a expansão de proteínas em raízes e tubérculos de origem tropical, com vistas a aumentar a expressão destas na fase final do ciclo de raízes como a mandioca, grandemente utilizada na alimentação de populações carentes é uma das pesquisas no programa de trabalho do CENARGEN. Da mesma forma a cultura de células e tecidos vegetais está sendo desenvolvida para multiplicação vegetativa de plantas livres de doença e para pesquisa na área de engenharia genética. Também está sendo utilizada para se procurar características de resistência a doenças e a condições de

ambiental no germoplasma disponível. Já foi conseguida a regeneração do dendê, da cenoura e da banana.

Destaca-se ainda a nível de CENARGEN a obtenção através da micromanipulação de embriões do primeiro par de gêmeos bovinos idênticos a partir de embrião bisseccionado, e já existe prenhez confirmada de éguas que receberam hemi-embriões. Isto mostra o grande avanço da EMBRAPA nesta área de pesquisa ainda relativamente recente no mundo científico.

Os resultados de pesquisa relativos ao CENARGEN, como muitos outros desenvolvidos em várias unidades da EMBRAPA, não são facilmente mensuráveis quantitativamente e não o foram neste trabalho. Entretanto é facilmente reconhecível a importância dos mesmos para as pesquisas futuras. A continuidade de todos os elos da corrente de pesquisa é fundamental para a qualidade dos seus resultados finais que, no caso da pesquisa da EMBRAPA, é a solução de problemas específicos da agropecuária brasileira.

2.4. Região Nordeste

No período 1859-61 foram dadas condições legais para o funcionamento de institutos de agricultura nas províncias da Bahia, Pernambuco e Sergipe. Destes, apenas o Instituto Bahiano de Agricultura, por ter recursos assegurados através de imposto criado sobre açúcar e outros gêneros, não teve vida efêmera, sendo por sua iniciativa criada a Imperial Escola Agrícola da Bahia, em 1875. Em 1961 foi criado o Instituto Agrônomo do Nordeste (IANE), subordinado ao Serviço Nacional de Pesquisas Agrônomicas, com sede em Recife, mais tarde transformado em IPEANE. A criação do IPEAL com sede em Cruz das Almas na Bahia foi outro marco importante na pesquisa agropecuária.

Atualmente a pesquisa agropecuária na região é desenvolvida em estreita colaboração pelas escolas de agronomia, pelas empresas estaduais de pesquisa, pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) e pelas unidades de pesquisa da EMBRAPA.

A presença da EMBRAPA se faz através do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (CNPMP), Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPAl), Centro Nacional de Pesquisa do Côco (CNPCCo), Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos (CNPCC), da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE de Teresina) e mais recentemente, também através do Centro Nacional de Pesquisa de Agricultura Irrigada (CNPAl) e do Centro Nacional de Pesquisa do Cajú (CNPCCa).

As contribuições da EMBRAPA ao setor agrícola da região incluem desde o manejo de pragas, controle de doenças, definição de sistemas de produção e introdução de variedades melhoradas. Os problemas enfrentados pelo setor agrícola nordestino são muitos e complexos; entretanto, estas contribuições têm tido um impacto positivo.

A redução da incidência da fusariose em função do deslocamento da indução floral/colheita e através da recomendação de cultivares resistentes, assim como a recomendação de adubação adequada, são importantes para os produtores de abacaxi. O domínio da técnica da micro-enxertia para limpeza de clones possibilitou a introdução de clones sadios, de grande importância para a citricultura. O lançamento de novas variedades melhoradas de mandioca e de banana, arroz irrigado e de sequeiro, de milho e feijão, procura aumentar a produção de alimentos. As novas variedades de algodão que são mais precoces e produtivas são também um modo de controlar o bocado.

Para um melhor aproveitamento dos recursos dispendidos na irrigação há necessidade que se conheça suficientemente a agricultura irrigada. Neste contexto, o lançamento, por exemplo, de uma variedade de algodão herbáceo de fibra longa se revestiu de grande importância. Do mesmo modo o foram as novas variedades de arroz irrigado, próprias para o Estado do Piauí.

O lançamento de variedades de soja e de sistemas de produção de aspargos, de melão, de melancia, de tomate industrial e de videiras, contribuem para a abertura do leque de possibilidades para a agricultura regional.

Tecnologias criadas ou introduzidas pelas unidades da EMBRAPA como o capim andropogon, e as brachiárias humidícola e decumbens, bancos de proteína-leucemia para novilhos de corte e para vacas leiteiras, e o controle sanitário e sistemas de produção melhorados para caprinos, procuram elevar a rentabilidade da pecuária e caprinocultura nordestina.

O sistema de irrigação através de potes de barro conectados por tubos na altura dos gargalos, é uma das contribuições da pesquisa para a região semi-árida do Nordeste, onde entre os pequenos produtores existe uma grande oferta de mão-de-obra familiar. O sistema de barreiro para "irrigação de salvamento" permite a captação, armazenamento e a distribuição da água da chuva. Neste sistema, a água proveniente de escoamento superficial, é distribuída de forma complementar na área de plantio, para assegurar a colheita de culturas alimentares em pequenas áreas (agricultura de vazante).

O policultor que é um chassi porta-implementos, de tração animal, permite atender de 5 até 15 hectares e tem sido de grande ajuda para os pequenos produtores, assim como a plantadeira manual de sementes de capim-búfel (adaptação de plantadeira tico-tico para plantio de sementes de algodão herbáceo) e a colhedeira manual de capim-búfel.

Dado que a caprino-ovinocultura desempenha no meio rural da região Nordeste um relevante aspecto social, tem-se gerado tecnologias que podem ser usadas pelos produtores de caprinos e ovinos deslançados de modo a lhes permitir uma exploração mais comercial e lucrativa sem, entretanto, descaracterizar a atividade.

2.5. Região Norte

A pesquisa agropecuária na Região Amazônica iniciou-se com a criação do Instituto Agrônomo do Norte (IAN) em 1939, com sede em Belém, o qual atuou praticamente de forma isolada até o início dos anos 60, quando foi transformado em Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte (IPEAN), com atribuições mais amplas. Com tal reforma, foi criado em 1968, com sede em Manaus, o Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária da Amazônia Ocidental (IPEA/Oc), com atribuições semelhantes ao do IPEAN, passando a dividir as responsabilidades de pesquisas agropecuárias sobre a região.

No entanto, o grande avanço da estrutura de uma rede de pesquisa agropecuária na região só ocorreu a partir de meados da década de 70 com a criação da EMBRAPA e de suas unidades descentralizadas. Assim, nos anos 1975/76, o IPEAN foi transformado em Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU) com a responsabilidade de desempenhar o papel como centro de recursos, com abrangência regional, e o IPEA/Oc em Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Manaus (UEPAE de Manaus). Foram também criados o Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPSD) com responsabilidade pela execução de pesquisas com esses produtos a nível nacional; a Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Porto Velho (UEPAE de Porto Velho), a Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Rio Branco (UEPAE de Rio Branco), a Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Altamira (UEPAE de Altamira) esta última extinta em 1985, a Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Territorial de Boa Vista (UEPAT de Boa Vista) e a Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Territorial de Macapá (UEPAT de Macapá), com responsabilidade de gerar e adaptar tecnologias para as condições locais. Mais recentemente foi criada a Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Belém (UEPAE de Belém), junto ao CPATU.

Seguindo a orientação maior da Empresa, todas as unidades descentralizadas da EMBRAPA na região passaram - ou estão passando - por uma primeira fase, onde a ênfase maior foi a montagem de uma infra-estrutura adequada em termos de campos experimentais e de laboratórios equipados para suportar programas de pesquisa, e de quadro de recursos humanos à altura de suas reais necessidades, tendo este como base a sua formação, engajando-se em programas agressivos de treinamento, principalmente dos pesquisadores. Nesse contexto, vale lembrar que algumas unidades de pesquisa da região, pela sua própria idade, tais como as UEPAT's de Macapá e Boa Vista, criadas em 1982, ainda se encontram em fase de montagem de infra-estrutura básica para pesquisa, e de formação de quadros de recursos humanos.

Os dados preliminares relativos aos benefícios gerados pelo sistema de pesquisa agropecuária da região amazônica evidenciam que, embora a maior parte das tecnologias geradas seja para lavouras temporárias, os seus benefícios são quase que inversamente proporcionais, tendo em vista sua baixa taxa de adoção, em contrapartida à rápida adoção, por exemplo, das tecnologias para pecuária, principalmente bovina e bubalina.

O melhoramento e a recuperação de pastagens da região amazônica tem se beneficiado de várias pesquisas que incluem a introdução de novas variedades de gramíneas e leguminosas, técnicas de manejo e recomendações de níveis de adubação. Das tecnologias geradas e já adotadas, a introdução do capim-cucuio-da-amazônia se destaca pela abrangência do nível de adoção. E, a pecuária, em especial, a bubalina, muito tem se beneficiado do sistema de manejo preconizado pela pesquisa.

A produção de grãos tem sido contemplada com recomendações de cultivares adaptadas de milho, arroz, caupi, feijão e soja. O estabelecimento de sistemas de produção para estas culturas também tem recebido esforços consideráveis.

A introdução de insetos polinizadores oriundos da África e a definição de níveis, fontes e épocas de aplicações de fertilizantes, têm sido fundamentais para a cultura do dendê. Ressalte-se também a introdução de novas cultivares de pimenta-do-reino e o controle de fusariose, que teve grande impacto na economia regional.

A introdução de variedades adaptadas de cenoura, tomate, beterraba, alface, pimentão e cebola foi fundamental para a produção de hortaliças na região. Da mesma forma que culturas com o guaraná, a malva, mandioca, castanha-do-brasil, já dispõem de recomendações de tecnologias, graças aos trabalhos de pesquisa desenvolvidos na região.

3. RETORNOS SOCIAIS DOS INVESTIMENTOS

3.1. Custos

Os recursos destinados à EMBRAPA, cresceram substancialmente no período 1974/87 (Figura 1). Nesta fase foram implantados boa parte dos centros de pesquisa, assim como se investiu em equipamentos e treinamento de pessoal. Neste mesmo período, o perfil do quadro de pessoal técnico que era de apenas 15% de pós-graduados em 1974 passou para cerca de 85% de pesquisadores com mestrado e/ou doutorado em 1987. Dos 15% restantes muitos já se encontram atualmente fazendo cursos de pós-graduação no Brasil e no exterior, o que permite antever ainda uma melhoria desse perfil técnico a médio prazo.

3.2. Benefícios gerados

Para avaliar os benefícios econômicos da pesquisa gerada pela EMBRAPA até o presente, foram adotados os seguintes procedimentos. Em primeiro lugar os benefícios foram contabilizados à partir apenas de 1978 por ser reconhecida a existência de uma defasagem mínima de quatro anos entre o início das investigações e a divulgação dos resultados (CRUZ et al., 1982). Em segundo lugar foi feito um inventário das principais tecnologias geradas em cada unidade no período analisado. Foram consideradas como tecnologias geradas aquelas que fossem comprovadamente inovadoras; cientificamente confirmadas; testadas e validadas nas condições do usuário; e descritas de forma organizada, através de manual de uso que deve incluir descrição técnica ou processo e para quem se aplica geograficamente.

Das tecnologias geradas, foram então selecionadas aquelas já adotadas. Em seguida, foi estimada, junto às equipes de pesquisa, que participação percentual poderia, aproximadamente, ser atribuída aos pesquisadores da EMBRAPA, a cada uma delas. Foi então estimado o ganho financeiro líquido por unidade de produto que a adoção de cada tecnologia representa para o usuário que procedeu a substituição do modo convencional de produção pela nova opção gerada e recomendada pela pesquisa. Posteriormente, foram feitas estimativas a respeito da difusão de cada tecnologia em termos de sua adoção ano a ano, calculando-se os totais de benefícios líquidos daí

advindos. E por último, adotou-se como indicador dos benefícios gerados pela EMBRAPA aqueles totais deduzidos pelos coeficientes de participação percentual da EMBRAPA. O fluxo anual de benefícios é mostrado na Tabela 1 usando-se a classificação de grandes agregados econômicos utilizados pelo IBGE nos Censos Agropecuários.

Esta abordagem para mensurar os benefícios líquidos gerados fez com que muitas tecnologias geradas, ou trabalhos feitos pelas equipes multidisciplinares das unidades de pesquisa da EMBRAPA, não constassem deste fluxo de benefícios. Dentre estas estão aquelas voltadas para alimentar cientificamente a própria pesquisa, aquelas cujos resultados são voltados para a qualidade de vida, do meio ambiente e da saúde humana, e ainda aquelas outras que ainda estão na fase inicial de difusão e portanto não se tem ainda uma estimativa precisa da taxa de adoção.

3.3. Taxa de retorno dos investimentos

Do conjunto de tecnologias geradas apenas uma parcela é adotada pelos produtores, pois há várias condicionantes (preços desfavoráveis, condições socioeconômicas dos produtores, política econômica em geral, etc.). Entretanto o que se espera de um órgão de pesquisa é que os benefícios deste número de tecnologias adotadas estejam ainda acima do custo da geração de conhecimentos da instituição como um todo.

A metodologia consiste em agregar-se os benefícios realizados de cada tecnologia individualmente, e calcular-se um fluxo de benefícios gerados desde o início da adoção até um período razoável em que estas tecnologias continuem sendo adotadas. Neste estudo estimou-se os benefícios gerados até o ano de 1987 e quando foi possível fazer previsão baseada na taxa de adoção, esta estimativa foi feita até 1990. A estimativa dos benefícios para cada tecnologia obedeceu a sistemática descrita anteriormente (item 3.2.). Estes benefícios foram mantidos constantes até o ano de 1997, o que significa que se pressupõe que não haverá ganhos potenciais até o ano de 1997, ou seja, a taxa de adoção é a mesma neste período, mesmo para aquelas tecnologias cuja taxa de adoção ainda é muito pequena. O período de dez anos (até 1997) considerado aqui para projetar o fluxo de benefícios é conservador, pois, por exemplo, ainda hoje se utilizam variedades de arroz e milho geradas pelo Instituto Agrônomo de Campinas na década de 1930.

Neste trabalho para se obter o fluxo de benefícios líquidos subtraiu-se deste fluxo de benefícios os custos de geração (orçamento total da (EMBRAPA) incluindo outros custeios e investimento, para o mesmo período de análise (até 1997)*. Pressupôs-se que o orçamento da EMBRAPA, nos próximos anos até 1997, será igual ao de 1987, (US\$ 190,8 milhões). Esta foi uma pressuposição bastante otimista, já que apenas no ano de 1982 o orçamento da EMBRAPA alcançou um patamar mais alto, (Figura 1). Do lado dos benefícios pressupôs-se que os benefícios estimados para 1990 (Cz\$ 2.162,6 mil) iriam se manter neste nível até 1997. A partir do fluxo de benefícios líquidos resultante (Tabela 2), que foi negativo nos primeiros anos de geração de conhecimentos, calculou-se a taxa interna de retorno dos investimentos da EMBRAPA como um todo.

Esta taxa é obtida através de aproximações sucessivas, até o ponto em que o fluxo de benefícios líquidos se aproxime de zero, conforme indicado na expressão abaixo.

$$TIR = \sum_{t=j}^n \frac{BL_t}{(1+r)^t} = 0$$

onde, BL_t = Benefício líquido gerado pela pesquisa (Benefícios menos custos).

t = número de anos;

j = ano de início do fluxo de benefícios;

n = ano final do fluxo; e

r = taxa interna de retorno.

* Foram excluídas dos custos as transferências feitas (empresas estaduais, institutos de pesquisas, universidades etc) uma vez que na avaliação se considerou apenas o benefício gerados pela EMBRAPA.

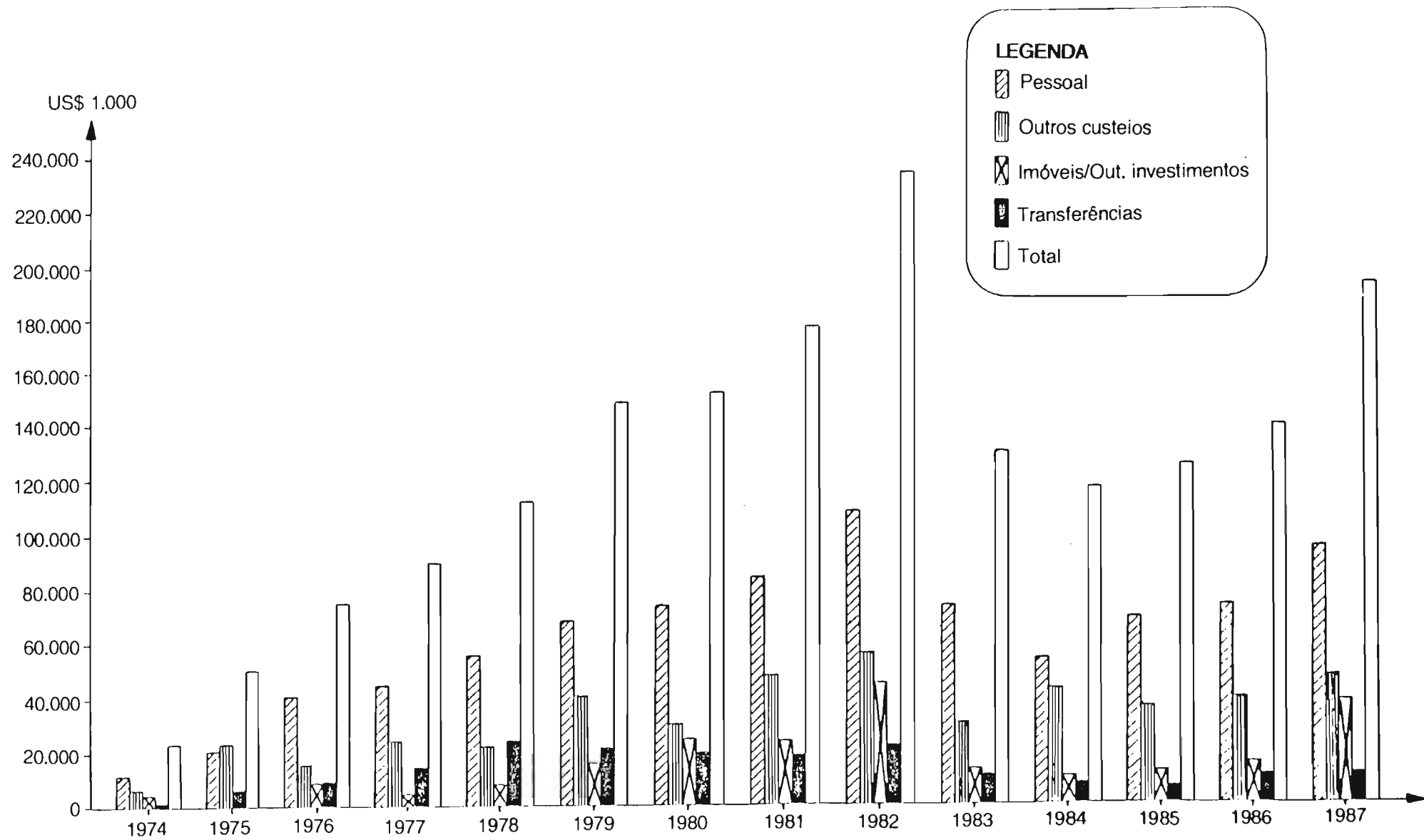


FIG. 1. Recursos aplicados na EMBRAPA - 1974 / 87.

TABELA 1. Benefícios reais gerados pelo sistema de pesquisa da EMBRAPA, 1978 a 1990

Em Cz\$ 1.000*

Anos	Lavouras Temporárias	Lavouras Permanentes	Pastagens	Animais de Grande Porte	Animais de Médio Porte	Hortaliças	Silvicultura e Extrat. vegetal	Agroindústria	Total
1978	185.646	104.133	-	11.198	-	6.000	-	-	306.977
1979	1.599.972	132.233	-	179.460	-	9.000	-	-	1.920.665
1980	2.739.445	545.053	-	414.939	-	82.280	-	-	3.781.717
1981	8.980.881	642.424	57.120	694.740	25	159.670	-	-	10.534.860
1982	10.993.373	869.138	148.593	1.001.737	38	252.000	-	-	13.254.879
1983	13.501.651	1.019.297	367.009	1.374.607	79	418.320	-	-	16.680.963
1984	20.099.452	1.128.072	619.396	1.848.704	147	678.640	-	-	24.374.411
1985	28.160.560	1.505.233	872.678	2.907.036	323	1.271.649	-	68.000	34.785.479
1986	37.165.648	1.852.861	1.130.626	3.857.751	1.400	2.288.762	-	78.000	46.375.048
1987	49.485.957	2.342.619	1.246.641	3.951.519	175.794	4.952.222	-	82.000	62.236.752
1988**	57.263.290	2.829.619	1.246.641	3.955.594	188.794	5.722.362	1.117.000	88.000	72.411.300
1989**	66.094.480	3.257.619	1.246.641	4.029.833	205.794	6.171.362	1.518.000	94.000	82.617.729
1990**	67.778.210	3.292.619	1.246.641	4.032.612	228.794	6.316.862	1.773.000	100.000	84.768.738

* A preços de junho de 1987. (Corrigidos pelo IGP col. 2 - Março de 1986 = 100 - FGV)

** Para algumas tecnologias foi possível fazer uma previsão, baseada nos dados dos anos anteriores, do nível de adoção das mesmas, para o período 1988-90. Detalhes a respeito de cada tecnologia usada nos cálculos dos benefícios poderão ser encontrados nas cinco avaliações regionais que fazem parte desta avaliação e serão publicadas até abril do corrente ano.

TABELA 2. Benefícios Líquidos dos recursos aplicados na EMBRAPA, 1974 a 1997¹

US\$ 1.000

Ano	Custo	Benefícios	Benefícios Líquidos
1974	22.414	-	-22.414
1975	44.468	-	-44.468
1976	66.179	-	-66.179
1977	75.040	-	-75.040
1978	87.698	7.831	-79.867
1979	126.366	48.999	-77.367
1980	131.061	96.477	-34.548
1981	157.490	268.760	111.270
1982	209.937	338.152	128.215
1983	118.309	425.556	307.247
1984	108.268	621.828	513.560
1985	117.614	887.430	769.816
1986	127.485	1.183.097	1.055.612
1987	179.868	1.587.753	1.407.885
1988	179.868	1.847.321	1.667.453
1989	179.868	2.109.703	1.929.835
1990	179.868	2.162.578	1.982.710
1991	179.868	2.162.578	1.982.710
1992	179.868	2.162.578	1.982.710
1993	179.868	2.162.578	1.982.710
1994	179.868	2.162.578	1.982.710
1995	179.868	2.162.578	1.982.710
1996	179.868	2.162.578	1.982.710
1997	179.868	2.162.578	1.982.710

¹ Dos recursos totais foram deduzidas as transferências feitas pela EMBRAPA a outras instituições de pesquisa.

Em tal sistemática de cálculo de benefícios supôs-se uma curva de demanda agregada da produção agrícola D como sendo perfeitamente elástica, e uma curva de oferta agregada S como sendo vertical. Desta forma o deslocamento da curva de oferta para a direita, resultante da adoção de resultados de pesquisa para S' não afeta o índice agregado de preços agrícolas (P). Dentro desta hipótese, na ausência de queda de preços resultante de progresso tecnológico, os benefícios da pesquisa ficam nas mãos dos produtores. Os consumidores não se beneficiam dentro deste modelo simplificado, que é apresentado pela Figura 2.

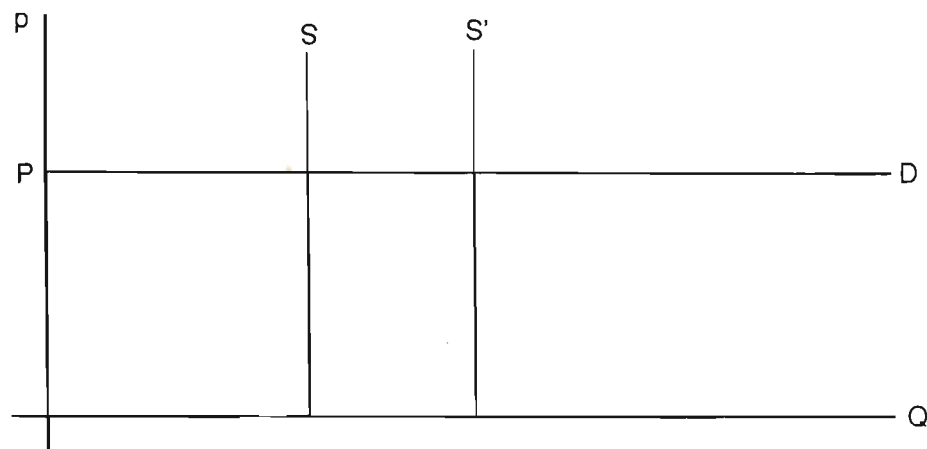


FIG. 2 Hipótese de oferta e procura agregadas adotadas.

Tal abordagem é utilizada em caso em que não se dispõem de elasticidade de oferta e demanda do produto sob estudo (neste caso o produto agregado). Tal abordagem foi utilizada por TOSTERUD et al. (1973) para analisar os benefícios da pesquisa do trigo canadense, e por KISLEV & HOFFMAN (1978) para avaliar a pesquisa do trigo em Israel.

A taxa interna de retorno dos investimentos obtida foi de 40,5%. Tal taxa representa um avanço positivo quando comparada com aquela calculada para a EMBRAPA em 1981, por CRUZ et al. que foi de 28,9%, no que diz respeito aos benefícios realizados, e projetados para um período de dez anos. A taxa de 40,5% se reveste de real importância dado o rigor no procedimento usado no cálculo dos benefícios que fez com que muitas tecnologias ficassem fora deste cálculo. Este comportamento adotado baseou-se no argumento, já apresentado antes (item 3.3.), pelo qual se espera de um órgão de pesquisa que os benefícios das tecnologias adotadas compensem o custo da geração de conhecimentos da instituição como um todo.

Dadas as dificuldades de mensuração tanto de benefícios, quanto de custos (custos indiretos) numa instituição de pesquisa do tipo da EMBRAPA, o que dá margem a superestimação ou subestimação dos benefícios líquidos, fez-se uma análise de sensibilidade de taxa interna de retorno. Pela análise de sensibilidade mostrada na Tabela 3, adotando-se a hipótese mais pessimista de 25% de acréscimos nos custos e 25% de diminuição nos benefícios, a taxa interna de retorno é de 29,3%. Entretanto, invertendo estes fatores, ou seja, pela hipótese mais otimista, a taxa interna de retorno é de 51,5%. Nesta hipótese mais otimista, os benefícios seriam 25% maiores que os calculados e os custos 25% menores.

TABELA 3. Análise de sensibilidade da taxa interna de retorno

Sensibilidade	Benefícios	Custos	Sensibilidade cruzada	Taxa
+25%	45,3%	35,9%	-25% Benf. +25% Custos	29,3%
+20%	44,4%	36,7%	-20% Benf. +20% Custos	31,5%
+15%	43,5%	37,6%	-15% Benf. +15% Custos	33,6%
+10%	42,5%	38,5%	-10% Benf. +10% Custos	35,7%
+05%	41,5%	39,5%	-05% Benf. +05% Custos	37,8%
00%	40,5%	40,5%	-00% Benf. +00% Custos	40,5%
-05%	39,4%	41,6%	+05% Benf. -05% Custos	42,2%
-10%	38,3%	42,7%	+10% Benf. -10% Custos	44,4%
-15%	37,1%	44,0%	+15% Benf. -15% custos	46,7%
-20%	35,9%	45,3%	+20% Benf. -20% custos	49,0%
-25%	34,6%	46,7%	+25% Benf. -25% Custos	51,5%

Dado o procedimento adotado, pelo qual muitas tecnologias não constaram do fluxo de benefícios, existem indícios de subestimação dos benefícios e conseqüentemente da taxa interna de retorno. Entretanto, mesmo aceitando a hipótese mais pessimista, a taxa interna de retorno de 29,3%, ainda é elevada e superior àquelas exigidas por bancos de desenvolvimento como Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e o Banco Mundial (12% e 10% respectivamente).

PINAZZA et al. (1984) avaliando a pesquisa em cana de açúcar tendo como referência a introdução da variedade NA 56-79, no Estado de São Paulo, encontrou uma taxa de 35,1%. Deve ser salientado que esta variedade em 1981 ocupou 39,5% da área total plantada com cana de açúcar no Estado de São Paulo. Pode-se citar ainda MONTEIRO (1975), FONSECA (1976) e MORICCHI (1980), que avaliaram os retornos dos investimentos em cacau, café e citros e encontraram taxas de 19%, 24% e 25% respectivamente.

Em se tratando de avaliação agregada da pesquisa, como o foi neste trabalho, vale citar ainda resultados internacionais como aqueles obtidos por EVENSON & JHA. (1973) que estimaram uma taxa de retorno de 40% para a Índia, que é um país em desenvolvimento, e EVENSON (1975) encontrou uma taxa de 23,5% para os Estados Unidos. Isto mostra que a EMBRAPA pode ser considerada uma instituição de pesquisa rentável mesmo para os padrões internacionais.

4. SÍNTESE E CONCLUSÕES

Mensurar benefícios gerados por um sistema de pesquisa agropecuária não é uma tarefa fácil. Entretanto, deve-se dispender esforços neste sentido, já que a sociedade aloca parte dos seus recursos em tal atividade.

Aplicar recursos em pesquisa já é reconhecido como uma alternativa rentável de investimentos na economia. Entretanto, uma avaliação dos retornos econômicos e sociais dos recursos aplicados em uma instituição de pesquisa é entre outros um modo de aferir, a partir dos resultados alcançados, a alocação pela instituição destes recursos, questionar esta alocação e consequentemente os rumos ou as diretrizes da pesquisa. Assim sendo, uma avaliação desta natureza deve ter o duplo propósito, o de prestar contas à sociedade em geral pelos recursos investidos na instituição, e o de retroalimentar a própria instituição.

Em um país de dimensões como o Brasil, com ecossistemas tão diversos e com grandes diferenças econômicas e sociais, a avaliação periódica dos retornos dos investimentos de uma instituição nacional de pesquisa agropecuária, como a EMBRAPA, é bastante relevante.

Pela característica da atividade de pesquisa, para que os retornos sociais sejam elevados, todos os elos da pesquisa devem ser contemplados e perfeitamente coordenados entre si. Na EMBRAPA tem-se procurado gerar conhecimentos e tecnologias para problemas mais abrangentes e/ou mais básicos assim como para problemas mais específicos e/ou regionais. A organização da pesquisa em Programas Nacionais, que são coordenados por uma unidade e executados por várias outras, procura atender este objetivo.

A EMBRAPA tem dispendido esforços visando avaliar os impactos sociais e econômicos dos seus investimentos, tanto a nível nacional como de centro de pesquisa e agregados regionais. Neste sentido esta avaliação foi feita tomando como geradoras de benefícios apenas aquelas tecnologias já adotadas até 1987 e encontrou-se uma taxa interna de retorno para os recursos aplicados na EMBRAPA desde o ano de 1974 de 40,5%, o que evidencia o quanto é importante investir em pesquisa agropecuária especialmente para um país como o Brasil. Esta taxa foi superior àquela encontrada na primeira avaliação da EMBRAPA realizada em 1981, que foi de 28,9%.

Não se calculou, neste trabalho a taxa interna de retorno para o SCPA como um todo, no entanto, reconhece-se a grande importância que todas as outras instituições do SCPA têm no processo de geração de conhecimentos e tecnologias agropecuárias. Também não foram contabilizados os benefícios de muitas tecnologias geradas. Algumas porque os seus resultados são voltados para a própria ciência, sendo soluções para problemas básicos que permitiram ou permitirão na solução de problemas específicos, e os seus resultados já apareceram e/ou ainda aparecerão indiretamente. Outras porque ainda estão em fase inicial do processo de difusão e não se conhece com segurança a taxa de adoção. E outras ainda porque o seu benefício é sobre o meio ambiente ou para a saúde humana, tomando-se praticamente impossível qualquer mensuração.

Dados os resultados obtidos nesta reavaliação dos benefícios sociais e econômicos da EMBRAPA, ficou evidente que esta instituição continua a ser uma alternativa de investimento altamente rentável dentro da economia brasileira, e que portanto merece continuar recebendo este enorme apoio financeiro que o governo federal, e a sociedade como um todo, lhe vem dando desde a sua criação, há quinze anos atrás.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBROSI, I. & CRUZ, E. R. **Taxas de retorno dos recursos aplicados em pesquisa no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo**. EMBRAPA. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1984, 27 p.
- AVILA, A. F. D.; BORGES-ANDRADE, J. E.; IRIAS, L. J. M. & QUIRINO, T. R. **Formação do capital humano e retorno dos investimentos em treinamento na EMBRAPA**. EMBRAPA-DID, 1983. 70 p. (EMBRAPA-DDM. Documentos, 4).
- AVILA, A. F. D. & AYRES, C. H. S. **Experiência brasileira em avaliação socioeconômica ex-post da pesquisa agropecuária**. Brasília, EMBRAPA-DEP, 1985. 56 p. (EMBRAPA-DEP. documentos, 24).
- AVILA, A. F. D.; OLIVEIRA, A. J. & CONTINI, E. **Pesquisa agropecuária e pequeno produtor - A experiência da EMBRAPA**. Brasília, EMBRAPA-DDT, 1986. 39 p. (EMBRAPA-DEP. documentos, 25).
- AYRES, C. H. S. **The contribution of agricultural research to soybean productivity in Brazil**. St. Paul, Minnesota Univ., 1985. Tese Doutorado.
- BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. Rio de Janeiro, Campus, 1984.
- CONTADOR, C. R. **Avaliação social de projetos**. São Paulo, Atlas, 1981.
- CRUZ, ELMAR R. da; PALMA, VICTOR & AVILA, ANTONIO FLAVIO D. **Taxas de retorno dos investimentos da EMBRAPA : investimentos totais e capital físico**. Brasília, EMBRAPA-DID, 1982. 47 p. (EMBRAPA-DDM. Documentos, 1).
- DOSSA, D.; AVILA, A. F. D. & CONTINI, E. **Alocação de recursos e rentabilidade das pesquisas originadas no Centro Nacional de Pesquisa da Soja**. EMBRAPA. Londrina, 1987. 35 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 26).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Departamento de Diretrizes e Métodos de Planejamento, Brasília, DF. **Programa de avaliação socioeconômica do Projeto II - EMBRAPA/BIRD: modelo de análise**. Brasília, EMBRAPA-DDM, 1982. 144 p. (EMBRAPA-DDM, Documentos, 2).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Departamento de Estudos e Pesquisas - DEP, Brasília, DF. **Avaliação socioeconômica do Projeto PROCENSUL II: documento orientador**. Brasília, EMBRAPA-DDT, 1987. 46 p. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 27).
- EVENSON, R. E. **The contribution of agricultural research to production**. J. Farm. Econ., 49(5): 1415-25, Dec. 1967.
- EVENSON, R. E. & JHA, D. **The contribution of agricultural research system to agricultural production in India**. Indian J. of Agric. Econ. 28(4): 212-30, Oct./Dec. 1973.
- FONSECA, M. A. S. **Retorno social nos investimentos em pesquisa na cultura do café**. R. Econ. Rural, 16 (4):31-40, 1978.
- KISLEV, Y. and HOFFMAN, M. **Research and Productivity in Wheat in Israel**. Develop. Stud. 14 166-81, 1978.
- MONTEIRO, A. **Avaliação econômica da pesquisa agrícola: o caso do cacau no Brasil**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1975. 78 p. Tese Mestrado.
- MORICOCCHI, I. **Pesquisa e assistência técnica na citricultura: custos e retornos sociais**. Piracicaba, ESALQ, 1980. 84 p. Tese Mestrado.
- PINAZZA, A. H., GEMENTE, A. C & MATSUOKA, S. **Retorno social dos recursos aplicados em pesquisa canavieira: o caso da variedade NA 56-79**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 21. Anais... Brasília, SOBER, 1983. p. 67-70.
- ROESSING, A. C. **Taxa interna de retorno dos investimentos em pesquisa de soja**. EMBRAPA. Londrina, 1984. 37 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 6).
- TOSTERUD, R. J.; GILSON, J. C.; HANNAN, A. E. & STEFANSSON B. R., **Benefit - Cost Evaluation of Research Relating to the Development of Selkirk Wheat and Target Rapeseed**. In: SYMPOSIUM ON AGRICULTURAL RESEARCH, Proceedings I, Davison, C. B. ed. Dep. Agr. Econ. Farm Manage. University of Manitoba, March, 1973 Vol 1, p. 149-99. (Occas. Serv., 4).