

# IMPACTOS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS DO ALHO LIVRE DE VÍRUS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR

*Vicente Eduardo Soares de Almeida<sup>1</sup>  
Nirlene Junqueira Vilela<sup>2</sup>*

## RESUMO

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto ambiental e econômico da adoção da tecnologia para produção de alho livre de vírus (ALV) na agricultura familiar do município baiano de Cristópolis. A metodologia utilizada para a avaliação dos impactos ambientais foi o Sistema Base para Avaliação e Eco-certificação de Atividades Rurais (Eco-cert.Rural), que consiste em um conjunto de planilhas eletrônicas que integram 24 indicadores do desempenho socioambiental no âmbito de um estabelecimento rural. Os impactos econômicos foram avaliados utilizando-se o modelo do excedente econômico, que é a metodologia atualmente recomendada pela Embrapa para avaliação de impactos de tecnologia. O presente trabalho permitiu confirmar importantes contribuições da tecnologia nos aspectos ambiental e econômico dos agricultores familiares. Os resultados indicaram que, apesar do moderado aumento dos insumos externos, a adoção da tecnologia de produção do alho livre de vírus contribuiu amplamente para o aumento nos indicadores de produtividade, rentabilidade da cultura, renda líquida, saúde e segurança alimentar, e melhorou as condições de bem-estar das famílias.

**Termos para indexação:** manejo de pragas, preservação ambiental, rentabilidade, sistema de produção de alho.

## ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC IMPACTS OF VIRUS-FREE GARLIC ON FAMILY FARM PRODUCTION

## ABSTRACT

The main objective of this work is to evaluate the environmental and economic impact of the adoption of the technology for the production of virus-free garlic in family farms in the municipality of Cristópolis, BA, Brazil. The methodology adopted to evaluate the environmental impacts was the Base System for Eco-certification of Rural Activities (Eco-cert.Rural), which consists of a set of electronic spreadsheets that integrate 24 indicators of social and environmental performance in the scope of an agricultural establishment. The economic impacts were evaluated by the model of economic surplus, which is the methodology currently recommended by Embrapa for the assessment of technology impacts. This work allowed the confirmation of important contributions of that technology in the environmental and economic aspect of the family farmers, indicating that, despite the moderate increase of the external input, the adoption of the technology for the production of virus-free garlic has widely contributed to the increase in the indicators of

---

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Mestre em Planejamento e Gestão Ambiental, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Rodovia Brasília/Anápolis, BR 060, Km 09, Caixa Postal 218, CEP 70359-970 Gama, DF. vicente@cnpn.embrapa.br

<sup>2</sup> Economista, Mestre em Economia Rural, pesquisadora da Embrapa Hortaliças. nirlene@cnpn.embrapa.br

productivity, profitability of the crop, net income, health and food security, and improved the welfare conditions of the families.

**Index terms:** system, pest management, environmental preservation, profitability, garlic production.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, o alho ocupa a quarta posição de destaque entre as hortaliças de maior importância econômica. A cultura do alho gera uma receita de 260 milhões de reais/ano, distribuída em 12 estados brasileiros, empregando, em média, 240 homens/dia/hectare, o que possibilita, assim, grande impulso para o emprego e a renda local (MELO, 2008).

A produção brasileira de alho se divide em dois segmentos: o alho nobre, vernalizado com bulbos de alto valor comercial e com pequeno número de dentes, e o alho comum, com bulbos menores e maior número de dentes. A produção de alho nobre requer maior nível de especialização, e ao utilizar-se alho-semente de boa qualidade em lavouras altamente tecnificadas, pode-se chegar a produtividades superiores a 14 toneladas por hectare. Já o alho comum requer menor nível de especialização, sendo geralmente cultivado por pequenos agricultores. Nesse segmento, os bulbos apresentam-se com alto grau de degenerescência, causada por deficiências nutricionais, incidência de viroses e outras pragas, resultando em produtividades que, em geral, não ultrapassam 5 toneladas por hectare, em média.

Entre as principais limitações para o desenvolvimento da cultura do alho no Brasil estão as doenças causadas por vírus. Segundo Dusi et al. (1994), o acúmulo e perpetuação de vírus em plantas de alho é um grave problema que culmina com a drástica redução nos rendimentos da cultura e na longevidade dos bulbos em armazenamento, causando, assim, grande prejuízo aos agricultores.

Segundo Carvalho (1986), a cultura do alho é infectada geralmente por mais de um vírus, fato evidenciado por Dusi et al. (1994), em amostras de alho provenientes de regiões produtoras dos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Santa Catarina, Ceará, Goiás e Distrito Federal. Esse problema afeta a cultura com a redução de, em alguns casos, até 70% no peso dos bulbos, limitando a sua comercialização no mercado. Preocupada com a situação dos pequenos produtores de alho comum que operam com altos custos relativos e

baixa produtividade, a Embrapa Hortaliças iniciou em 1994 um programa de pesquisa, considerando a produção de alho comum por meio de alho-semente livre de vírus, em parceria com diversas instituições públicas e privadas do Brasil e da Argentina. O desenvolvimento da pesquisa envolveu diversas áreas do conhecimento técnico-científico, incluindo as áreas de biologia molecular, fitopatologia, biologia celular e fitotecnia, para gerar a tecnologia de produção do alho livre de vírus.

A tecnologia consiste, em uma primeira etapa, na seleção dos bulbilhos-sementes sadios livres de vírus e outros patógenos produzidos em laboratório, em condições controladas. As plantas provenientes da cultura de tecido são indexadas para vírus dentro de um rigoroso protocolo. O bulbo produzido em laboratório é plantado em telado à prova de insetos vetores de vírus para multiplicação de uma maior quantidade de bulbilhos sadios. Na etapa seguinte, os bulbilhos-sementes livres de vírus são transferidos para os produtores para multiplicação de sementes em telado (DUSI 2002, 2004, 2005; TORRES et al., 2001). Assim, em 2004, foi firmado um trabalho de parceria com a Prefeitura Municipal de Cristópolis, BA, Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. (EBDA) e os produtores de sementes de alho. Esse município foi escolhido após amplo diagnóstico que detectou que a produção de alho desse município tem sido desenvolvida predominantemente por agricultores familiares em pequenas áreas de cultivo, nas quais mais de 90% dos agricultores do município produzem alho em áreas de até três hectares. De acordo com a avaliação preliminar dos resultados obtidos no processo de implantação e monitoramento da produção de alho-semente (RESENDE et al., 2004a, 2004b), produtores de alho de outros municípios decidiram adotar a tecnologia para produção de sementes do alho livre de vírus. Posteriormente, optaram também pela produção de bulbos comerciais, com início na safra de 2005, o que motivou a realização de um estudo mais amplo dos impactos ambientais e econômicos gerados pela adoção dessa tecnologia.

Este trabalho teve como objetivo avaliar os impactos ambientais e econômicos gerados pela adoção da tecnologia de produção de alho livre de vírus. Especificamente, no município em referência, facultou-se o uso das informações aqui geradas para o processo de planejamento e gestão da pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica juntamente com atores e instituições envolvidas.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram coletados dados primários, utilizando-se técnicas de entrevistas semiestruturadas, não estruturadas e estruturadas com os agricultores usuários da tecnologia, técnicos e autoridades locais vinculados à atividade.

Já os dados secundários foram coletados da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. (EBDA), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), além de relatórios dos projetos pertinentes ao tema.

A seleção dos agricultores familiares entrevistados para este estudo contou com participação do Sindicato dos Trabalhadores Rurais e da Secretaria de Agricultura do município. Os critérios observados foram: tempo de adoção da tecnologia (há pelo menos 1 ano) e disponibilidade para participar da pesquisa.

Os procedimentos para avaliação de desempenho da atividade envolveram uma entrevista e/ou vistoria local conduzida pelos autores e usuários do sistema, e aplicada ao agricultor/gestor da atividade.

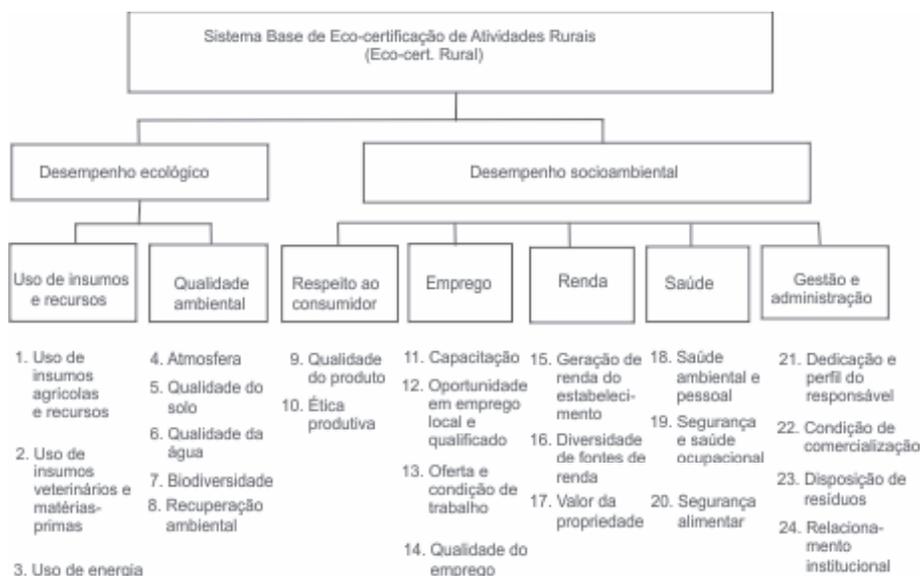
A avaliação dos dados ambientais e econômicos contou com sistemas próprios e independentes de análise conforme metodologia específica de cada área temática, buscando-se, ao final do texto, dar um conjunto aproximado dos principais impactos observados, como se verá adiante.

### **Avaliação de impactos ambientais**

Para a avaliação de impactos ambientais, adotou-se o Sistema Base para Avaliação e Eco-certificação de Atividades Rurais (Eco-cert.Rural<sup>3</sup>), uma ferramenta da plataforma Ambitec (RODRIGUES et al., 2002), que consiste em um conjunto de 24 indicadores de desempenho ambiental da atividade produtiva no âmbito de um estabelecimento rural, agrupados em 7 aspectos (Figura 1) e 2 dimensões, e, para essa ferramenta, são descritos neste trabalho apenas os indicadores que mais se destacaram no uso da tecnologia avaliada.

---

<sup>3</sup> Arquivo do Sistema Eco-cert.Rural pode ser obtido via contato direto com a Embrapa Meio Ambiente no site [www.cnpm.embrapa.br/sac](http://www.cnpm.embrapa.br/sac)



**Figura 1.** Estrutura de impactos e indicadores do Sistema Eco-cert.Rural.

Fonte: Rodrigues et al., 2002.

As avaliações foram realizadas em três etapas. A primeira delimitou-se no âmbito do estabelecimento rural, ou seja, consistiu na definição do alcance dos impactos, importância dos componentes e indicadores segundo as características da atividade e do ambiente local, e a escala de ocorrência no estabelecimento e seu entorno. A segunda constou de uma entrevista ou vistoria com o produtor ou responsável pelo estabelecimento rural e do preenchimento das matrizes de ponderação do sistema, gerando índices parciais e agregados de impacto, expressos graficamente. A terceira referiu-se à análise e interpretação desses índices e à formulação do relatório de gestão ambiental, com descrição dos impactos socioambientais expressos nos índices, e a indicação de opções de manejo, de tecnologias e de organização que permitam aprimorar o processo de adoção da tecnologia.

Nesse sistema, cada um dos aspectos é composto por um conjunto de indicadores organizados em matrizes de ponderação automatizadas, nas quais os componentes dos indicadores são valorados com coeficientes de alteração,

conforme conhecimento pessoal do agricultor ou responsável pela atividade. Esses indicadores servem para valorar, no tempo, o desempenho ecológico e socioambiental das atividades rurais, buscando caracterizar a qualidade da gestão ambiental no entorno do local da adoção da tecnologia ou atividade estudada que se realiza em cada estabelecimento analisado.

O procedimento para avaliação de desempenho da atividade envolve uma entrevista ou vistoria conduzida pelo usuário do sistema e aplicada ao produtor ou responsável pelo estabelecimento. A entrevista dirigiu-se à obtenção do “coeficiente de alteração do componente” para cada um dos indicadores de desempenho da atividade. Esses coeficientes de alteração do componente são definidos conforme valores expressos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Impacto da atividade rural e coeficientes de alteração a serem inseridos nas células das matrizes de avaliação de desempenho da atividade.

<b>Impacto da atividade sob as condições de manejo específicas</b>	<b>Coefficiente de alteração do componente</b>
Grande aumento no componente	+3
Moderado aumento no componente	+1
Componente inalterado	0
Moderada diminuição no componente	-1
Grande diminuição no componente	-3

Fonte: dados da pesquisa.

A inserção desses coeficientes de alteração do componente diretamente nas matrizes e sequencialmente nas planilhas das dimensões “Desempenho ecológico” e “Desempenho socioambiental” resultou na expressão automática do índice de impacto da atividade (Índice Geral de Desempenho da Atividade), ponderado pelos fatores de escala da ocorrência e peso do componente. Os fatores de ponderação referem-se à escala da ocorrência e ao peso do componente para a formação do indicador. A escala da ocorrência explicita o espaço no qual ocorre o impacto da atividade, conforme a situação específica de aplicação local, e pode ser:

- a) Pontual: quando o impacto da atividade no componente restringe-se à área ou recinto no qual esteja ocorrendo a alteração no componente.
- b) Local: quando o impacto faz-se sentir externamente a essa área, porém, é confinado aos limites da unidade produtiva ou estabelecimento.
- c) No entorno: quando o impacto se estende para além dos limites da unidade produtiva ou estabelecimento.

O fator de ponderação da escala da ocorrência implica a multiplicação do coeficiente de alteração do componente por um valor predeterminado, conforme apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Fator de ponderação multiplicativo, relativo à escala da ocorrência do impacto sobre o componente de desempenho da atividade.

Escala da ocorrência	Fator de ponderação
Pontual	1
Local	2
Entorno	5

Fonte: dados da pesquisa.

O segundo fator de ponderação é o peso do componente para a formação do indicador de desempenho da atividade. Os valores dos pesos dos componentes expressos nas matrizes podem ser alterados pelo usuário do sistema, para melhor refletir situações específicas de avaliação nas quais se pretenda enfatizar alguns dos componentes, desde que o peso total dos componentes para um dado indicador seja igual à unidade ( $\pm 1$ ).

No caso deste trabalho, para a composição do Índice Geral de Desempenho da Atividade em âmbito municipal, adotou-se a média dos coeficientes de alteração do componente diretamente nas matrizes e sequencialmente nas planilhas individuais das dimensões Desempenho ecológico e Desempenho socioambiental.

## **Avaliação de impactos econômicos**

Já os impactos econômicos foram avaliados pelo modelo de excedente econômico da produção, o qual é a metodologia atualmente recomendada pela Embrapa para avaliação de impactos tecnológicos (AVILA et al., 2001).

O enfoque do excedente econômico permite que se estime o benefício econômico gerado pela adoção de inovações tecnológicas, comparativamente a uma situação anterior em que a oferta do produto era dependente da tecnologia tradicional.

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

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

em que  $K$  = taxa de deslocamento da curva de oferta;  $P_m \times Q_m$  = valor anual da produção;  $\eta$  = elasticidade da demanda; e  $\beta$  = elasticidade da oferta.

Nos estudos de avaliação de impacto, a taxa de deslocamento ( $k$ ) da curva de oferta é calculada utilizando-se as diferenças de rendimento entre as tecnologias tradicionais e as tecnologias lançadas pela pesquisa, e as respectivas taxas de adoção.

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

Nas avaliações de impacto econômico feitas na Embrapa, tem sido utilizada uma variante do conceito de excedente econômico para o cálculo dos benefícios, adotando-se hipóteses sobre as elasticidades da oferta e da demanda diferentes daquelas usadas na maioria dos demais estudos realizados com base

em tal método. Essa hipótese, que foi adotada inicialmente por Tosterud et al. (1973) e depois por Kislev e Hoffmam (1978), apresenta duas variantes, quanto às elasticidades de oferta, dependendo do tipo de impacto da inovação tecnológica: a) aumento de produção (rendimentos ou expansão de área) – curva de demanda (D) perfeitamente elástica e uma curva de oferta (S) vertical; e b) redução de custos – curvas de oferta horizontal e demanda vertical.

#### Estimativa dos benefícios econômicos

Adotando-se a hipótese de que a oferta agregada do produto agrícola é perfeitamente inelástica, e a demanda é perfeitamente elástica, os benefícios econômicos resultantes da pesquisa são medidos em termos dos benefícios econômicos adicionais médios, obtidos por uma amostra de produtores que adotaram a tecnologia de produção do alho livre de vírus em cada município considerado. Os benefícios foram estimados comparando-se a nova tecnologia com a tecnologia em uso anteriormente ou “tradicional”, tomando-se os preços pagos aos produtores.

Os benefícios econômicos líquidos obtidos pelos produtores foram calculados com base em dados coletados em nível de campo. Esses benefícios, expressos em termos monetários por unidade de área (hectare), foram calculados desde o início da adoção da tecnologia.

Os produtores adotantes da tecnologia de produção de alho livre de vírus são pequenos, e seus recursos disponíveis são limitados.

Apesar da relativa subjetividade desse procedimento, no processo de quantificação dos impactos econômicos reais dos sistemas de produção, determinou-se um percentual de participação da Embrapa e das instituições parceiras nos benefícios gerados pela tecnologia. Nesse processo foi considerada a participação da Prefeitura Municipal de Cristópolis e da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA).

#### Levantamento das áreas de adoção das sementes de alho livre de vírus

As informações sobre áreas de adoção em Cristópolis foram fornecidas pela EBDA e pelo Departamento de Agricultura da Prefeitura Municipal de

Cristópolis, como também foram indicados por essas instituições os produtores selecionados para entrevista.

### Estimativa dos Custos da Pesquisa

Os coeficientes técnicos da cultura do alho livre de vírus e os respectivos custos de produção foram informados diretamente pelos produtores entrevistados nos municípios de Cristópolis, Novo Horizonte e Boninal.

Os custos com a folha de pagamento do pessoal responsável pela geração e transferência da tecnologia, incluindo vencimentos dos pesquisadores e do pessoal de apoio e respectivos encargos sociais, foram distribuídos de acordo com o dispêndio de tempo na cultura em avaliação. Essa informação, como também os custos dos materiais aplicados nos projetos de pesquisa, foram, respectivamente, disponibilizados pelos setores de recursos humanos e de orçamentos e finanças da Embrapa Hortaliças. As depreciações foram calculadas com base no percentual de utilização, na cultura em avaliação, das máquinas de uso comum no campo experimental, utilizando-se o modelo computacional de cálculo dos custos fixos por meio de recuperação do capital (AVILA et al., 2001). Os custos administrativos foram estimados com base em uma taxa de contingenciamento de 20% sobre os custos dos projetos. Os custos com as ações de transferência de tecnologia foram computados com base nos gastos de viagens de pesquisadores, instalações de unidades de validação, dias de campo, visitas técnicas e publicações.

### Estimativa dos Benefícios Econômicos Líquidos

Considerou-se o preço médio recebido pelos produtores entrevistados pela comercialização da semente e bulbos comerciais de alho, multiplicado pela produtividade média por hectare proporcionada pela nova tecnologia. A seguir foram deduzidos os custos de produção por hectare, estimando-se, assim, os ganhos regionais líquidos gerados pela nova tecnologia.

### Estimativa dos Impactos Econômicos

Dados os custos e benefícios da tecnologia, avaliou-se a rentabilidade dos investimentos realizados em pesquisa agropecuária por meio da taxa interna

de retorno (TIR), relação benefício/custo (B/C) e valor presente líquido (VPL), de acordo com a literatura econômica.

As estimativas de taxas de retorno de investimentos nas atividades de pesquisa agropecuária têm usado o fluxo de benefícios líquidos da pesquisa durante o período de avaliação, o qual é, em geral, projetado por mais de 10 a 15 anos (AVILA et al., 2001; AVILA, 1995; AVILA, 1981, AYRES, 1985; CRUZ e AVILA, 1985; DOSSA e CONTINI, 1994; EMBRAPA, 1997; EVENSON, 1982; EVENSON et al., 1987; EVENSON, 1995, HIRSHFELD, 1998; KITAMURA et al., 1989; LANZER et al., 1989; ROESSING, 1984).

#### *Taxa Interna de Retorno (TIR)*

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é um dos métodos econômicos mais utilizados para estimar o retorno dos investimentos. A TIR é aquela taxa  $r$  que, quando aplicada a um dado fluxo de benefícios e custos ( $B_t - C_t$ ), torna-se igual a zero. Essa taxa deve ser superior ou igual ao custo de oportunidade de diversas alternativas de investimentos de recursos disponíveis no mercado financeiro ou de capitais. No caso da avaliação econômica do alho livre de vírus, levou-se em conta a remuneração da caderneta de poupança como parâmetro de comparação com o indicador obtido pela TIR.

#### *Valor Presente Líquido (VPL)*

O Valor Presente Líquido (VPL), Benefício Líquido Atualizado, ou Valor Atual Líquido é definido como benefício econômico gerado pela tecnologia ( $B_t$ ), menos os custos incorridos na produção e na pesquisa ( $C_t$ ), atualizados à taxa de desconto usada no mercado. Em geral, nas avaliações, calcula-se o VPL para várias taxas de juros, de acordo com as taxas praticadas pelo mercado financeiro, que normalmente variam entre 6%, 8%, 10% e 12%.

#### *Relação Benefício/Custo (B/C)*

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

Ao final do estudo, apresentam-se ainda considerações gerais que tratam de alguns determinantes e condicionantes sobre o desempenho da tecnologia ALV, bem como a continuidade de novos estudos para uma melhor compreensão do tema.

Os resultados empíricos obtidos neste trabalho, assim como a discussão desses resultados, são apresentados nos tópicos seguintes.

## AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS: DESEMPENHO ECOLÓGICO

A dimensão relativa ao desempenho ecológico consiste nos impactos da atividade sobre o ambiente em duas vertentes. À montante do processo produtivo, considera-se o uso de insumos e recursos. À jusante, consideram-se os efeitos da atividade sobre a qualidade do ambiente, seja em virtude da emissão de poluentes, seja quanto à conservação e recuperação de habitat.

### **Aspecto: Uso de insumos e recursos**

Indicador: Uso de insumos agrícolas e recursos

Esse indicador consiste nos insumos adquiridos para a prática agrícola (agrotóxicos, fertilizantes e condicionadores de solo), bem como recursos naturais incorporados ao processo produtivo (água, seja aquela incorporada ao produto, seja aquela empregada em processamento; e o uso do solo em termos de área cultivada ou ocupada na realização da atividade).

Nesse indicador, o único componente que sofreu alteração com um moderado aumento foi “pesticidas” (lê-se agrotóxicos). Na prática, isso representa um incremento no uso de agrotóxicos. Esse é um importante elemento a ser observado, visto que seu potencial de dano aos recursos naturais, como solo e água, é bastante conhecido, trazendo danos irreversíveis ao ambiente.

A tecnologia de alho-semente de alta qualidade sanitária e fisiológica, em si, não implica diretamente o uso de agrotóxicos. Entretanto, juntamente

com a transferência dessa tecnologia, a Embrapa introduziu uma série de outras tecnologias no sistema produtivo local, como práticas fitotécnicas de padronização de semente para plantio, espaçamento, manejo de água e controle de pragas.

Quanto ao controle de pragas, o microclima local favorece o desenvolvimento de uma doença denominada mancha-púrpura, cujo agente etiológico foi identificado como *Stemphylium* sp. no laboratório de fitopatologia da Embrapa Hortaliças. Dado o favorecimento para ocorrência da doença no terço final do ciclo da cultura, houve recomendação de uso de fungicidas e, quando do aparecimento das primeiras manchas, foi recomendado o uso de fungicida sistêmico curativo. Nesse contexto, deve ser considerado que, ao longo do desenvolvimento do processo de validação da tecnologia no local, o estado e o município não conseguiram manter uma assistência técnica oficial a partir de 2006. A contínua ausência de assistência técnica e a intensificação de vendedores de agrotóxicos na região, ocasionada pelo resgate da cultura no município e pela necessidade do controle preventivo da mancha-púrpura, foram relatadas pelos entrevistados como fatores que poderiam estar associados ao maior uso dos agrotóxicos.

Nos outros aspectos relativos ao desempenho ecológico, não foram captadas alterações médias que ultrapassassem o coeficiente de  $\pm 0,5$ , mantendo-se, portanto, inalterados.

#### AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS: DESEMPENHO SOCIOAMBIENTAL

A dimensão de desempenho socioambiental aborda os aspectos relativos à contribuição da atividade rural para o desenvolvimento local sustentável e para a melhoria contínua dos processos produtivos e de gestão, que interferem diretamente no desempenho ambiental da atividade em sentido amplo. Os indicadores são dirigidos à avaliação das implicações da atividade na qualidade de vida das pessoas envolvidas com a produção.

## **Aspecto: Emprego**

Indicador: Oportunidade de emprego local qualificado

Esse indicador pondera a origem do trabalhador ocupado, desde o trabalhador da própria propriedade até o proveniente da região. A ponderação realiza-se sobre a porcentagem do pessoal ocupado na atividade, e os fatores de ponderação devem valorizar a origem local do trabalhador para priorizar a contribuição da atividade para o desenvolvimento local sustentável. Esse indicador pondera também a qualificação exigida para o emprego proporcionado pela atividade, como braçal, braçal especializado, e técnicos de nível médio e superior. Como a atividade pode envolver a realização de trabalhos desde propriamente na área cultivada, nas áreas de criação e nas agroindústrias de menor escala até trabalhos externos ao estabelecimento, todas as escalas de ocorrência podem estar associadas a esse indicador.

A oportunidade de emprego local qualificado apresentou grande aumento no componente especialmente voltado à origem do trabalhador da propriedade, reforçando o caráter familiar na atividade. Assim, foi observado o envolvimento de filhos, agregados e vizinhos dos agricultores entrevistados com as atividades ligadas à pós-colheita, especialmente na época do preparo das réstias e do armazenamento dos bulbos, responsáveis por um moderado aumento (1) no componente “Braçal especializado” e “Braçal”.

Quanto ao trabalho externo, não foram captadas alterações no âmbito municipal.

Indicador: Oferta e condição de trabalho

O indicador “Oferta e condição de trabalho” aborda a alteração na oferta quantitativa de emprego. Foram identificados diferentes tipos de recrutamento demandados, como trabalhadores em regime temporário, permanente, parceiros ou meeiros e familiares; e pode-se considerar que há uma escala de favorecimento crescente, em termos de impacto social dessas formas de inserção dos trabalhadores, de temporário para permanente, para parceiros ou meeiros e familiares. Esse indicador refere-se imediatamente aos empregos ofertados pela atividade, restringindo-se, assim, à escala pontual.

Nesse indicador foi observado um grande aumento (3) na oferta de trabalho temporário e um moderado aumento na oferta de trabalho familiar. O caráter temporário associa-se aos períodos de plantio, colheita e preparo de réstias feitas manualmente. A condição de trabalho familiar foi novamente reforçada, visto que os processos de gestão e acompanhamento da cultura também se intensificaram com o aumento da mão de obra demandada pelo aumento da produtividade da cultura.

### **Aspecto: Renda**

Indicador: Geração de renda

O indicador “Geração de renda” do estabelecimento é condicionado pela tendência dos atributos da renda: segurança, estabilidade, distribuição e montante, avaliados segundo efeito causado pela atividade. O atributo segurança refere-se à garantia de obtenção da renda esperada; a estabilidade refere-se à distribuição temporal ou sazonal da renda; e a distribuição refere-se à partição da renda em salários pagos e ao montante do total da renda auferida no estabelecimento, sob efeito da atividade.

O indicador de maior alteração positiva captado no estudo foi a Geração de renda (15). Todos os seus componentes tiveram um grande aumento em virtude do uso da tecnologia entre os agricultores entrevistados. Essa alteração poderá ser mais detalhada no item seguinte relativo à avaliação de impacto econômico.

Indicador: Diversidade de fontes de renda

O indicador “Diversidade de fontes de renda” avalia as proporções de procedência da renda familiar do responsável ou administrador e dos empregados permanentes, incluindo-se os parceiros ou meeiros. Documenta-se a diversificação das origens da renda – aquelas ligadas às atividades agropecuárias e não agropecuárias no estabelecimento, à oportunidade de trabalho fora do estabelecimento, às ramificações empresariais e às aplicações financeiras auferidas em consequência da atividade. As diferentes origens da renda recebem ponderação variável, privilegiando-se as fontes de renda favorecidas pela atividade no âmbito do estabelecimento.

O ganho com a atividade produtiva desenvolvida em decorrência da adoção da tecnologia de alho-semente de alta qualidade sanitária e fisiológica, bem como do aporte fitotécnico colocado na região, possibilitou uma maior diversificação nas fontes de renda dos agricultores, especialmente na agropecuária. Com moderada alteração da diversificação, observou-se que muitos dos entrevistados reinvestiam boa parte dos recursos obtidos com a produção de alho na compra de gado para leite e carne, em detrimento de quaisquer investimentos bancários. Alguns entrevistados desenvolvem ainda atividades de produção de cachaça, mas sem muita interface com a produção de alho.

#### Indicador: Valor da propriedade

O indicador “Valor da propriedade” aponta se houve aumento ou redução do valor da terra decorrente da realização da atividade e suas consequências na propriedade, segundo causas locais ou causas externas a ela. As causas de alteração no valor da propriedade são representadas por investimentos em benfeitorias, qualidade e conservação dos recursos naturais; variações nos preços de produtos e serviços; conformidade com a legislação e melhorias em infraestrutura; e conformidade com políticas públicas e tributárias, todas consideradas de influência direta da atividade.

Nesse indicador, o componente de “Investimento e benfeitorias” foi o que mais se destacou na média do município. O valor das propriedades elevou-se em virtude das benfeitorias, como construção e reforma das casas dos agricultores. A mudança das condições de moradia permitiu uma valorização das propriedades. Em boa parte delas, a moradia se dava em barracos ou casebres de condições muito precárias, sendo agora substituídos por casas de alvenaria.

#### **Aspecto: Saúde**

#### Indicador: Segurança alimentar

O indicador “Segurança alimentar” busca estimar os efeitos da atividade para garantia do acesso à alimentação de qualidade, seja para aqueles envolvidos no processo produtivo (empregados e familiares), seja para a população em geral, representada pelos consumidores. Os componentes do indicador envolvem

a garantia da produção e a quantidade de alimento, que representam segurança de acesso diário (regularidade da oferta) ao alimento em quantidade adequada (suficiência da oferta), além da qualidade nutricional do alimento.

O indicador Segurança alimentar para os agricultores produtores de alho livre de vírus em Cristópolis, BA, sofreu um moderado aumento em todos os seus componentes. Todos relataram com satisfação o aumento do consumo de proteínas e frutas em suas casas. A alimentação para as crianças, jovens e adultos sofreu um incremento correspondente à necessidade de todos. O aumento da renda proporcionada pelo aumento da produção local do alho foi alegado como o principal motivo para a melhoria desse indicador entre os entrevistados.

### **Aspecto: Gestão e administração**

Indicador: Dedicção e perfil do responsável

O indicador de “Dedicção e perfil do responsável” inclui os atributos de gestão e qualificação do responsável diante da atividade desenvolvida. Os componentes de capacitação dirigida à atividade; horas de permanência no estabelecimento; engajamento familiar; uso de sistema contábil; modelo formal de planejamento; e sistema de certificação/rotulagem compõem o conjunto dos elementos desse indicador. As ponderações são destacadas para processos de capacitação e de permanência no estabelecimento, distribuídas igualmente nos demais atributos.

A gestão administrativa sofreu aumento moderado em dois componentes: capacitação dirigida à atividade e engajamento familiar. A capacitação para produção de alho-semente de alta qualidade sanitária e fisiológica foi promovida pela Embrapa Hortaliças, sendo reconhecida pelos agricultores. O engajamento familiar surgiu muito em virtude da demanda da cultura, especialmente pelo aumento da produtividade, o que demandou o envolvimento de familiares no processo produtivo.

Indicador: Condição de comercialização

O indicador “Condição de comercialização” inclui os atributos descritores da inclusão no mercado dos produtos obtidos na atividade avaliada. Considera-

se a realização de venda direta ou cooperada, processamento e armazenamento local, transporte próprio, propaganda e marca próprias, encadeamento com produtos e atividades anteriores, além de cooperação comercial com outros produtores locais.

No indicador em questão houve um aumento moderado nos atributos de armazenamento local e na cooperação com outros agricultores no local. O armazenamento, em geral, ainda é feito de maneira rudimentar. Após a cura, o alho é trançado em réstias de 50 bulbos de tamanho uniforme e armazenado em galpões ventilados. O aumento da produtividade e do volume de produção forçou a reforma ou a construção de locais mais apropriados. Além disso, alguns grupos de agricultores armazenam sua produção conjuntamente, facilitando, assim, o processo de transporte da lavoura ao armazém, o seu rastreamento e a sua comercialização.

### AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS: DESEMPENHO DA ATIVIDADE

De acordo com a metodologia empregada, o Índice geral de desempenho da atividade de produção de alho, a partir de alho-semente de alta qualidade sanitária e fisiológica, para a agricultura familiar no Município de Cristópolis alcançou valor igual a 1,07, de uma escala que vai de -15 a +15.

Entre todos os indicadores, o que apresentou resultado negativo foi o “Uso de insumos agrícolas e recursos”, que merece especial atenção para manejo e investigação de oportunidades de melhoria.

Vale salientar que, no entanto, em se tratando de uma atividade realizada com importante intensificação produtiva, já era esperado que os indicadores de consumo de insumos fossem afetados de forma negativa. Assim, torna-se evidente que a disponibilidade de fontes alternativas de insumos e a substituição de agrotóxicos por processos mais adequados de controle de doenças – mais baratos, de preferência disponíveis no estabelecimento e ecologicamente menos impactantes – podem trazer importantes vantagens para o sistema produtivo implantado.

Importantes impactos positivos foram indicados, em especial para Geração de renda; Segurança alimentar; Diversificação de fontes de renda; e

Qualidade do emprego. Assim, abrem-se valiosas oportunidades para agregação de valor a uma marca eventualmente consolidada para o produto no município ou em um determinado estabelecimento.

### AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS

Com exceção da região Norte, o alho é produzido em todas as outras regiões do País, destacando-se como principais produtores os estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Goiás e Bahia, na qual Cristópolis representa o terceiro polo de produção de alho.

Antes da introdução da nova tecnologia em 2002, as lavouras de alho do Município de Cristópolis, infectadas por viroses, apresentavam produtividade

**Tabela 3.** Evolução da produção de alho no Município de Cristópolis, BA, no período 2000–2006.

Variáveis/anos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Produtividade (t/ha)	5,0	5,0	4,5	4,5	4,5	7,0	7,0
Produção (t)	300	400	765	851	608	1.190	1.225
Área plantada (ha)	60	80	170	189	150	170	175

Fonte: IBGE (2008).

média de 5,0 toneladas. Com a efetiva adoção das sementes de alho livre de vírus, o município ganhou significativos saltos de produtividade, que alcançou 7,0 toneladas por unidade de área cultivada (ha) no ano de 2006.

A Tabela 3, a seguir, extraída de dados fornecidos pelo IBGE (2007), expressa os aumentos da produção, da área e da produtividade de alho de 2000 a 2006 no Município de Cristópolis, onde a adoção da tecnologia foi mais representativa.

Pela Tabela 3, pode-se visualizar a situação da produção de alho no Município de Cristópolis no ano 2001 e depois da introdução da tecnologia de produção do alho livre de vírus, a partir de 2002.

Observa-se que em 2005, ano da primeira safra comercial obtida no local a partir do alho-semente livre de vírus de alta qualidade sanitária e fisiológica, a produtividade da cultura do alho aumentou em 55,5% em relação ao ano anterior. Tal desempenho foi acompanhado pelo aumento da produção, que quase dobrou sem aumento expressivo da área plantada ou influências climáticas e fitossanitárias incomuns ao período analisado.

Um dado significativo diz respeito ao aumento da produção em 2005 (48,9%). Tal fato vem em decorrência da maior produtividade e da melhoria qualitativa do produto final, que produziu maior quantidade de bulbos de alho de classes (tipos 4, 5 e 6), registrando-se um aumento de até 80% no peso dos bulbos colhidos.

Quando comparado com outros comuns, o alho livre de vírus os superou, com um aumento da ordem de 15% a 30% na produtividade, para as cultivares “Cateto roxo” e “Amarante”. Outra vantagem foi a redução de custos da ordem de 12%, e a melhor qualidade, que adicionou um valor às sementes da ordem de 30%.

A transferência da nova tecnologia teve a contribuição das outras instituições, principalmente da Prefeitura Municipal de Cristópolis, da EBDA e dos próprios produtores de sementes de alho.

Inicialmente, em 2002, unidades de validação foram instaladas no Município de Cristópolis, na Bahia, com o apoio da Prefeitura Municipal na construção de telados, reprodução e repasse das sementes-alho livre de vírus para os produtores, caracterizando assim, o início de adoção da nova tecnologia nesse município. Nas iniciais unidades de validação instaladas nas áreas dos três primeiros produtores, os resultados comparativos entre o alho tradicional e a tecnologia foram, respectivamente, de 22 g para 31 g; 15,5 g para 20 g; e 4,5 g para 24 g. Com relação à porcentagem das classes 4 a 7, o resultado foi respectivamente: 73% para 92%; 0% para 45%; e 0% para 62%. As principais vantagens relativas da nova tecnologia foram em relação à produtividade mais elevada, à melhor qualidade dos bulbos e à redução de custos em razão da exigência da redução das aplicações de agrotóxicos.

Em 2006, para avaliar o comportamento da tecnologia de produção do alho livre de vírus na área dos produtores, sob o ponto de vista econômico, foram entrevistados diretamente 14 produtores, selecionados dentre adotantes

da nova tecnologia, sendo 10 produtores do Município de Cristópolis e 4 do Município de Boninal. A área total que esse grupo cultiva com alho livre de vírus somou 54,5 hectares. Observou-se que os produtores utilizam a nova tecnologia sem, contudo, inovar a base técnica dos sistemas de produção. As áreas totais das propriedades visitadas variaram de 3 a 8 hectares. Nessas propriedades, a maior parte das áreas é cultivada com alho (66,7%), em rotação com o feijão. A mandioca e o milho costumam ser culturas intercalares nas plantações de alho, que participam em média com 74,8% da produção e com 87,2% da renda total desses produtores. Dos produtores entrevistados, 95% são pequenos produtores que empregam a mão de obra da família. O número médio de membros da família dos produtores que trabalham nas lavouras de alho varia de três a quatro pessoas por safra. Em algumas fases da cultura, como a colheita e rastreamento, é comum os produtores contratarem de três a cinco trabalhadores temporários adicionais.

Levando-se em conta o preço médio recebido pelos produtores, de R\$ 3,50 por quilograma de sementes e bulbos comerciais, a produtividade média foi de 10,3 t/ha, obtida pela adoção, com custos de produção médios de R\$ 8 mil por hectare, gerando ganhos líquidos regionais de R\$ 28 mil por hectare.

Além dos pequenos produtores de sementes e de bulbos comerciais, a produção do alho livre de vírus vem beneficiando todos os segmentos da cadeia produtiva e, principalmente, as cooperativas e agroindústrias que detêm a preferência pelo acentuado sabor da cultivar Cateto Roxo, associado à ótima qualidade do produto comercial gerado pela nova tecnologia. Em 2004, de acordo com informações da EBDA, já existiam 80 hectares de alho livre de vírus na Bahia. Em 2006, considerando o total da área plantada com alho livre de vírus, a tecnologia acrescentou à renda regional um montante de R\$ 7,168 milhões.

Quanto aos destinos da produção, os bulbos comerciais são distribuídos nos mercados do Nordeste, e as sementes são utilizadas pelos próprios produtores para plantio das safras seguintes. As sementes livres de vírus em estoque excedente são, também, vendidas para cultivo dentro e fora do estado, contando com grande procura entre os agricultores do próprio município que já reconhecem os benefícios da nova tecnologia.

Uma das grandes vantagens da tecnologia consiste ainda no aumento da disponibilidade interna do produto, permitindo a inclusão dos consumidores de baixa renda, além das cooperativas e agroindústrias.

## CUSTO DA PESQUISA E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

Para calcular os custos da pesquisa, foram imputados os gastos com o tempo dispendido de cada pesquisador e pessoal operacional (técnicos agrícolas e demais trabalhadores). A pesquisa foi desenvolvida em parceria com instituições da Argentina. Entretanto, neste trabalho foram incluídos somente os custos incorridos pela Embrapa Hortaliças.

Dessa forma, os custos diretos da pesquisa envolvendo viagens para diagnósticos e gastos com limpeza de vírus nos laboratórios de virologia, cultura de tecidos e implantação de telados somaram 18,66% do total, reduzindo-se, gradativamente, com o tempo. A partir do ano de 2000, iniciou-se a implantação de unidades de validação no campo. No processo de transferência de tecnologia, consideraram-se as diárias de visitas de pesquisadores e pessoal da área de transferência até o lançamento da tecnologia em 2002. Após a validação e lançamento da tecnologia do alho livre de vírus, considerou-se que os produtores e instituições parceiras incorreram em custos iniciais complementares de R\$ 13,4 mil, com despesas de construção e instalação de telados, e custos adicionais com insumos e serviços para produção das sementes. Com o passar do tempo, esses custos foram reduzidos, quando os produtores começaram a cultivar suas próprias sementes em campo aberto.

Dessa forma, estimou-se que a tecnologia de produção do alho livre de vírus custou aos cofres públicos o valor de R\$ 2,62 mil, distribuído entre os componentes de pessoal (70,12%), custeio da pesquisa (18,66%), depreciações (0,55%), custos administrativos (3,73%) e transferência de tecnologia (6,94%).

## ESTIMATIVAS DOS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DA NOVA TECNOLOGIA

Considerando-se os fluxos de custos incorridos na geração e transferência de tecnologia desde 1992 até 2002 e os benefícios econômicos gerados pela Embrapa (70%) e contabilizados pela área de adoção da nova tecnologia,

calculou-se o valor atualizado dos investimentos em R\$ 6,04 milhões, sob a taxa de 8% ao ano (empréstimo BID para pesquisa). A relação custo/benefício calculada à taxa de desconto de 8% indica que a tecnologia foi significativamente compensadora para a sociedade, que se apropriou de benefícios de 5,76% por unidade de alocação. A taxa interna de retorno (TIR), calculada em 22,6% pela taxa de desconto por empréstimo internacional para pesquisa (8%), foi favorável do ponto de vista da eficiência da pesquisa. Isso indicou que, para a sociedade, os recursos públicos alocados no processo de geração e transferência da tecnologia de produção do alho livre de vírus foram mais rentáveis do que diversas alternativas de aplicação monetária no mercado financeiro, ou de capitais (Tabela 4).

**Tabela 4.** Fluxos de custos e benefícios econômicos da pesquisa do alho livre de vírus.

Ano	Custos de pesquisa (R\$)	Benefícios econômicos (R\$) <sup>(1)</sup>	Área de adoção (hectares)
1992	184.624	0	0
1993	198.151	0	0
1994	203.931	0	0
1995	208.509	0	0
1996	208.955	0	0
1997	218.804	0	0
1998	221.407	0	0
1999	284.344	0	0
2000	300.890	0	0
2001	294.748	0	0
2002	296.474	5.600	2
2003	0	25.600	4
2004	0	96.214	12
2005	0	750.712	80

<sup>(1)</sup> Custos calculados com base nos custos de projetos informados pelo SOF/Embrapa Hortaliças, e benefícios calculados pelo preço recebido pelos produtores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ação do poder público local e estadual constitui aspecto importante para o sucesso no uso da tecnologia. Não obstante os esforços empreendidos pelo poder público no apoio local a essa atividade, a falta de uma assistência técnica regular é tida ainda pelos agricultores e pelos próprios pesquisadores, que introduziram a tecnologia, como um fator limitante à disseminação desta.

Desde antes da introdução da tecnologia pela Embrapa Hortaliças, esse quadro se mostrava preocupante, o que motivou, à época, a criação de uma pasta municipal, com um técnico específico responsável pelo monitoramento, acompanhamento e treinamento dos agricultores. Ao longo do período em que o trabalho de validação da tecnologia foi conduzido, a estrutura de assistência técnica era baseada na contratação temporária de técnicos, com três pessoas num período de quatro anos, tendo havido uma lacuna de um extensionista qualificado a partir de 2006.

Outro importante elemento identificado ao longo dos anos refere-se a um grave conflito político-organizativo em torno de uma cooperativa local de processamento de pasta de alho. Já desde o ano de 2001, a cooperativa conta com todo o maquinário para implantação de um sistema integrado de produção de pasta de alho e temperos com base na produção dos agricultores familiares da região. Essa cooperativa encontra-se, segundo os entrevistados e o poder público local, inoperante. Esse quadro limita a produção de alho do município em virtude da sua capacidade potencial de processamento e de melhoria nos aspectos mercadológicos do produto. Soma-se a isso a ação ainda bastante presente de atravessadores que lançam os melhores preços aos bulbos que, teoricamente, deveriam ser utilizados como sementes para a próxima safra. Por causa da sua vulnerabilidade econômica, alguns agricultores acabam por ceder à pressão dos atravessadores e comercializam esse material, permanecendo com os bulbos de pior qualidade para uso como sementes para o ano seguinte.

A tecnologia de produção de alho, baseada no uso de alho-semente de alta qualidade sanitária e fisiológica, trouxe alterações significativas para vida dos agricultores familiares no município de Cristópolis, BA.

Apesar das limitações locais ao avanço dessa tecnologia, aqueles que optaram pelo uso da tecnologia tiveram uma melhoria em suas condições de renda, segurança alimentar, trabalho, moradia e gestão.

A nova tecnologia gerou significativos impactos econômicos, com incrementos de produtividade, redução de custos, expansão de área cultivada e valor agregado.

Também foi possível verificar que a tecnologia alcançou um desempenho ambiental favorável, merecendo consideração para divulgação e melhoria contínua, no intuito de ampliar as contribuições para o desenvolvimento social, ecológico e econômico do setor.

A continuidade do processo de difusão da tecnologia entre os agricultores do município deve ser priorizada em virtude da sua capacidade de geração de renda e promoção do desenvolvimento local.

Os aspectos relacionados à assistência técnica, ao uso de agrotóxicos e à gestão administrativa devem ser mais observados para a continuidade e aprimoramento do uso da tecnologia, sob risco de, caso isso não ocorrer, haver descontinuidade dos resultados obtidos até então.

Por fim, os resultados apresentados neste estudo podem ainda subsidiar processos mais amplos de planejamento e gestão, envolvendo elementos estratégicos de pesquisa e de desenvolvimento futuro com outras comunidades de agricultores familiares e instituições interessadas.

## REFERÊNCIAS

AVILA, A. F. D. (Org.) **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa**: metodologia de referência. Brasília, DF: Embrapa, 2001.

AVILA A. F. D. **Evaluation de a recherche agronomique au Bresil**: le cas de la recherche rizicole de l'IRGA au Rio Grande do Sul. 1981. 217 f. These (Docteur en Economie Rurale)– Faculte de Droit et des Sciences Sociales et Economiques, Universite de Montpellier I, Montpellier.

AYRES, C. H. S. **The contribution of agricultural research to soybean productivity in Brazil**. 1985. 140 f. Thesis (PhD)– University of Minnesota, St.Paul.

CARVALHO, M. G. Víroses do alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 142, p. 41-46, 1986.

CRUZ, E. R. da; AVILA, A. F. D. **Retorno dos investimentos da Embrapa em pesquisa na área de abrangência do Projeto Bird I**. Brasília, DF: Embrapa-DEP, 1985. 19 p. (Embrapa-DEP. Documentos, 19).

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

DUSI, A. N.; FAJARDO, T. V. M.; CUPERTINO, F. P. Serological identification of garlic (*Allium sativum* L.) viruses in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, p. 198, 1994. Suplemento.

DUSI, A. N. **Desenvolvimento de tecnologia de produção de alho-semente livre de vírus**: fase III. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2004. 142 p. (Embrapa Hortaliças. Série Documentos, 76).

DUSI, A. N.; RESENDE, F. V.; MELO, W. F. de; RESENDE, R.; TORRES, A. C.; BUSO, J. A. **Produção de alho livre de vírus**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2002. Relatório de pesquisa.

DUSI, A. N. **Desenvolvimento de tecnologia de produção de alho-semente livre de vírus**: fase III. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2004. Relatório Final de projeto.

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

EVENSON, R. E. Observations of Brazilian agricultural research and productivity. **Revista De Economia Rural**, Brasília, DF, v. 20, n. 3, p. 67-401, 1982.

EVENSON, R. E.; CRUZ, E. R. da; AVILA, A. F. D.; PALMA, V. **Economic evaluation of agricultural research**: methodologies and Brazilian applications. New Haven: Economic Growth Center-Yale University; [Brasília, DF]: Embrapa, 1987. p. 128-156.

EVENSON, R. E.; AVILA, A. F. D. Productivity Change in the Brazilian Grain Sector and Agricultural Research Role. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 34, n. 2, p. 93-109, 1995.

EMBRAPA. Secretaria de Administração Estratégica. **Economic evaluation of Embrapa's research in international and global context**: an institutional and programmatic technology assessment approach: second progress report. Brasília, DF: Embrapa-SEA: IFPRI, 1999.

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

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica**. São Paulo: Atlas, 1998. 409 p.

IBGE. **Produção, produtividade, área plantada e valor da produção do alho no município de Cristópolis-BA nos anos de 2000 a 2006**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em> 22 de mar. 2008.

- KISLEV, Y.; HOFFMAN, M. Research and productivity in wheat in Israel. **Development Studies**, London, UK, v. 14, p. 166-81, 1978.
- KITAMURA, P. C.; SOUZA, A.; CONTO, A.; RODRIGUES, F. M.; OLIVEIRA, J.; REZENDE, J. C.; VILELA, N. J.; TINOCO, P.; ALVES, P. M.; BRAGA, R.; CARVALHO, R. A. **Avaliação regional dos impactos sociais e econômicos da pesquisa da Embrapa**: Região Amazônica. Brasília, DF, Embrapa-DPU, 1989. 57 p. (Embrapa-SEP. Documentos, 38).
- LANZER, E. A.; AMBROSI, I.; DOSSA, D.; FREIRE, L. M.; GIROTTO, A.; HOEFELICH, V.; REIS, P.; OSÓRIO, V. F.; PORTO, V. H. F.; SOUZA, S. X.; TRINDADE, A. M. **Avaliação regional dos impactos sociais e econômicos da pesquisa da Embrapa**: Região Sul. Brasília, DF: Embrapa-DPU, 1989. 40 p. (Embrapa-SEP. Documentos, 45).
- MELO, W. F. de. **Inovação tecnológica na agricultura**: condicionantes da dinâmica da tecnologia “alho-semente livre de vírus” nas regiões de Cristópolis e Boninal, na Bahia. 2008. 103 f. Dissertação (Mestrado)–Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- RESENDE, F. V.; DUSI, A. N.; DE MELO, W. F. **Recomendações básicas para a produção de alho em pequenas propriedades**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2004. 11 p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado técnico, 22).
- RESENDE, F. V.; TORRES, A. C. ; BUSO, J. A. ; ORÍLIO, A. F. ; DUSI, A. N. **Avaliação de um sistema de produção própria de alho-semente de alta qualidade sanitária e fisiológica por pequenos produtores da Bahia**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44., 2004, Campo Grande, MS. **Resumos...** Jaboticabal, SP: Sociedade de Olericultura do Brasil, 2004. 1 CD-ROM.
- RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: um sistema de avaliação para o contexto institucional de P&D. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 19, n. 3, p. 349-375, 2002.
- ROESSING, A. C. **Taxa interna de retorno dos investimentos em pesquisa de soja**. Londrina: Embrapa, 1984. 37 p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 6).
- TORRES, A. C. ; DUSI, A. N.; RESENDE, R.; BUSO, J. A. **Produção de alho-semente com alta qualidade fitossanitária mediante cultura de ápices caulinares**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2001. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 14).
- TOSTERUD, R. J.; GILSON, J. C.; HANNAH, A. E.; STEFANSSON, B. R. Benefit cost evaluation of research relating to the development of selkirk wheat and target rapeseed. In: SYMPOSIUM ON AGRICULTURAL RESEARCH, 1., 1971, [S.l.]. **Proceedings...** [Winnipeg]: University of Manitoba, 1973. v. 1, p. 149-199. (Farm Management Occas. Series, 4).
- VIGLIZZO, E. **Sistema base para avaliação e eco-certificação de atividades rurais**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 39 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 37).

