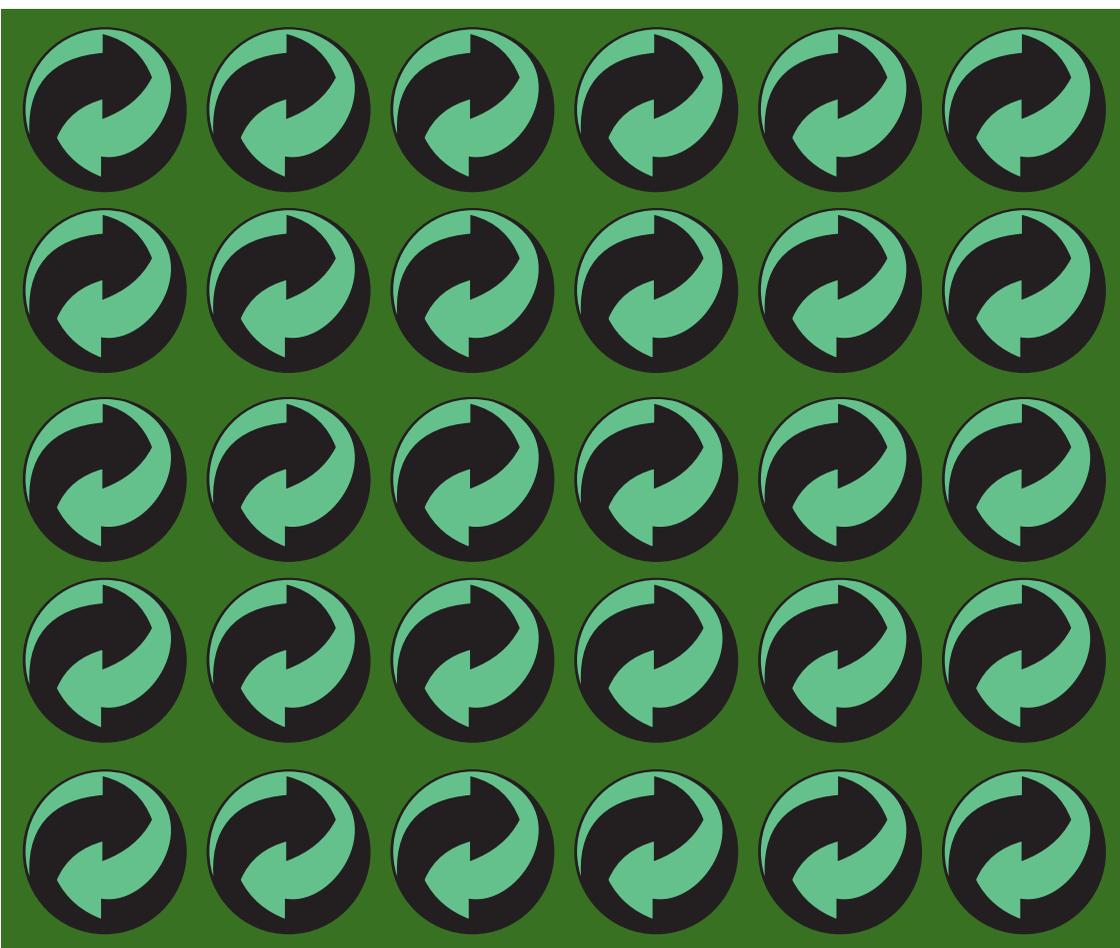


Avaliação dos Impactos da Pesquisa da Embrapa: Uma Amostra de 12 Tecnologias



ISSN 1679-4680

Dezembro, 2006

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Secretaria de Gestão e Estratégia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 13

Avaliação dos Impactos da Pesquisa da Embrapa: Uma Amostra de 12 Tecnologias

*Marília Castelo Magalhães
Graciela Luzia Vedovoto
Luiz José Maria Irias
Rita de Cássia Milagres Teixeira Vieira
Antonio Flavio Dias Ávila*
Editores Técnicos

Secretaria de Gestão e Estratégia
Brasília, DF
2006

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Secretaria de Gestão e Estratégia (SGE)
Edifício-Sede da Embrapa
Parque Estação Biológica (PqEB), Av. W3 Norte (final)
Caixa Postal 040315
CEP 70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4468
Fax: (61) 3347-4480

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *José Geraldo Eugênio de França*
Secretária: *Maria Helena Kurihara*
Secretária-Adjunta: *Maria da Conceição Guanieri Leite*

Membros:

Antônio Maria Gomes de Castro
Assunta Helena Sicoli
Ivan Sergio Freire de Sousa
Levon Yeganiantz
Rosa Maria Alcebiades Ribeiro

Coordenação editorial: *Fernando do Amaral Pereira*
Mayara Rosa Carneiro
Lucilene Maria de Andrade

Revisão de texto: *Francimary de Miranda e Silva*
Normalização bibliográfica: *Graciela Olivella Oliveira*
Editoração eletrônica: *Wamir Soares Ribeiro Júnior*
Ilustração da capa: *Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

1ª edição

1ª impressão (2006): 500 exemplares

Todos os direitos reservados

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Informação Tecnológica

Avaliação dos impactos da pesquisa da Embrapa: uma amostra de 12 tecnologias / editores técnicos, Marília Castelo Magalhães, Graciela Luzia Vedovoto, Luiz José Maria Irias, Rita de Cássia Milagres Teixeira Vieira, Antonio Flavio Dias Ávila. –

Brasília, DF : Secretaria de Gestão e Estratégia, 2006.

243p. – (Documentos / Embrapa. Secretaria de Gestão e Estratégia, ISSN 1679-4680 ; 13).

1. Agronegócio. 2. Impacto ambiental. 3. Impacto econômico. 4. Instituição de pesquisa. 4. Tecnologia. I. Magalhães, Marília Castelo. II. Vedovoto, Graciela Luzia. III. Irias, Luiz José Maria. IV. Vieira, Rita de Cássia Milagres Teixeira. V. Ávila, Antonio Flavio Dias. VI. Embrapa. Secretaria de Gestão e Estratégia. VII. Série.

CDD 630.72

© Embrapa 2006

Editores Técnicos

Marilia Castelo Magalhães

Economista, M.Sc. em Gestão Econômica do Meio Ambiente,
analista da Secretaria de Gestão e Estratégia da Embrapa, Brasília, DF,
mariliacm@gmail.com

Graciela Luzia Vedovoto

Economista, M.Sc. em Desenvolvimento Sustentável,
analista da Secretaria de Gestão e Estratégia da Embrapa, Brasília, DF,
graciela.vedovoto@embrapa.br

Luiz José Maria Irias

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Economia Rural, pesquisador da Embrapa
Meio Ambiente, Jaguariúna, SP,
irias@cnpma.embrapa.br

Rita de Cássia Milagres Teixeira Vieira

Engenheira agrônoma, doutora em Economia Rural, coordenadora geral de
agronegócios, Ministério de Desenvolvimento Social (MDS), Brasília, DF,
rita.milagres@desenvolvimento.gov.br

Antonio Flavio Dias Ávila

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Economia Rural, pesquisador da Secretaria
de Gestão e Estratégia da Embrapa, Brasília, DF,
flavio.avila@embrapa.br

Autores

Ademir Francisco Giroto

Economista, M.Sc. em Economia Rural, pesquisador da Embrapa Suínos e
Aves, Concórdia, SC,
afgirotto@cnpsa.embrapa.br

Adriana Marlene Moreno Pires

Engenheira agrônoma, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, adriana@cnpma.embrapa.br.

Adriano Lincoln Albuquerque Mattos

Engenheiro agrônomo, M.Sc. em Economia Aplicada, analista da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, adriano@cnpat.embrapa.br

Airton Manzano

Engenheiro agrônomo, Ph.D em Nutrição Experimental, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, airton@cppse.embrapa.br

Alcido Elenor Wander

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Economia Rural, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, awander@cnpaf.embrapa.br

Anna Cristina Lanna

Química, D. Sc. em Fisiologia Vegetal, pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, aclanna@cnpaf.embrapa.br

Antonio Flavio Dias Ávila

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Economia Rural, pesquisador da Secretaria de Gestão e Estratégia da Embrapa, Brasília, DF, flavio.avila@embrapa.br

Antonio Souza do Nascimento

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Entomologia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, BA, antnasc@cnpmf.embrapa.br

Artur Chinelato de Camargo

Engenheiro Agrônomo, Doutorado em Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, artur@cppse.embrapa.br

Bonifácio Hideyuki Nakasu

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Melhoramento Genético de Fruteiras,

pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS,
boni@cpact.embrapa.br

Carlos Estevão Leite Cardoso

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Economia Aplicada, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, BA,
estevao@cnpmf.embrapa.br

Carlos Magri Ferreira

Engenheiro agrônomo, M.Sc. em Economia Aplicada, analista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO,
magri@cnpaf.embrapa.br

Claudenor Pinho de Sá

Engenheiro agrônomo, M.Sc. em Economia Rural, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC,
claude@cpafac.embrapa.br

Clayton Campanhola

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Entomologia, Gerente Geral da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, Brasília, DF,
clayton.campanhola@abdi.com.br

Clóvis Oliveira de Almeida

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Economia Aplicada, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, BA,
calmeida@cnpmf.embrapa.br

Elsio Antônio Pereira de Figueiredo

Zootecnista, Ph.D. em Melhoramento Animal, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, elsio@cnpsa.embrapa.br

Francisco Carlos da Rocha Gomes

Economista, Especialista em Análise de Sistemas, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC,
fcarlos@cpafac.embrapa.br

Francisco Fábio de Assis Paiva

Engenheiro agrônomo, M.Sc. em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE,
fabbio@cnpat.embrapa.br

Geraldo Stachetti Rodrigues

Ecólogo, Ph.D. em Ecologia e Biologia Evolutiva, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP,
stacheti@cnpma.embrapa.br

Graciela Luzia Vedovoto

Economista, M.Sc. em Desenvolvimento Sustentável, analista da Secretaria de Gestão e Estratégia da Embrapa, Brasília, DF,
graciela.vedovoto@embrapa.br

Honorino Roque Rodigheri

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Economia, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR, honorino@cnpf.embrapa.br

Jarbas Yukio Shimizu

Engenheiro florestal, Ph.D. em Genética Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR,
jarbas@cnpf.embrapa.br

João Carlos Medeiros Madail

Economista, M.Sc. em Economia Rural, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, madail@cpact.embrapa.br

José Alexandre Freitas Barrigossi

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Entomologia, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO,
alex@cnpaf.embrapa.br

José Francisco Martins Pereira

Engenheiro agrônomo, M.Sc. em Fitotecnia em Fruticultura de Clima Temperado, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS,
jfmp@cpact.embrapa.br

José Lincoln Pinheiro Araújo

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Economia Agroalimentar, pesquisador da Embrapa Semi-Árido, Petrolina, PE,
lincoln@cpatsa.embrapa.br

Júlio César Palhares

Zootecnista, D. Sc. em Ciências Ambientais, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC,
palhares@cnpesa.embrapa.br

Loiva Maria Ribeiro de Mello

Economista, M. Sc. em Economia Rural, pesquisadora da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, loiva@cnpuv.embrapa.br

Luciano Gebler

Engenheiro agrônomo, M.Sc. em Engenharia Ambiental, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Vacaria, RS, lugebler@cnpuv.embrapa.br

Luiz Clovis Belarmino

Engenheiro agrônomo, M.Sc. em Fitotecnia e em Economia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, belarmin@cpact.embrapa.br.

Luiz José Maria Irias

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Economia Rural, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, irias@cnpma.embrapa.br

Maria Cléa Brito de Figueiredo

Analista de sistemas, M.Sc. em Desenvolvimento Sustentável, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, clea@cnpat.embrapa.br

Maria do Carmo Bassols Raseira

Engenheira agrônoma, Ph.D. em Melhoramento Genético Vegetal, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, bassols@cpact.embrapa.br

Marilia Castelo Magalhães

Economista, M.Sc. em Gestão Econômica do Meio Ambiente, analista da Secretaria de Gestão e Estratégia da Embrapa, Brasília, DF, mariliacm@gmail.com

Morsyleide de Freitas Rosa

Engenheira química, D.Sc. em Tecnologia de Processos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, morsy@cnpat.embrapa.br

Nelson Nogueira Barros

Médico veterinário, M.Sc. em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Caprinos, Sobral, CE, nelson@cnpc.embrapa.br

Nirlene Junqueira Vilela

Economista, M. Sc. em Economia Rural, pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF,
nirlene@cnph.embrapa.br

Odo Primavesi

Engenheiro agrônomo, Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP,
odo@cppse.embrapa.br

Oscar Tupy

Veterinário, D. Sc. em Ciências em Economia Aplicada, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP,
tupy@cppse.embrapa.br

Paulo Choji Kitamura

Engenheiro agrônomo, D. Sc. em Economia, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP,
kitamura@cnpma.embrapa.br

Pedro Felizardo Adeodato de Paula Pessoa

Administrador de empresas, M. Sc. em Economia, Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, pedro@cnpat.embrapa.br

Péricles de Carvalho F. Neves

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Genética, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, pericles@cnpaf.embrapa.br

Rodrigo Siedler de Melo

Graduando de Comércio Exterior, estagiário da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS,

Roberto Alonso Silveira

Engenheiro florestal, B.Sc., consultor da Embrapa Florestas, Colombo, PR,

Apresentação

Nos últimos anos, o agronegócio tem apresentado desempenho extraordinário. O setor tem passado por transformações econômica, social e ambiental decorrentes da aceleração da competição global, da ampliação da demanda e oferta por produtos agroindustriais diferenciados e de avanços científicos e tecnológicos.

A Embrapa tem contribuído decisivamente para a modernização e desenvolvimento do agronegócio brasileiro. Nos cenários internacional e nacional, a pesquisa gerada pela Embrapa e por suas parceiras tem promovido aumento da competitividade dos produtos brasileiros, ampliação de novos mercados, além de contribuir para a preservação do meio ambiente e conquista de maior equidade entre os agentes e regiões do País.

A experiência da Embrapa no desenvolvimento de tecnologia para a agricultura e para o agronegócio é reconhecida dentro e fora do País. Tecnologias geradas têm sido fundamentais na redução dos custos, no aumento de produtividade, na melhoria da qualidade de alimentos e matérias-primas, e na obtenção da sustentabilidade da produção e dos recursos naturais.

Consciente de seu papel no desenvolvimento do País, a Empresa procura constantemente avaliar o cumprimento de sua missão de viabilizar soluções por meio de geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias. Para isso desenvolve ações de modo a identificar impactos de sua pesquisa na área econômica, social e ambiental. Saber se efetivamente os produtos da pesquisa redundam em impactos e benefícios para a sociedade é evidência necessária para constatar a efetividade do processo e do sucesso da Empresa.

Com a finalidade de explicitar esses impactos das tecnologias geradas pela Embrapa, os pesquisadores da Empresa vêm se preocupando em desenvolver e aprimorar métodos de análise que permitam a mensuração dos impactos

econômicos, sociais e ambientais. Graças aos esforços de avaliação de impacto de tecnologias, a Empresa pode melhor precisar o resultado de suas pesquisas para o desenvolvimento sustentável do agronegócio e identificar aspectos não desejáveis para a sociedade e para a conservação e uso dos recursos naturais.

Como parte do processo de elaboração do projeto Agrofuturo – um projeto de fortalecimento da pesquisa agropecuária, financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) –, foi exigido que fosse feita a avaliação de impacto econômico e ambiental de uma amostra de tecnologias geradas pela Empresa, nos últimos anos. Foram selecionadas 12 tecnologias, geradas por 12 distintos centros de pesquisa.

Identificação da tecnologia

Eucalyptus benthamii – tolerante a geadas severas
Cultivar de Arroz de Terras Altas ‘Primavera’
Recomendação do cultivo de pimenta-longa para a produção de óleos essenciais, ricos em safról
Galinha colonial poedeira ‘Embrapa 051’
Uva ‘Niágara Rosada’ para regiões tropicais
Terminação de cordeiros em confinamento
Cultivar de pêssego ‘Maciel’ – duplo propósito
Minifábrica de processamento de castanha-de-caju
Produção integrada de manga
Cenoura ‘Brasília’
Técnicas de produção intensiva aplicadas às propriedades familiares produtoras de leite
Manejo integrado de moscas-das-frutas: monitoramento populacional e tratamento hidrotérmico

Centro de pesquisa

Embrapa Florestas
Embrapa Arroz e Feijão

Embrapa Acre
Embrapa Suínos e Aves
Embrapa Uva e Vinho
Embrapa Caprinos
Embrapa Clima Temperado
Embrapa Agroindústria Tropical
Embrapa Semi-Árido
Embrapa Hortaliças

Embrapa Pecuária Sudeste

Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical

Para atender a essa demanda foi feito um esforço conjunto entre a Secretaria de Gestão e Estratégia, a equipe técnica do BID envolvida com o Agrofuturo e os técnicos dos centros de pesquisa envolvidos com tais tecnologias. Todas as tecnologias foram avaliadas usando-se uma mesma metodologia, seja do ponto de vista econômico, quanto ambiental. O fruto desse trabalho integrado é apresentado neste documento.

Ao publicar este documento, a Secretaria de Gestão e Estratégia (SGE) busca não só difundir os resultados obtidos, mas, sobretudo, reforçar perante à sociedade a importância em realizar avaliações de impactos de tecnologias e tornar essa prática mais conhecida e sujeita a maiores discussões no meio da pesquisa agropecuária. Entretanto, vale ressaltar que tais avaliações individuais ainda deverão passar por um aprimoramento, uma vez que é intenção da SGE de estimular todos os autores para que publiquem seus trabalhos em periódicos indexados e os apresentem em congressos, visando divulgar e buscar melhorias que permitam o contínuo aperfeiçoamento deste tipo de trabalho na Empresa.

Evandro Chartuni Mantovani
Chefe da SGE

Sumário

Avaliação de Impactos Econômicos das Tecnologias da Embrapa	13
Metodologia de Avaliação de Impactos de Inovações Tecnológicas Agropecuárias:	
Dimensão Ecológica (Sistema Ambitec)	23
<i>Eucalyptus benthamii</i> – Tolerante a geadas severas	59
Cultivar de Arroz de Terras Altas “Primavera”	73
Recomendações do Cultivo de Pimenta-Longa para a produção de Óleos Essenciais, Ricos em Safrol	87
Galinha Colonial Poedeira Embrapa 051	103
Uva Niágara Rosada para Regiões Tropicais	117
Terminação de Cordeiros em Confinamento	129
Cultivar de Pêssego Maciel – Duplo Propósito	141
Minifábricas de Processamento de Castanha-de-Caju	153
Produção Integrada de Manga	169
Cenoura ‘Brasília’	181
Técnicas de Produção Intensiva Aplicadas às Propriedades Familiares Produtoras de Leite	199
Manejo Integrado de Moscas-das-frutas: Monitoramento Populacional e Tratamento Hidrotérmico	221
Síntese e Conclusões	233
Anexos	241

Avaliação de Impactos Econômicos das Tecnologias da Embrapa

*Marilia Castelo Magalhães
Graciela Luzia Vedovoto
Antonio Flavio Dias Ávila*

Introdução

O último grande esforço de avaliação de impactos de tecnologias realizado na Embrapa está em andamento desde o ano 2000 e reúne todas as Unidades Descentralizadas da Empresa, sob a coordenação da Sede. Cada Unidade da Embrapa é responsável por avaliar tecnologias desenvolvidas por seus pesquisadores não apenas sob o aspecto econômico, mas também ambiental e social. Procura-se, dessa forma, investigar os benefícios que a pesquisa da Embrapa gera para os produtores e consumidores, assim como analisar os aspectos a serem aprimorados e oferecer aos tomadores de decisões subsídios na hora de alocar os recursos entre as diversas alternativas.

Neste capítulo é apresentado um resumo da metodologia de avaliação de impactos econômicos utilizada na Embrapa e, portanto, na avaliação das 12 tecnologias apresentadas nos capítulos seguintes.

Avaliação de impactos econômicos

Estudos de avaliação de impactos econômicos têm um papel fundamental para instituições de pesquisa agropecuária já que visam apresentar justificativas para os recursos alocados na pesquisa, assim como promover o uso eficiente desses recursos. De maneira geral, esses estudos buscam verificar se os custos da pesquisa são compensados pelos ganhos para a sociedade e incentivar o melhor uso dos recursos destinados à pesquisa agrícola.

As avaliações de impacto econômico podem ser do tipo *ex-ante*: que objetivam estimar os potenciais impactos da pesquisa, orientando assim a definição de prioridades; e do tipo *ex-post* para avaliar os impactos já gerados pela pesquisa. Neste estudo, são realizadas avaliações *ex-post*, ou seja, de tecnologias que já estão sendo adotadas. No entanto, como são tecnologias relativamente novas, é inevitável realizar projeções de benefícios para o futuro, considerando que os benefícios da pesquisa agrícola aparecem geralmente em longo prazo, ao contrário dos custos da pesquisa que são mais imediatos. Dessa forma, as avaliações são *ex-post*, mas com elementos de uma avaliação *ex-ante*.

A base conceitual utilizada é a do método do excedente econômico, onde o período de tempo analisado é de 15 anos para culturas anuais e 25 anos para culturas perenes, salvo casos especiais devidamente justificados.

Método do excedente econômico

O excedente econômico é uma medida do bem estar da sociedade. Como pode ser visto na Fig. 1, o consumidor paga o preço de equilíbrio P^* para a quantidade de equilíbrio X^* . No entanto, ele estaria disposto a pagar preços maiores para as unidades de consumo que estão a esquerda de X^* . A diferença entre o que o consumidor estaria disposto a pagar e o que realmente paga é denominada de excedente do consumidor (EC). Na Fig. 1, é a área EC que compreende a diferença entre todas as unidades consumidas até a quantidade de equilíbrio onde o preço pago pelo consumidor se iguala a sua disponibilidade a pagar.

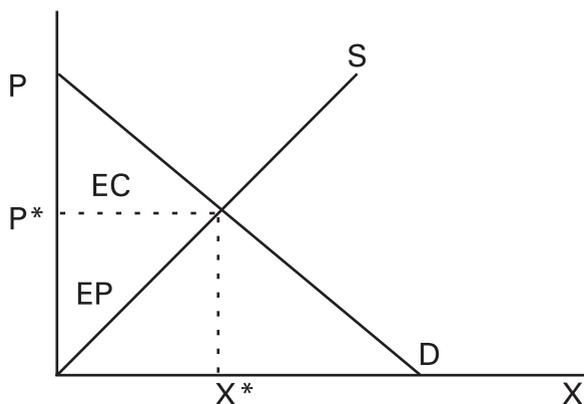


Fig. 1. Excedente econômico.

A curva de oferta mostra as quantidades de um bem que são ofertadas nos diferentes preços. O excedente do produtor mede a diferença entre o valor que o produtor estaria disposto a receber pelo seu produto e o que realmente recebe no mercado. Dessa forma, é a diferença entre o preço de mercado e o custo marginal de cada unidade vendida, sendo representado no gráfico pela área EP.

Quando a pesquisa desenvolve uma tecnologia que, sendo adotada, leva ao aumento de produtividade ou queda nos custos de produção, ocorre um deslocamento da curva de oferta para a direita¹. Esse deslocamento afeta o excedente do produtor e do consumidor. Para os produtores, existe um ganho devido à queda nos custos de produção representado na Fig. 2 pela área A. No entanto, os produtores passam a receber um preço menor, já que menores custos aumentam a quantidade ofertada, perdendo assim a área B. A área $A - B$ será positiva dependendo da elasticidade das curvas de oferta e demanda. Quanto mais elástica a demanda, maior será o ganho do produtor, já que o consumidor responderá pela queda do preço. Os produtos para exportação obtêm uma demanda mais elástica do que, por exemplo, os produtos para programas assistencialistas do governo que compõem uma demanda mais inelástica. Já os consumidores sempre ganham. Eles são beneficiados com a área $B + C$ devido à queda dos preços. O ganho líquido para a sociedade é então a área $A + C$.

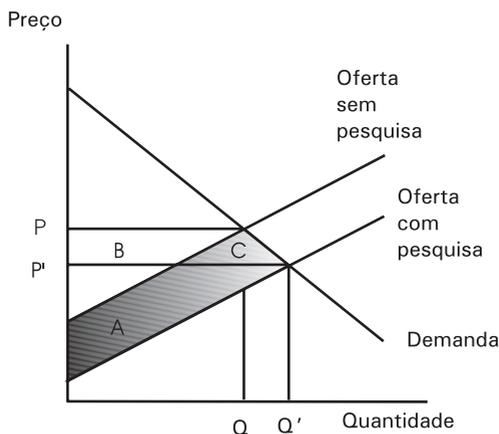


Fig. 2. Excedente econômico gerado pela adoção de inovações tecnológicas.

¹ Por questões de simplificação e praticidade, está sendo considerada curva de oferta linear e o deslocamento da oferta sendo paralelo.

Estimar a taxa de deslocamento da curva de oferta “sem pesquisa” para a curva de oferta “com pesquisa” (ou seja, as variações nos excedentes do consumidor e produtor) é o objetivo a ser alcançado. É importante observar que o que deve ser estimado é o deslocamento da oferta de uma situação sem pesquisa para uma situação com pesquisa e não antes e depois da introdução da inovação. Muitas vezes, a pesquisa é desenvolvida para manter índices de produtividade, por exemplo, ao invés de aumentar esses indicadores. Pesquisas de controle de pragas podem ser enquadradas nesse caso. Ao estimar esse deslocamento, ou seja, a área $A + C$, busca-se conhecer os benefícios que a pesquisa traz para a sociedade.

Variáveis necessárias

Para estimar a área $A + C$, uma das variáveis fundamentais é o custo de adoção da tecnologia. O custo de adoção deve ser subtraído dos ganhos gerados, já que é um custo que o agricultor não tinha. São incluídos nesses custos: aumento de gastos com mão-de-obra, compra de insumos (fertilizantes, sementes, etc.), gastos com bens de capital, com animais, etc. Dessa forma, o deslocamento da curva de oferta deve ser feito considerando os ganhos de adoção menos os custos dessa adoção.

Outras variáveis necessárias para estimar a taxa de deslocamento da oferta e, dessa forma, os benefícios gerados pela pesquisa são: as quantidades e preços de equilíbrio antes e depois da inovação, os ganhos de produtividade devido à inovação, os níveis de adoção e as elasticidades da oferta e demanda. Para os trabalhos de avaliação da Embrapa, outra variável muito importante é a porcentagem de participação da instituição no desenvolvimento e transferência das tecnologias. As avaliações realizadas na Embrapa visam estimar os impactos positivos que a instituição gera, dessa forma devem ser descontados os benefícios econômicos gerados por instituições parceiras no desenvolvimento das tecnologias e por conhecimentos prévios.

A escolha e a organização dos dados que serão utilizados para estimar os benefícios econômicos da pesquisa é o fator essencial para a realização de uma avaliação de impactos com credibilidade. A falta de recursos de uma instituição pode prejudicar esta fase, podendo ocorrer, por exemplo, a substituição de visitas de campo, onde o real impacto sobre o produtor será observado, pela estimativa de dados pelo pesquisador. Se esta estimativa não for bem fundamen-

tada, todo o exercício de avaliação fica comprometido. A institucionalização de um sistema de dados, se o objetivo é internalizar a prática de avaliação de impactos, dessa forma, é fundamental.

Variantes do método do excedente econômico

Análises de sensibilidade das elasticidades da oferta e demanda mostram que esses indicadores têm pouca influência na lucratividade da pesquisa. Assim, os valores escolhidos para as elasticidades têm menos influência nos resultados que os outros parâmetros, como, por exemplo, os ganhos de produtividade, custos de adoção, preço de mercado, taxas de adoção, etc. (MASTERS et al., 1996).

Partindo dessa constatação, as avaliações de impacto econômico da Embrapa, inclusive as apresentadas neste trabalho, adotam uma metodologia que é uma variante do método do excedente econômico. Na verdade, a hipótese considera duas variantes, a primeira para impactos que geram aumento da produção (ganhos de rendimentos ou expansão de área). Neste caso, considera-se curva de demanda perfeitamente elástica e curva de oferta perfeitamente inelástica. Conforme a Fig. 3, o excedente gerado é área Q_0xyQ_1 .

A segunda variante abrange os casos em que a inovação tecnológica leva à redução de custos. Para esses casos, as curvas de oferta são perfeitamente elásticas e a curva de demanda perfeitamente inelástica. A área P_1xyP_2 corresponde ao excedente econômico (Fig. 4).

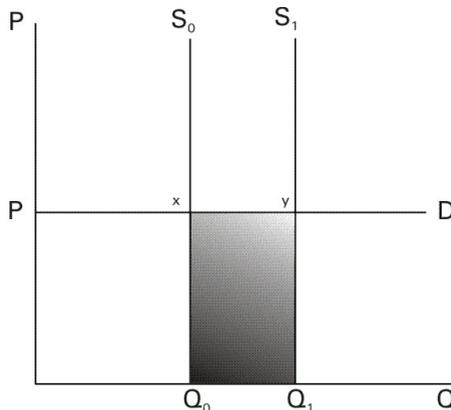


Fig. 3. Excedente econômico pela adoção de inovações que aumentam a produção.

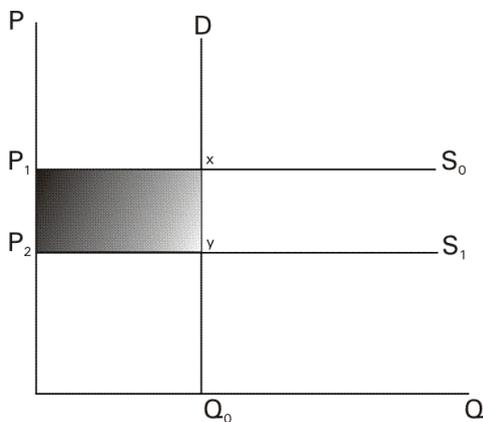


Fig. 4. Excedente econômico pela adoção de inovações que reduzem custos de produção.

Coleta de dados

A partir dessas variantes, a Embrapa desenvolveu tabelas para sistematizar o processo de coleta de dados e de cálculo dos impactos das tecnologias (ÁVILA, 2001). Tais tabelas foram construídas com base na experiência da Empresa, no uso do método do excedente econômico, de acordo com as variantes apresentadas nas Fig. 3 e 4 e levam em conta quatro tipos de impactos: incremento de produtividade, redução de custos de produção, expansão da produção em novas áreas e ganhos com agregação de valor.

A Tabela A1 (do anexo) refere-se aos ganhos decorrentes dos incrementos de produtividade gerados pela adoção da inovação tecnológica. Um exemplo é a adoção de novas cultivares. O benefício econômico gerado pela Embrapa é estimado a partir da comparação do rendimento sem o uso da tecnologia e com o uso da tecnologia, levando em consideração o preço que o produtor recebe, o custo adicional da adoção da tecnologia, a participação da Embrapa no desenvolvimento e transferência dessa tecnologia e a área de adoção.

É fundamental que a estimativa do rendimento com a adoção da tecnologia seja feita baseada nos ganhos que os produtores obtiveram e não em testes e experimentos. Os produtores enfrentam condições adversas, como: clima, pragas, falta de crédito, etc., de forma que os resultados obtidos nas estações

experimentais podem não mostrar a realidade e o real impacto da nova tecnologia sobre os produtores.

A Tabela A2 (do anexo) refere-se aos ganhos decorrentes da redução do custo de produção devido ao uso da nova tecnologia. Tem-se como exemplo as tecnologias que visam o controle de pragas na agricultura. Os indicadores utilizados são a comparação do custo anterior com o custo após a adoção da tecnologia, a participação da Embrapa e a área de adoção. As estimativas dos custos também devem ser feitas nas propriedades rurais, buscando isolar a economia obtida de outros fatores, ou seja, apenas devido à adoção da nova tecnologia.

A Tabela A3 (do anexo) mostra os ganhos resultantes da possibilidade de produzir em áreas anteriormente impróprias para o cultivo, ou seja, expandir a produção em novas áreas. O objetivo, neste caso, é calcular a renda adicional obtida pelo uso da nova tecnologia, ou seja, comparar a renda anterior nas propriedades, onde provavelmente havia outra cultura no lugar, com a nova renda. Além disso, deve ser estimada a participação da Embrapa e a área de expansão. Dessa forma, chega-se ao benefício econômico gerado pela Embrapa, devido ao uso da nova tecnologia.

A Tabela A4 (do anexo) refere-se aos ganhos com agregação de valor obtidos devido ao uso de novas tecnologias. Estes ganhos se referem, por exemplo, à adoção de tecnologias de processamento de determinado produto, ou seja, à agroindustrialização. A renda sem agregação é comparada à renda com agregação, considerando a participação da Embrapa e a área de adoção para estimar o benefício econômico.

Custos da pesquisa

Uma outra etapa tão importante quanto à mensuração dos benefícios gerados pela pesquisa é o cálculo dos custos da pesquisa. Os benefícios devem ser comparados com os custos para que seja analisada a viabilidade econômica da pesquisa.

Os custos envolvem todos os gastos necessários para realizar a pesquisa, com exceção daqueles que teriam sido feitos de qualquer forma (MASTERS et al., 1996). Assim, os custos devem incluir todos os gastos referentes à pesquisa,

desenvolvimento e transferência de tecnologia (no caso deste estudo, apenas as realizadas pela Embrapa).

Pardey et al. (2004) ao avaliarem benefícios e custos da pesquisa de melhoramento de variedades, conduzida pela Embrapa Arroz e Feijão e Embrapa Soja, sugeriram alguns itens na computação dos custos, considerando as dificuldades no resgate das informações. Em relação aos custos de trabalho, os autores identificaram cada funcionário de acordo com a classificação disciplinar (melhorista, agrônomo, etc.) e status (Ph.D, M.Sc., etc.) juntamente com uma estimativa da proporção de tempo que cada um dedicou, a cada ano, à pesquisa (Pardey). Nesta forma de cálculo, que é utilizada neste trabalho, os custos com pessoal envolvem os salários dos funcionários, proporcionais ao tempo de dedicação à atividade de pesquisa avaliada.

Já os custos de operação são geralmente divididos por diversos projetos de pesquisa, devendo, dessa forma, ser levada em consideração a parcela do ativo gasta na avaliação da pesquisa. Como exemplo, há o combustível utilizado, energia, produtos de laboratório e de campo e outros insumos. A mesma observação serve para os custos de capital, como terras, prédios, máquinas e equipamentos, devendo ser considerada a depreciação do estoque.

Há outros custos que devem ser considerados, como, por exemplo, gastos administrativos, custos de serviços complementares como de bibliotecas e os custos de extensão. Frequentemente são necessários programas de extensão para acelerar a adoção da tecnologia (MASTERS et al., 1996). Dessa forma, os custos de extensão realizados pela instituição de pesquisa para viabilizar a adoção também devem ser computados. Considera-se dentro desses custos: elaboração de circulares, palestras, seminários, visitas, dias de campo, etc.

Análise benefício/custo

Tendo conhecimento dos benefícios e custos da pesquisa ao longo de um período, é possível realizar análises de rentabilidade para mostrar a viabilidade econômica da pesquisa.

As três formas mais conhecidas para realizar análises de rentabilidade são: a taxa interna de retorno (TIR), o valor presente líquido (VPL) e a relação benefício/custo (RB/C). Para realização de análises de retorno econômico, é muito impor-

tante a escolha de uma taxa de desconto apropriada para conversão dos custos e benefícios em valores presentes.

a) Valor presente líquido (VPL)

O valor presente líquido é igual a um fluxo de benefícios gerados por um investimento menos o fluxo de custos deste investimento descontados por uma taxa de desconto apropriada. Se o valor presente líquido for positivo então o investimento é rentável.

$$VPL_t = VP(B)_t - VP(C)_t = \sum_{j=0} (B_{t+j} - C_{t+j}) / (1 + i)^j$$

b) Taxa interna de retorno (TIR)

A taxa interna de retorno é a taxa que iguala o valor presente líquido a zero, ou seja, iguala o valor presente dos benefícios ao valor presente dos custos. A TIR é comparada com outras taxas do mercado, devendo ser superior a essas taxas para que o investimento seja rentável.

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

c) Relação benefício/custo

A relação benefício/custo é a razão entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos. O investimento será rentável se a razão B/C for maior que um.

$$RB/C_t = VP(B)_t / VP(C)_t$$

A análise de rentabilidade permite verificar a viabilidade dos projetos e auxiliar na escolha dos projetos mais eficientes, o que terá influência na alocação de recursos. No entanto, é importante que sejam realizadas análises qualitativas dos projetos possibilitando o entendimento daqueles elementos que não são possíveis visualizar apenas com uma análise financeira.

O Capítulo 2 apresenta a metodologia de avaliação ambiental e os capítulos seguintes apresentam avaliações de impacto de tecnologias que tiveram a participação da Embrapa em seu desenvolvimento. Em relação a avaliação

econômica, foram calculados os benefícios da adoção das tecnologias, tendo como base teórica o método do excedente econômico. Foram também computados os custos das pesquisas e foram realizadas análises de rentabilidade por meio do cálculo do valor presente líquido, da taxa interna de retorno dos investimentos e da relação benefício custo, a uma taxa de desconto de 12%.

Referências

- AVILA, Antonio Flavio Dias. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa: metodologia de referência**. Brasília, DF: Embrapa-SEA, 2001. 132 p.
- MAREDIA, Mywish; BYERLEE, Derek; ANDERSON, Jock. **Ex post evaluation of economic impacts of agricultural research programs: a tour of good practice**. Paper presented to the Workshop on "The Future of Impact Assessment in CGIAR: Needs, Constraints, and Options", Standing Panel on Impact Assessment (SPIA) of the Technical Advisory Committee, Rome, May 3-5, Rome, 2000. 39 p.
- MASTERS, William; COULIBALY, Bakary; SANOGO, Diakalia; SIDIBÉ, Mamadou; WILLIAMS, Anne. **The economic impact of agricultural research: a practical guide**. West Lafayette, IN: Department of Agricultural Economics, Purdue University, 1996. 45 p.
- PARDEY, P.; ALSTON, J. M.; CHAN-KANG, C.; MAGALHÃES, E. C.; VOSTI, S. A. **Assessing and attributing the benefits from varietal improvement research in Brazil**. Washington: International Food Policy Research Institute, 2004. 90 p. (Research report, 136).

Metodologia de Avaliação de Impactos de Inovações Tecnológicas Agropecuárias: Dimensão Ecológica (Sistema Ambitec)

*Luiz José Maria Irias
Geraldo Stachetti Rodrigues
Clayton Campanhola
Paulo Choji Kitamura*

Aspectos conceituais da metodologia

A base conceitual e metodológica do Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária (Ambitec¹) está fundamentada numa ampla literatura sobre avaliação de impactos (AIs) que, em grande parte, está resumida e discutida nos trabalhos de Rodrigues (1998), Rodrigues et al. (2000, 2002, 2003a, 2003b) e Irias et al. (2003). De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama)², de janeiro de 1986, “considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) as atividades sociais e econômicas; c) a biota; d) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e) a qualidade dos recursos ambientais” (MIRRA, 1998). Portanto, na conceituação normativa de impacto ambiental destaca-se a dimensão ecológica como manutenção da capacidade suporte dos ecossistemas e conservação da qualidade do ambiente, bem como as dimensões social, econômica, cultural, saúde, segurança e bem-estar. Quirino et al. (1999), discutem essas questões de impacto agroambiental no contexto desenvolvimento da agricultura brasileira

¹ O Sistema Ambitec inclui ainda as metodologias “Ambitec Social”, em fase de testes e “Ambitec Conhecimento”, em fase de desenvolvimento, destinadas, respectivamente, para avaliar impactos sociais e impactos sobre o conhecimento das inovações tecnológicas agropecuárias.

² CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N°. 1, 23 de janeiro de 1986.

com ênfase nas perspectivas, problemas e prioridades para o País e suas implicações para a pesquisa agropecuária.

O conceito de sustentabilidade não se restringe ao manejo de recursos naturais individuais, mas tornou-se sinônimo de adequado desenvolvimento econômico, social, e ecológico (LEWANDOWSKI et al., 1999). Uma conceituação freqüentemente referenciada de desenvolvimento sustentável é a apresentada pela Comissão Mundial para o Ambiente e o Desenvolvimento:

“desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a habilidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades” (OECD, 1993).

Mais apropriado às avaliações de impactos (AIs) da inovação tecnológica do agronegócio, “agricultura sustentável é o manejo e utilização dos ecossistemas agrícolas, de forma a manter sua diversidade biológica, produtividade, capacidade de regeneração, vitalidade e habilidade de funcionar, de maneira que possa satisfazer – hoje e no futuro – significativas funções ecológicas, econômicas e sociais em nível local, nacional e global, e que não ameace outros ecossistemas” (LEWANDOWSKI et al., 1999) (tradução a partir da definição formulada na Conferência de Ministros Europeus do Ambiente, Helsinki, Agosto de 1993). O valor dessa definição para os propósitos da AIs no agronegócio é sua perspectiva de atenção centrada nos ecossistemas agrícolas e, em especial, na conservação e recuperação da paisagem rural. Com essa perspectiva, dirime-se a necessidade de atribuir valor diferenciado às alternativas de ocupação do espaço, favorecendo a consideração da qualidade e do estado de conservação deste espaço. Aliado ao estado de conservação ambiental da paisagem, deve-se ainda enfatizar a recuperação das áreas de proteção permanente para atendimento da legislação de proteção ambiental, ou, em outras palavras, reverter o presente estado de deterioração da paisagem (BOWERS; HOPKINSON, 1994). Ademais, essa definição de agricultura sustentável imprime ação (o manejo) ao conceito de agricultura sustentável, então identificando-a como tecnologicamente intensiva, ainda que enquanto conservadora de recursos (NEHER, 1992).

Assim, as AIs da inovação tecnológica do agronegócio são primordiais para o desenvolvimento sustentável da agricultura, pois a interação tecnologia, ambiente e sociedade, com seus múltiplos interesses e objetivos, pode resultar em impactos não-intencionais, indiretos e retardados (PORTER, 1995). É somente com a sistemática avaliação desses impactos, empregando métodos especifica-

mente desenhados para tanto, e inseridos no correto contexto institucional, que o curso do desenvolvimento e da adoção de inovações tecnológicas contribuirá, com maior segurança, para a sustentabilidade.

O desenvolvimento e a aplicação sistemática de instrumentos de avaliação de impactos de tecnologias agrícolas tem sido alvo de interesse por parte dos Institutos Nacionais de Investigação Agropecuária dos países do Cone Sul, conforme manifestado pela organização de eventos científicos sobre o tema e na proposição de projetos cooperativos de pesquisa e desenvolvimento metodológico (RODRIGUES et al., 1998). Na Embrapa, o interesse pela avaliação de impactos ambientais de tecnologias iniciou-se na década de 1980 (CASTRO et al., 1988), mas somente no final da década de 1990 é que se apoiou efetivamente a elaboração de um método prático que pudesse ser usado para avaliação *ex-post* das tecnologias geradas pela instituição e adotadas pelo setor produtivo agropecuário.

Ao considerar que devido à sua própria fundamentação metodológica as Als devem ser realizadas em todos os estágios dos processos sob avaliação, desde o planejamento e seleção do projeto até sua implementação (HAQUE, 1991). O primeiro passo para inserção no contexto de instituições de pesquisa deve constar da aplicação de Als na etapa de formulação de projetos de pesquisa. Uma iniciativa nesse sentido consta de um documento motivador apresentado por Rodrigues (1998), cujo objetivo é sensibilizar os técnicos envolvidos com o processo de formulação e execução de projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico agropecuário a considerarem aspectos de conservação da qualidade ambiental desde a formulação de seus projetos. Esta perspectiva de avaliação prospectiva (*ex-ante*) dos impactos potenciais de tecnologias, sempre levando em consideração objetivos de desenvolvimento a serem favorecidos pela tecnologia ou projeto em avaliação, enquadra-se na categoria de avaliação ambiental estratégica (PINFIELD, 1992; SMITH; McDONALD, 1998) que inclui também avaliação de políticas, planos, programas e projetos institucionais.

Seguindo esse direcionamento, um método para AI ambientais³ (ou ecológicos) em projetos de desenvolvimento tecnológico de atividades agrícolas foi proposto e aplicado a um grande conjunto de projetos de pesquisa (RODRIGUES et al., 2000). Com base na comparação com os resultados obtidos para esses projetos, o usuário do método pode avaliar *ex-ante*, segundo especificação de seus dados técnicos, a que representa a escala geográfica de influência da tecnologia;

³ Neste documento os termos ambiental e ecológico são usados como sinônimos.

eficiência, uma medida do resultado esperado da tecnologia em relação à conservação de insumos performance de seu projeto em relação aos efeitos ambientais. O método aborda os impactos prospectivos da tecnologia segundo quatro aspectos ambientais: a) alcance, (renováveis e não renováveis); b) resiliência, ou potencial para promover a recuperação da qualidade ambiental; e c) conservação, relativa ao efeito da tecnologia sobre os compartimentos dos ecossistemas, segundo consideração de 18 indicadores de qualidade ambiental passíveis de modificação pela adoção da tecnologia. O impacto ambiental é avaliado segundo o efeito esperado da tecnologia sobre estes aspectos e indicadores, conforme os dados técnicos do projeto de pesquisa e ponderação do avaliador (em geral o pesquisador proponente do projeto), em uma planilha eletrônica que expressa os resultados em forma gráfica (RODRIGUES et al., 2000).

O passo subsequente para a inserção de Als no contexto institucional é a consideração dos impactos efetivamente observados (*ex-post*), com a adoção da tecnologia. É somente a partir dessa escala que os efeitos da inovação tecnológica passam a influenciar e a contribuir para a agricultura sustentável. Idealmente, as dimensões econômica, ecológica, social e política necessitam ser simultaneamente consideradas (TACCONI; TISDELL, 1993). Essas dimensões devem ainda convergir para um objetivo bem definido, que, em geral, quando relacionado à agricultura sustentável, envolve o conceito ecológico de resiliência (a capacidade de recuperar um estado de equilíbrio dinâmico anterior a um distúrbio), e depende da constância do estoque de “capital natural” (BARBIER et al., 1990).

A simplicidade do enunciado de uma tal postura filosófica para a definição do objetivo da agricultura sustentável contrasta com a dificuldade de definir-se um objetivo operacional e um método ou sistema de avaliação aplicável à formulação de políticas conseqüentes (SMITH; McDONALD, 1998). Por exemplo, na maioria das vezes, o alívio da pressão de degradação ambiental depende, ao menos parcialmente, da melhoria de renda, da tomada de consciência e da sedimentação de conhecimentos por parte da população local envolvida, sobre o valor intrínseco do recurso ambiental ameaçado nas palavras de Poore e Sayer (1991), para a conservação de florestas, “é melhor começar pelas pessoas que pelas árvores”. Isso implica que para validar sua avaliação, a tecnologia deve trazer, além de benefícios ambientais, melhoria das condições de vida dos usuários, sendo portanto compatível com objetivos econômicos e sociais (WARFORD, 1987).

É claro que se deve manter em perspectiva que dificilmente é possível obter consenso sobre objetivos de desenvolvimento, especialmente entre interesses ambientais e socioeconômicos, e que a regra é que expectativas contraditórias existam tanto sobre procedimentos de avaliação quanto sobre políticas deles derivadas (MORVARIDI et al., 1994). Essa dificuldade é exacerbada pela impossibilidade de aplicação de métodos convencionais de abordagem, principalmente aqueles do tipo análises de benefício/custo, que buscam reduzir a avaliação de “bens” ambientais a contabilização de interesses econômicos (GREEN et al., 1990). Daí deriva a abordagem empregada nos métodos de avaliação de impactos, que preconizam o julgamento de eficiência no atingimento de objetivos (no presente caso, melhor tecnologia) relativo à eficácia de cumprimento de uma norma (no presente caso, melhor ambiente) (GIRARDIN et al., 2000).

Julgamentos de valor são, portanto, componentes intrínsecos de avaliações de impacto, e são exercidos ao longo de toda avaliação, desde a compreensão de impactos que não são distribuídos homogeneamente entre pessoas e grupos sociais até o entendimento de que grupos e pessoas exibem valores e interesses distintos (BISSET, 1983). Com esse preceito em mente, pode-se definir AI ambiental para a agricultura sustentável como a interpretação e o julgamento sobre alterações no ambiente conforme um objetivo e em relação a uma norma (GIRARDIN et al., 1999). Com o intuito de definir o objetivo das AIs da inovação tecnológica no contexto institucional, leva-se em consideração a atual missão da organização, como no caso da Embrapa de “viabilizar soluções para o desenvolvimento sustentável do agronegócio brasileiro por meio de geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias, em benefício da sociedade” (EMBRAPA, 1998). Como orientação básica para avaliação ambiental (DUMANSKI et al., 1990), endereça-se tanto o desenvolvimento tecnológico quanto o sistema para sua avaliação a condições locais, e à busca de recuperar conhecimentos e envolver atores sociais locais no processo.

Com estas premissas, define-se a escala, delimita-se o escopo, traça-se o objetivo, e estabelece-se a norma para a formulação de um sistema de AI da inovação tecnológica agronegócio no contexto institucional:

- Escala – a adoção de uma inovação tecnológica influencia o ambiente imediato (pontual), onde se desenvolve a atividade à qual a tecnologia é aplicada, os ambientes limítrofes (local), e, possivelmente, devido à emissão de resíduos, o entorno, sendo portanto estas as escalas de endereçamento das avaliações.

- Escopo – embora as dimensões social, econômica e ecológica sejam igualmente fundamentais para sustentabilidade, o sistema de AI demandado no contexto institucional indica restrição às dimensões ecológica e social, dado que sistemas para avaliação econômica vem sendo formulados separadamente, para posterior integração.
- Objetivo – promover o desenvolvimento sustentável do agronegócio pela adoção de inovações tecnológicas que minimizem os impactos negativos sobre a qualidade do ambiente (ambiental e social), e que contribuam para sua recuperação conforme a legislação vigente, ou seja, favoreçam o resgate do atual passivo ambiental e social da agricultura brasileira.
- Norma – a recomendação da inovação tecnológica é condicionada à melhoria da performance da atividade à qual a tecnologia se aplica, referenciando-se à situação anterior à adoção (com ou sem influência) e utilizando-se indicadores ambientais e sociais. Idealmente, esta norma implica que os coeficientes de impacto da inovação tecnológica não devem ser negativos. Como esta condição ideal dificilmente pode ser satisfeita, considera-se que os coeficientes de alteração negativos devem ser minimizados, de forma que o índice de impacto da inovação tecnológica seja positivo.

Estes preceitos definidos para a avaliação de impactos da inovação tecnológica na agricultura no contexto institucional podem ser conjuntamente resumidos em uma expressão simples, que baliza aquilo que o “Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental da Tecnologia (Sistema Ambitec)” proposto deve promover: Desenvolvimento local sustentável⁴.

Desenvolvimento metodológico do Sistema Ambitec

O primeiro passo para formulação de um sistema de AI ambiental da inovação tecnológica na agricultura consiste na seleção de indicadores e sua organização em uma plataforma operacional para medida, ponderação e expressão de resultados. Várias abordagens metodológicas são sugeridas para guiar esse processo (MITCHELL et al., 1995; BISSET, 1987; CANTER, 1996), e a seguir emprega-se o procedimento proposto por Girardin et al. (1999), que ao revisar o tema, definiu sete passos de elaboração de indicadores: a) definição de objetivo; b) definição de interessados/usuários; c) construção do indicador; d) determinação da norma; e) teste de sensibilidade; f) teste de probabilidade; e g) teste de utilidade⁵. Inicialmente, foi preciso assumir algumas orientações que devem

⁴ Para mais detalhes sobre desenvolvimento local sustentável ver Campanhola e Graziano da Silva, 2000.

⁵ Mais detalhes desses passos ver discussão em Rodrigues et al. (2003b).

pautar em um método de AI ambiental: a) simples e prático, mas suficiente para uma avaliação adequada; b) custos administrativos compatíveis com os recursos institucionais disponíveis para essa atividade; c) aceito por cientistas, técnicos, políticos e usuários; e d) facilitar a comunicação dos resultados entre a instituição pública, os usuários e a sociedade. Portanto, é evidente que não existe método de AI ambiental perfeito, mas sim aquele que é mais adequado nas condições disponíveis e para os objetivos traçados.

O Sistema Ambitec tem uma estrutura hierárquica simples, que parte da escala local (unidade de área, unidade animal ou estabelecimento) do respectivo segmento do agronegócio em avaliação (“agropecuária, agroindústria, ou produção animal”) e estende-se até os sistemas ecológicos de entorno, na escala de paisagem ou microbacia hidrográfica, e atenta para a qualidade dos ecossistemas e para a manutenção de sua capacidade de suporte (LOWRANCE et al., 1986). Esta estrutura é bastante similar àquela dos métodos de avaliação de impactos amplamente descritos na literatura, que incorporam parâmetros indicadores de alguma qualidade desejada do ambiente, que são ponderados, para obtenção de medidas padronizadas de impacto.

Ao contrário desses métodos que buscam ser exaustivos ao listar indicadores e muitas vezes constroem indicadores complexos pela interação de variáveis. Por exemplo, a crítica de Rossie Nota (2000) ao método recentemente proposto pela União Européia, o Sistema Ambitec concentra-se em uma experiência prévia de método de AI ambiental aplicada a projetos de pesquisa no âmbito institucional (RODRIGUES et al., 2000).

O sistema envolve três etapas: a primeira, refere-se ao processo de levantamento e coleta de dados gerais sobre a tecnologia e sobre o segmento do agronegócio à qual ela se aplica, desde a obtenção de dados sobre o alcance da tecnologia (abrangência e influência), a delimitação da área geográfica e do universo de adotantes da tecnologia, até a definição da amostra. A segunda etapa trata da aplicação dos questionários em entrevistas individuais com os adotantes selecionados e inserção dos dados sobre os indicadores de impacto nas planilhas eletrônicas⁶, em plataforma MS-Excel[®], componentes do sistema, obtendo-se os resultados quantitativos dos impactos e os índices parciais e agregados de impacto ambiental da tecnologia selecionada. E a terceira e última etapa consiste

⁶ Arquivos contendo o conjunto de planilhas eletrônicas do Sistema Ambitec estão disponíveis na página eletrônica da Embrapa Meio Ambiente: <<http://www.cnpma.embrapa.br/servicos>>.

da análise e interpretação desses índices e indicação de alternativas de manejo e de tecnologias que permitam minimizar os impactos negativos e potencializar os impactos positivos, contribuindo para o desenvolvimento local sustentável.

O conjunto de planilhas eletrônicas permite considerar diversos aspectos⁷ de contribuição de uma dada inovação tecnológica para melhoria ambiental dependendo do segmento do agronegócio em avaliação. No caso do segmento agropecuária (expressão de impactos tecnológicos por unidade de área), são considerados os aspectos Alcance, Eficiência, Conservação e Recuperação Ambiental; no segmento agroindústria (expressão por estabelecimento agroindustrial), Alcance, Eficiência, Conservação e Qualidade do Produto; e no segmento produção animal (expressão por unidade animal), Alcance, Eficiência, Conservação, Recuperação Ambiental e Qualidade do Produto.

Cada um desses 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 adotante-responsável da tecnologia.

A aplicação do Sistema Ambitec envolve uma entrevista/vistoria conduzida pelo usuário do sistema e aplicada ao adotante-responsável pela atividade do agronegócio. A amostra de adotantes deve ser selecionada aleatoriamente, podendo-se considerar a sua estratificação pela renda ou pela área cultivada. Recomenda-se que na amostra seja considerado um mínimo de 50 unidades, podendo esse número ser ampliado em função da disponibilidade de recursos e da abrangência que se quer dar à avaliação. Na entrevista, deve-se dirigir à obtenção do **coeficiente de alteração do componente**, para cada um dos indicadores de impacto, conforme avaliação do adotante-responsável, especificamente em consequência da aplicação da tecnologia à atividade, na situação vigente.

A inserção desses coeficientes de alteração do componente diretamente nas matrizes e seqüencialmente nas planilhas resultam na expressão automática do coeficiente de impacto ambiental (ou social) da tecnologia, relativizada por fatores de ponderação devido à escala da ocorrência da alteração e ao peso do componente na composição do indicador. Os resultados finais da avaliação de impacto são

⁷ Aspecto ambiental entendido como "elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente. Um aspecto ambiental significativo é aquele que tem ou pode ter um impacto ambiental significativo" (BRASIL, 1996).

expressos graficamente na planilha “AI da Tecnologia”, após ponderação automática dos coeficientes de alteração fornecidos pelo adotante-responsável pelos fatores de ponderação de dados.

Finalmente, os indicadores são considerados em seu conjunto, para composição do Índice de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica do segmento respectivo. A composição desse índice envolve ponderação da importância do indicador, e os pesos relativos aos indicadores podem ser alterados pelo usuário do sistema, desde que o total seja igual à unidade (1).

O procedimento de avaliação do sistema consiste em solicitar ao adotante-responsável pela tecnologia que indique a direção (aumentar, diminuir, ou permanecer inalterado) dos coeficientes de alteração dos componentes (Tabela 1) para cada indicador. Isto se procede em razão específica da aplicação da tecnologia à atividade e nas condições de manejo particulares a sua situação, sendo que cada produtor constitui uma unidade amostral de impacto da tecnologia.

Durante a entrevista, o avaliador informa o adotante-responsável sobre os aspectos e indicadores de impactos e vistoria a unidade do segmento em avaliação com o intuito de averiguar a qualidade das informações. Como o resultado da avaliação é totalmente dependente dos coeficientes de alteração dos componentes, o rigor deve ser exercitado em sua obtenção. A subjetividade de avaliações baseadas em entrevistas, como é o caso desse sistema, deve ser reduzida, quando assim demande o objetivo da avaliação, pela padronização dos coeficientes, de um lado, e de sua interpretação, de outro. A padronização da

Tabela 1. Efeitos da inovação tecnológica e coeficientes de alteração do componente a serem inseridos nas células das matrizes de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica.

Efeito da tecnologia na atividade do agronegócio sob as condições de manejo específicas	Coefficiente de alteração do componente
Grande aumento no componente	+ 3
Moderado aumento no componente	+ 1
Componente inalterado	0
Moderada diminuição no componente	- 1
Grande diminuição no componente	- 3

interpretação dos coeficientes se faz em duas etapas: primeiramente, pela seleção e formulação objetiva dos componentes e indicadores; e segundo pela clara delimitação e definição desses componentes no contexto tecnológico.

Assim, a primeira consideração de padronização é dada pela escolha da escala de alteração dos componentes, conforme expresso na Tabela 1, na qual os limiares de alteração apresentam grande contraste, cujo objetivo é reduzir a dubiedade da informação. Dessa forma, é mais simples ao avaliador, em consenso com o adotante-responsável, decidir objetivamente sobre o coeficiente de alteração a ser adotado, uma vez que quanto mais valores intermediários são possíveis, mais aumenta a subjetividade da avaliação. Assim, embora seja algebricamente possível utilizar valores intermediários (2, por exemplo) ou mesmo extremos (maiores que 3) para os coeficientes de alteração dos componentes, essa prática não é recomendada.

Nesse caso, os indicadores e componentes foram selecionados e formulados de forma a exigir a avaliação sensorial, ou seja, a percepção dos sentidos do adotante-responsável e do avaliador, conforme seu conhecimento e experiência. Deve-se evitar que a percepção não-sensorial, ou seja, aquela relativa à opinião sociocultural do adotante-responsável, mascare alterações objetivas do ambiente, que é o que se busca nas avaliações. É neste sentido que o procedimento de avaliação consiste de uma entrevista e vistoria, e deve ser realizada no local, com ativa participação do avaliador, que deve ser treinado e estar ciente das características tecnológicas e ambientais contingentes a cada avaliação específica.

Essas características tecnológicas e ambientais dos coeficientes de alteração dos componentes dos indicadores são contingentes a cada avaliação devido tanto a especificidades relativas quanto comparativas. Por exemplo, uma tecnologia pode causar uma comparativamente 'grande alteração do componente' quando aplicada a uma determinada forma de manejo que emprega tal componente de maneira relativamente pouco importante, resultando em uma alteração 'moderada do componente'. Um exemplo de um tal caso pode ser uma tecnologia de manejo de pastagens que recomende adubação de reposição de fósforo em substituição a uma forma de manejo que não utilize qualquer aplicação de fertilizantes. Essa alteração do componente deve ser considerada como 'moderada (+ 1)' embora comparativamente ao manejo anterior tenha implicado uma grande alteração (de nenhuma para alguma fertilização), pois relativamente no contexto do manejo agropecuário, em geral, a alteração é pequena. Essas considerações consistem de aspectos da etapa de construção de indicadores conforme

descritas como teste de sensibilidade (ANDREOLI; TELLARINI, 2000; GIRARDIN et al., 1999) e devem ser realizadas caso-a-caso, para cada componente, em cada avaliação.

Um importante detalhe sobre o procedimento de avaliação e preenchimento das matrizes de ponderação refere-se àqueles componentes dos indicadores que não afetam uma dada tecnologia na situação específica em avaliação. Todas as matrizes de ponderação têm uma linha para esses casos, na qual indica-se que o componente não tem efeito (não se aplica), o que automaticamente expressa-se no gráfico final da avaliação. A ocorrência de componentes de indicadores nessas condições é consequência da formulação do método ter que ser suficientemente ampla para permitir aplicação a inovações tecnológicas em geral. Como quanto mais geral for uma regra maiores são as excessões, é natural que em determinados casos os indicadores não sejam afetados pela inovação tecnológica.

Ponderações de importância dos componentes e de escala de ocorrência

Os coeficientes de alteração do componente discutidos representam a variável explicativa do efeito da tecnologia, conforme o conhecimento do adotante e da situação particular de seu negócio. As matrizes automáticas incluem ainda fatores de ponderação que se referem à importância do componente para a formação do indicador e a escala de ocorrência da alteração no componente.

Os valores dos fatores de importância variam com o número de componentes que formam um determinado indicador e somam um (1), constituindo, portanto, fatores de normalização definidos no teste de sensibilidade (GIRARDIN et al., 1999). Seus valores reais podem ser alterados pelo usuário do Sistema Ambitec para melhor refletirem qualquer situação específica, na qual certos componentes devam ser enfatizados, desde que o valor total de todos os componentes seja igual a um (1).

A escala da ocorrência⁸ explicita o espaço no qual se processa a alteração no componente do indicador, conforme a situação específica de aplicação da tecnologia, e pode ser:

- **Pontual** – quando os efeitos da tecnologia no componente se restringem

⁸ Nas planilhas eletrônicas de avaliação uma das alternativas da escala de ocorrência é “sem efeito” que na verdade significa “não se aplica”, pois, a possibilidade da tecnologia não ter nenhum efeito sobre o componente de impacto ambiental (componente inalterado) pode ser expresso no corpo da planilha como zero (0), independente de ser pontual, local ou no entorno.

apenas ao local de sua ocorrência ou à unidade produtiva na qual esteja ocorrendo a alteração.

- Local – quando os efeitos se fazem sentir externamente a essa unidade produtiva, porém confinados aos limites da unidade de negócio em avaliação.
- No entorno – quando os efeitos se fazem sentir além dos limites da unidade de negócio.

Em virtude da característica muito localizada de alguns componentes de indicadores, algumas matrizes limitam a escala da ocorrência ao âmbito pontual, por exemplo, os componentes do indicador usos de agroquímicos no aspecto ambiental eficiência tecnológica do segmento agropecuária. Os fatores para ponderação da escala de ocorrência são fixos (Tabela 2), não podem ser modificados pelo usuário do sistema e expressam um valor proporcionalmente maior quando a tecnologia afeta um espaço ou um ambiente que extrapola os limites da unidade de negócio.

Tabela 2. Fator de ponderação multiplicativo relativo à escala da ocorrência do efeito da tecnologia sobre o componente do indicador de impacto ambiental.

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

Estrutura de impactos ambientais do Sistema Ambitec

A hierarquia das estruturas ou também chamadas “árvores” de critérios de impactos ambientais (Fig. 1, 2 e 3) para AIs de uma determinada tecnologia do agronegócio foi organizada para a dimensão ambiental por segmentos (“agropecuária, agroindústria e produção animal”). Com base nos aspectos ambientais de cada segmento (alcance e eficiência tecnológicas; conservação e recuperação ambientais e, qualidade do produto) foram identificados indicadores que são valorados por seus componentes específicos através de coeficientes de alteração. Esses coeficientes expressam a contribuição da tecnologia para a melhoria ambiental das atividades do agronegócio.

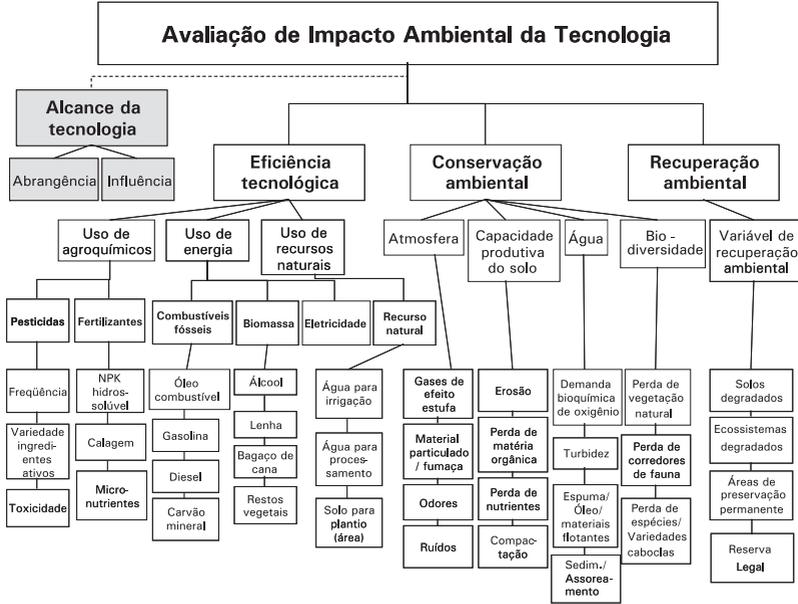


Fig. 1. Ambitec Agro: Estrutura de impactos ambientais – aspectos, indicadores e componentes.

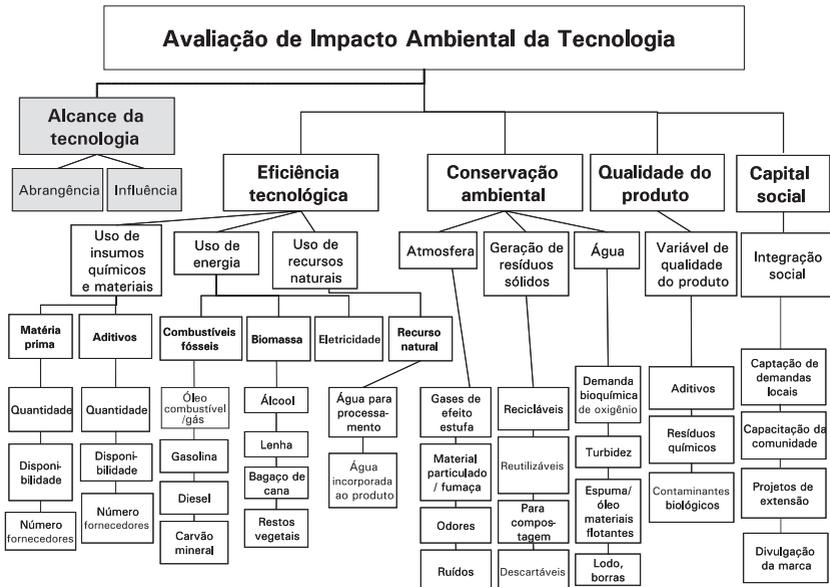


Fig. 2. Ambitec Agroindústria: Estrutura de impactos ambientais – aspectos, indicadores e componentes.

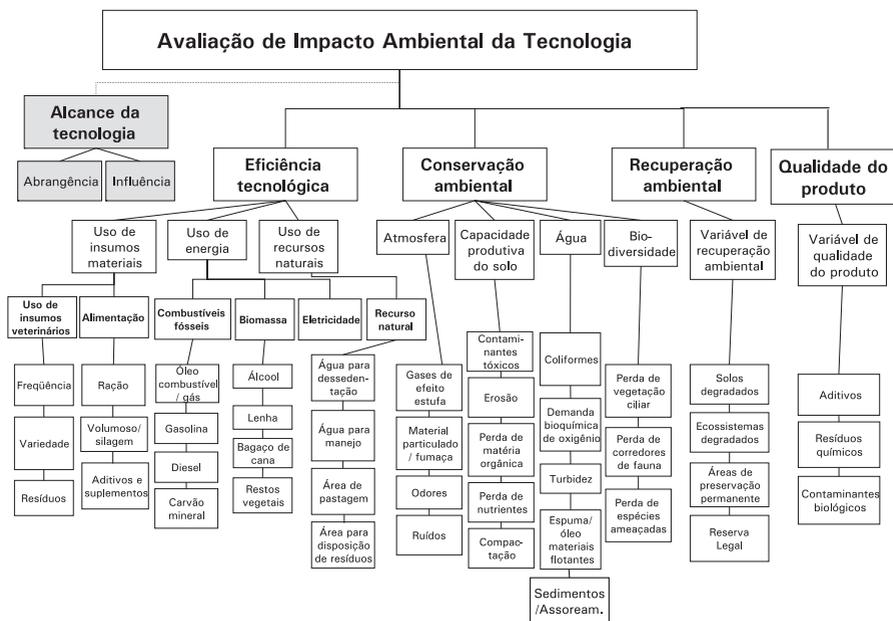


Fig. 3. Ambitec – Produção Animal: Estrutura de impactos ambientais – aspectos, indicadores e componentes.

Segmento “agropecuária” (Ambitec Agro)

Os aspectos considerados para AI ambiental para o segmento “agropecuária” do agronegócio, ou sejam para aqueles impactos de tecnologias que podem ser expressos por unidade de área, foram alcance e eficiência tecnológicos; e conservação e recuperação ambientais (Fig. 1). Esses aspectos são expressos por oito indicadores e avaliados por alterações em 37 componentes.

O aspecto **alcance** expressa a escala geográfica na qual a tecnologia influencia a atividade ou produto, e é definido pela abrangência (a área total cultivada com o produto ou dedicada à atividade) e a influência (porcentagem desta área à qual a tecnologia se aplica). Este é um aspecto geral da tecnologia, independente do seu uso local, portanto não está incluído nas matrizes eletrônicas de avaliação, e deve ser obtido a partir das informações do projeto de desenvolvimento tecnológico, ou do pesquisador por ele responsável.

Todos os outros aspectos considerados neste segmento (eficiência, conservação e recuperação) são representativos do efeito do uso da tecnologia, e as informações devem ser obtidas com o adotante (proprietário ou responsável), considerando a atividade e as condições específicas de manejo nas quais a tecnologia esteja sendo efetivamente aplicada.

O aspecto **eficiência** tecnológica refere-se à contribuição da tecnologia para a sustentabilidade da atividade agropecuária a montante do processo produtivo, representado pela redução da dependência do uso de insumos, sejam esses insumos tecnológicos ou naturais. Os indicadores de eficiência tecnológica são: a) uso de agroquímicos (“pesticidas” e fertilizantes); b) uso de energia (combustíveis fósseis, biomassa e eletricidade); e c) uso de recursos naturais.

Entre os agroquímicos (escala de ocorrência pontual ou sem efeito (não se aplica), os “pesticidas” representam, pelo grande uso, todos os agrotóxicos e são avaliados, conforme a tecnologia em questão, em termos de componentes, frequência de aplicações, variedade de seus ingredientes ativos (diferentes produtos) e toxicidade (danos ambientais inclusive à saúde humana). O uso de fertilizantes é avaliado em relação às alterações nas quantidades de NPK hidrossolúvel (lixiviação), na aplicação de calcário ou de calagem (melhoria das características físico-químicas do solo) e na reposição de micronutrientes do solo.

O uso de energia, também de escala de ocorrência pontual ou sem efeito (não se aplica), é avaliado pelo consumo de combustíveis fósseis, via alterações nos componentes: óleo combustível, gasolina, diesel e carvão mineral; pelo consumo de biomassa via alterações de uso nos componentes: álcool, lenha, bagaço de cana e restos vegetais; e pelas alterações na demanda do componente eletricidade.

O uso dos recursos naturais, também de escala de ocorrência pontual ou sem efeito (não se aplica), é avaliado tanto pela necessidade imposta pela tecnologia quanto pelas alterações no consumo dos componentes água para irrigação e para processamento e da incorporação de áreas (solos) para plantio.

O aspecto **conservação** é avaliado pelos impactos da tecnologia sobre a qualidade ambiental em face das possibilidades de contaminação pelos resíduos gerados

pela atividade produtiva agropecuária e pela depauperação dos habitats naturais e da diversidade biológica. Esses impactos são avaliados por alterações nos componentes dos indicadores de emissão de poluentes relacionados com o comprometimento potencial da qualidade ambiental, como atmosfera, capacidade produtiva do solo, água e pela perda de biodiversidade.

A qualidade atmosférica é avaliada por alterações provocadas pela tecnologia nos componentes: emissão de gases, os quais causam o efeito estufa (dióxido de carbono e metano); material particulado (poeira e fumaça); odores e ruídos.

A capacidade produtiva dos solos é um dos principais indicadores de sustentabilidade das atividades agropecuárias. No aspecto conservação, a capacidade produtiva do solo é o único indicador cuja escala de ocorrência tem fator de ponderação pontual (1) ou sem efeito (não se aplica). A avaliação desse indicador é feita pelas alterações causadas pela tecnologia nos componentes: erosão, perda de matéria orgânica, perda de nutrientes e, compactação dos solos.

A qualidade da água é possivelmente o indicador mais sensível dos impactos causados pelas atividades agropecuárias, pois quase toda inadequação do manejo resultará em conseqüências negativas sobre as águas, tanto nos ambientes mais próximos no qual se desenvolve a atividade produtiva como nos do seu entorno. Os componentes considerados para avaliação do indicador água são: demanda bioquímica de oxigênio (conteúdo de matéria orgânica); turbidez ou material em suspensão (particulado ou coloidal, orgânico ou inorgânico); materiais flutuantes (óleos e espumas); sedimentação e assoreamento.

A conservação da biodiversidade é um objetivo fundamental para o desenvolvimento sustentável especialmente para o papel multifuncional da agricultura, uma vez que grande parte do estoque biológico e da diversidade cultural encontra-se em áreas sujeitas a algum nível de manejo agropecuário e florestal (PIMENTEL et al., 1992). Três componentes foram incluídos no indicador biodiversidade: perda da vegetação natural (vegetação ciliar, do topo de montanhas, de encostas íngremes, etc.); perda de corredores de fauna; e perda de espécies e de variedades caboclas de plantas e animais.

O aspecto **recuperação** ambiental se justifica nesse sistema de avaliação devido ao estado de degradação das áreas de produção agrícola em geral, impondo a necessidade de restaurar ecossistemas como objetivo comum das inovações tecnológicas no contexto da agricultura sustentável. Especificamente refere-se à efetiva contribuição da inovação tecnológica para promover a recuperação da qualidade ambiental e dos ecossistemas (princípio da resiliência), através da melhoria das condições ou propriedades de compartimentos ambientais ou estoque de recursos. Os componentes avaliados do indicador “variáveis de recuperação ambiental” são: recuperação de solos degradados (física, química e biologicamente); de ecossistemas degradados (áreas marginais expostas à queimadas, sobrepastoreio e outras formas de pressão); de áreas de preservação permanente (definadas em legislação pertinente); e de áreas de reserva legal (quando ainda não consideradas).

Segmento “agroindústria” (Ambitec Agroindústria)

Os aspectos considerados para AI ambiental para o segmento “agroindústria” do agronegócio, ou seja para aqueles impactos de tecnologias que podem ser expressos por estabelecimento agroindustrial, foram o alcance e a eficiência tecnológicos; conservação ambiental; e qualidade do produto (Fig. 2). São expressos por sete indicadores e avaliados por alterações em 32 componentes. As particularidades desse segmento estão na inclusão do aspecto “qualidade do produto” e da definição e operacionalização de alguns componentes.

O aspecto **alcance** expressa a escala geográfica na qual a tecnologia influencia a atividade ou produto, e é definido como discutido no **Ambitec Agro**, fazendo-se as correções quanto à forma que os impactos são expressos (por estabelecimento agroindustrial) e adequando-se quanto ao entendimento de abrangência (nesse caso número total de estabelecimentos industriais potencialmente beneficiados pela tecnologia) e influência (porcentagem desses estabelecimentos, aos quais a tecnologia se aplica).

O aspecto **eficiência** tecnológica, conforme já discutido, refere-se à contribuição da tecnologia para a sustentabilidade da atividade agropecuária em face da sua relação com as alterações no uso de insumos considerados. Seus indicadores, nesse segmento, são: a) uso de insumos químicos e materiais (matéria-prima e aditivos); b) uso de energia (combustíveis fósseis, biomassa e eletricidade); e

c) uso de recursos naturais. Todos os componentes dos indicadores desse aspecto têm escala de ocorrência pontual ou sem efeito (não se aplica).

Os insumos químicos e materiais nas formas de uso de matérias-primas e aditivos são avaliados pelas alterações, devido à tecnologia em questão, nos componentes: quantidades dessas matérias-primas e aditivos, suas disponibilidades e as relações de dependência quanto ao número de fornecedores.

O uso de energia é avaliado pelo consumo de combustíveis fósseis, via alterações nos componentes: uso de óleo combustível, gás, gasolina, diesel e carvão mineral; pelo consumo de biomassa, via alterações de uso dos componentes: álcool, lenha, bagaço de cana e restos vegetais; e pelas alterações na demanda do componente eletricidade.

O uso dos recursos naturais é avaliado conforme necessidade imposta pela tecnologia quanto às alterações no consumo dos componentes: água para processamento e água incorporada aos produtos.

O aspecto **conservação** é avaliado pelos impactos da tecnologia sobre a qualidade ambiental diante das possibilidades de contaminação pelos resíduos gerados pela atividade produtiva agroindustrial. Esses impactos são avaliados por alterações nos componentes dos indicadores atmosfera, geração de resíduos sólidos e qualidade da água.

A qualidade atmosférica é avaliada por alterações da mesma forma como descrito para o Ambitec Agro, ou seja, pelos componentes emissão de gases de efeito estufa (dióxido de carbono e metano); de material particulado (poeiras e fumaça); de odores e de ruídos.

Os efeitos da tecnologia sobre a geração de resíduos sólidos são avaliados pelas alterações nas quantidades dos componentes de resíduos recicláveis, reutilizáveis, usados para compostagens, e descartáveis.

A qualidade da água é possivelmente o indicador mais sensível dos impactos causados pelas atividades do agronegócio, pois quase toda inadequação do manejo resultará em conseqüências negativas sobre as águas, tanto nos ambientes mais próximos no qual se desenvolve a atividade produtiva como nos do seu entorno. Os componentes considerados para avaliação do indicador água são

demanda bioquímica de oxigênio (conteúdo de matéria orgânica), turbidez ou material em suspensão (particulado ou coloidal, orgânico ou inorgânico), materiais flotantes (óleos e espumas) e geração lodo e borras.

O aspecto **qualidade do produto** é avaliado por alterações provocadas pela tecnologia, de acordo com o conceito de segurança alimentar (*food safety*), particularmente quanto às características nutricionais e de saúde. O indicador “variável de qualidade do produto” é avaliado pelas alterações dos componentes em termos da presença de aditivos, de resíduos químicos e de contaminantes biológicos. Uma indicação quanto à escala de ocorrência para os componentes desse aspecto é de que se use ponderação “pontual”, para alterações nas etapas de produção internas ao estabelecimento; ponderação “local”, para alterações quanto à distribuição; e ponderação “entorno”, no que se refere às alterações de consumo além dos limites do estabelecimento.

Segmento “produção animal” (Ambitec Produção Animal)

Os aspectos considerados para AI ambiental para o segmento “produção animal” do agronegócio, ou seja, para aqueles impactos de tecnologias que podem ser expressos por unidade animal, foram alcance e eficiência tecnológicos; conservação e recuperação ambientais; e qualidade do produto (Fig. 3). São cinco os aspectos compostos por nove indicadores e avaliados por alterações em 43 componentes. As particularidades desse segmento estão, como no Ambitec Agroindústria, a inclusão do aspecto “Qualidade do Produto” e da definição e operacionalização de alguns componentes.

O aspecto **alcance** expressa a escala geográfica na qual a tecnologia influencia a atividade ou produto, e é definido como discutido nos Ambitecs anteriores, fazendo-se as correções quanto à forma que os impactos são expressos, neste caso por unidade animal e adequando-se o entendimento de abrangência (número total de animais sujeitos à tecnologia) e de influência (porcentagem desses animais efetivamente influenciados pela mesma tecnologia).

O aspecto **eficiência** tecnológica também se refere à contribuição da tecnologia para a sustentabilidade da atividade agropecuária em face da sua relação com as alterações quanto ao uso dos insumos considerados. Seus indicadores são: a) uso de insumos materiais (insumos veterinários e alimentação); b) uso de

energia (combustíveis fósseis, biomassa e eletricidade); c) uso de recursos naturais. Nesse aspecto, os indicadores insumos materiais e energia têm seus componentes ponderados na escala de ocorrência como pontuais ou sem efeito (não se aplica).

Entre os insumos materiais, o uso de insumos veterinários é avaliado, diante da tecnologia em questão, por alterações nos componentes: frequência de uso, variedade de produtos veterinários demandados e quantidade de resíduos resultantes. Já o insumo alimentação é avaliado conforme alterações nas quantidades dos componentes: ração, volumosos/silagens e aditivos e suplementos.

O uso de energia é avaliado pelo consumo de combustíveis fósseis via alterações nos componentes: uso de óleo combustível, gás, gasolina, diesel e carvão mineral; pelo consumo de biomassa via alterações de uso dos componentes: álcool, lenha, bagaço de cana e restos vegetais; e, pelas alterações na demanda do componente eletricidade.

O uso dos recursos naturais é avaliado em termos da necessidade imposta pela tecnologia quanto às alterações dos componentes: consumo de água para dessedentação e para manejo, e uso de áreas para pastagens e para disposição de dejetos e resíduos.

O aspecto **conservação** é avaliado pelos impactos da tecnologia sobre a qualidade ambiental diante das possibilidades de contaminação pelos resíduos gerados pela atividade produtiva de produção animal e a depauperação dos habitats naturais e da diversidade biológica. Esses impactos são avaliados por alterações nos componentes dos indicadores de emissão de poluentes relacionados com comprometimento potencial da qualidade ambiental (atmosfera, capacidade produtiva do solo, água e pela perda de biodiversidade).

A qualidade atmosférica é avaliada por alterações provocadas pela tecnologia nos componentes desse indicador através da emissão de gases de efeito estufa (dióxido de carbono e metano); de material particulado (poeiras e fumaça); de odores e de ruídos.

A capacidade produtiva dos solos é um dos principais indicadores de sustentabilidade das atividades do agronegócio. No aspecto conservação, a capacidade produtiva do solo é o único indicador cuja escala de ocorrência tem

fator de ponderação pontual (1) ou sem efeito (não se aplica). A avaliação desse indicador é feita pelas alterações causadas pela tecnologia nos componentes: contaminantes tóxicos, erosão, perda de matéria orgânica, perda de nutrientes e compactação dos solos.

A qualidade da água é possivelmente o indicador mais sensível dos impactos causados pelas atividades do agronegócio, pois quase toda inadequação do manejo resultará em conseqüências negativas sobre as águas, tanto nos ambientes mais próximos no qual se desenvolve a atividade produtiva como nos do seu entorno. Os componentes considerados para avaliação do indicador água são: coliformes fecais, demanda bioquímica de oxigênio (conteúdo de matéria orgânica), turbidez ou material em suspensão (particulado ou coloidal, orgânico ou inorgânico), materiais flutuantes (óleos e espumas) sedimentação e assoreamento.

A conservação da biodiversidade é também um objetivo fundamental para o desenvolvimento sustentável especialmente para o papel multifuncional da agricultura, uma vez que grande parte do estoque biológico e da diversidade cultural encontra-se em áreas sujeitas a algum nível de manejo agropecuário e florestal (PIMENTEL et al., 1992). Três componentes foram incluídos no indicador biodiversidade: perda da vegetação natural (vegetação ciliar, do topo de montanhas, de encostas íngremes, etc.), perda de corredores de fauna e perda de espécies e de variedades caboclas de plantas e animais.

O aspecto **recuperação** ambiental se justifica nesse sistema de avaliação em decorrência do estado de degradação das áreas de produção agrícola em geral, impondo a necessidade de restaurar ecossistemas como objetivo comum das inovações tecnológicas no contexto da agricultura sustentável. Especificamente refere-se à efetiva contribuição da inovação tecnológica para promover a recuperação da qualidade ambiental e dos ecossistemas (princípio da resiliência), através da melhoria das condições ou propriedades de compartimentos ambientais ou estoque de recursos. Os componentes avaliados do indicador “variáveis de recuperação ambiental” são recuperação de solos degradados (física, química e biologicamente), de ecossistemas degradados (áreas marginais expostas à queimadas, sobrepastoreio e outras formas de pressão), de áreas de preservação permanente (definadas em legislação pertinente) e de áreas da reserva legal (quando ainda não consideradas).

O aspecto “Qualidade do Produto” é avaliado da mesma forma como discutido no Ambitec Agroindústria, isto é, com base no conceito de segurança alimentar (*food safety*), e o indicador “variável de qualidade do produto” é avaliado pelas alterações dos componentes em termos da presença de aditivos, de resíduos químicos e de contaminantes biológicos. Em relação à escala de ocorrência para os componentes desse aspecto sugere-se a ponderação “pontual” para alterações nas etapas de produção internas ao estabelecimento; a ponderação “local” para alterações quanto à distribuição; e a ponderação “entorno” no que se refere às alterações de consumo além dos limites do estabelecimento.

Cálculo dos coeficientes e dos índices de impacto ambiental

Feitas as avaliações dos componentes e inseridos os respectivos coeficientes de alteração nas matrizes de ponderação correspondentes para todos os indicadores, os resultados dos coeficientes de impacto ambiental da inovação tecnológica do agronegócio são automaticamente expressos graficamente nas planilhas de AIA da Tecnologia. Esses gráficos são compostos para cada aspecto em consideração, primeiramente apresentando uma tabela para averiguação de componentes que eventualmente não se aplicam à situação em estudo, seguida do gráfico conjunto dos componentes do respectivo aspecto, e finalmente um gráfico síntese dos coeficientes de impacto para esse aspecto considerado. Após essa apresentação gráfica dos três aspectos componentes do sistema de avaliação, uma tabela síntese apresenta o conjunto dos indicadores de impacto para cada segmento em avaliação, normalizados para comparação no gráfico síntese dos coeficientes de impacto. Finalmente, os “Índices de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica” do agronegócio nos seus diversos segmentos (agropecuária, agroindústria e produção animal) são calculados e expressos graficamente.

O cálculo dos coeficientes de impacto ambiental para cada indicador é obtido pela expressão:

$$Cia_i = \sum_{j=1}^m A_{ji} * E_{ji} * P_{ji}$$

onde:

Cia_i = coeficiente de impacto ambiental do indicador i ;

A_{ji} = coeficiente de alteração do componente j do indicador i ;

E_{ji} = fator de ponderação para escala de ocorrência espacial do componente j do indicador i ;

P_{ji} = fator de ponderação para importância do componente j na composição do indicador i .

m = número de componentes do indicador i .

O Índice de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica é obtido pela expressão:

$$Iia_t = \sum_{i=1}^m Cia_i * P_i$$

onde:

Iia_t = índice de impacto ambiental da tecnologia t ;

Cia_i = coeficiente de impacto ambiental do indicador i ;

P_i = fator de ponderação para importância do indicador i para composição do índice de impacto ambiental da tecnologia t .

m = número de indicadores.

Com base nesses gráficos o avaliador procede à avaliação contextual da inovação tecnológica, segundo o desempenho ambiental observado na situação específica de adoção considerada. Dessa forma, pode-se identificar os problemas e orientar sobre alternativas que possam contribuir para melhorar o desempenho ambiental da tecnologia no contexto específico do sistema produtivo do estabelecimento do agronegócio.

Planilhas eletrônicas de avaliação e exemplos

O Sistema Ambitec é simples e flexível permitindo ao usuário adaptá-lo a situações específicas de uso, alterando fatores de importância ou exclusão de indicadores e componentes. Há um tratamento igualitário para os componentes assinalados como “não aplicáveis” e os “não alterados” em face da dificuldade de redistribuir os fatores de ponderação (soma 1) por causa da natureza integrada do sistema com todos os componentes sendo seqüencialmente incorporados aos índices.

Os exemplos ilustrativos apresentados e discutidos a seguir pretendem mostrar a operacionalidade do Sistema Ambitec e um pouco de suas possibilidades em termos de análises e implicações das estimativas. São discutidas apenas algumas planilhas com os resultados das AIs ambientais de três casos⁹ de inovações tecnológicas por segmentos do agronegócio brasileiro: cultivar de uva Niágara Rosada para regiões tropicais (Ambitec Agro), no segmento agropecuária; módulos múltiplos de processamento de castanha-de-caju (Ambitec Agroindústria), no segmento agroindústria; e poedeira Embrapa 051 (Ambitec Produção Animal), no segmento produção animal. Em termos do aspecto Alcance todas as tecnologias avaliadas (abrangência e influência), as três tecnologias têm amplas possibilidades de expansão para outras áreas. As particularidades de cada uma com relação a aspectos específicos são apresentadas a seguir.

Cultivar de uva Niágara Rosada para regiões tropicais (Ambitec Agro)

O índice de impacto ambiental dessa inovação tecnológica e os respectivos coeficientes de impacto ambiental de indicadores são apresentados na Fig. 4. Com exceção de uso de recursos naturais (-0,5) todos os demais coeficientes inclusive o índice final de impacto (2,07) foram positivos, isto é, ambientalmente

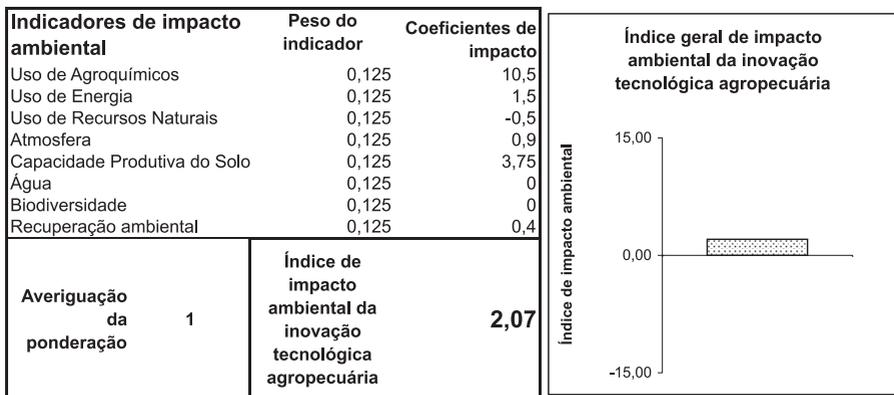


Fig. 4. Ambitec Agro: Uva Niágara Rosada – avaliação final, ponderação (importância) dos indicadores e expressão dos coeficientes e índice de AIs ambientais.

⁹ Detalhes destas tecnologias podem ser vistos em capítulos específicos apresentados neste livro.

desejáveis. Destaque para redução no uso de agroquímicos (10,5) e melhoria da capacidade produtiva do solo (3,75). Como exemplos, discutiu-se a seguir os resultados do aspecto eficiência tecnológica (uso de agroquímicos, de energia e de recursos naturais).

O maior (10,5) coeficiente de impacto é referente ao aspecto “eficiência tecnológica” devido à redução do uso de agroquímicos (Fig. 5), pela intensa redução no volume de aplicação de pesticidas (mais de 30%) indicando uma certa rusticidade dessa cultivar em relação às tradicionalmente utilizadas (uva Itália). As alterações observadas para todos os componentes deste indicador (frequência, variedade de ingredientes ativos e toxicidade) foram reduzidas significativamente (coeficiente de alteração igual a -3, uma grande diminuição). O indicador fertilizantes permaneceu inalterado (0) com o uso da tecnologia. A redução do uso de energia (Fig. 6), com um coeficiente de impacto positivo de 1,5, é também devido à rusticidade da cultivar, pois, uma vez que a intensidade de tratamentos reduziu-se em torno de 50%, o consumo com óleo diesel diminuiu significativamente (-3 para o coeficiente de alteração). Todos os demais componentes do indicador uso de energia têm valores de alterações iguais a zero (não se aplica ou componente inalterado). Uso de recursos naturais (Fig. 7) teve um coeficiente de impacto pequeno (-0,5) mas negativo, sugerindo possibilidades de melhoria tecnológica. Esse valor foi resultante de um moderado aumento na incorporação de novas áreas de produção (1) que não foi compensado pela moderada redução (-1) no uso de água para irrigação (uso de água para

Uso de agroquímicos		Tabela de coeficientes de alteração do uso de insumos						Averiguação fatores de ponderação
		Pesticidas			Fertilizantes			
		Frequência	Variedade de ingredientes ativos	Toxicidade	NPK hidrossolúvel	Calagem	Micro-nutrientes	
Fatores de ponderação								
k		0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	1
Não se aplica								
Marcar com X								
Pontual		1	-3	-3	-3	0	0	
Local		2						
Entorno		5						
Escala da ocorrência =								
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		0,6	0,6	0,9	0	0	0	2,1

Fig. 5. Ambitec Agro: Uva Niágara Rosada – eficiência tecnológica no uso de agroquímicos (pesticidas e fertilizantes).

Tabela de coeficientes de alteração do uso de fontes de energia											Averiguação fatores de ponderação
Uso de energia		Combustíveis fósseis				Biomassa				Eleticidade	
		Óleo combustível	Gasolina	Diesel	Carvão mineral	Alcool	Lenha	Bagaga de cana	Restos vegetais		
Fatores de ponderação		0,1	0,1	0,1	0,1	0,075	0,075	0,075	0,075	0,3	1
Escala da ocorrência = k Não se aplica Marcar com X	Pontual	X	X		X	X	X	X	X		
	Local			-3						0	
	Entorno										
	Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	

Fig. 6. Ambitec Agro: Uva Niágara Rosada – eficiência tecnológica no uso de energia (combustíveis fósseis, biomassas e eletricidade).

Tabela de coeficientes de alteração do uso de recursos					Averiguação fatores de ponderação
Uso de recursos naturais		Recurso natural			
		Água para irrigação	Água para processamento	Solo para plantio (área)	
Fatores de ponderação		0,3	0,3	0,4	1
Escala da ocorrência = k Não se aplica Marcar com X	Pontual		X		
	Local	-1		1	
	Entorno				
	Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)	0,3	0	-0,4	-0,1

Fig. 7. Ambitec Agro: Uva Niágara Rosada – eficiência tecnológica no uso de recursos naturais.

processamento permaneceu inalterado) pois a ponderação de importância favoreceu em 10% a incorporação de novas áreas.

Módulos múltiplos de processamento de castanha-de-caju (Ambitec Agroindústria)

Nesse caso, conforme resultados apresentados na Fig. 8, os resultados finais obtidos foram muitos expressivos (sentido positivo e magnitude), sendo índice de impacto igual a 5,5 resultante de significativos benefícios ambientais traduzidos pelos valores dos coeficientes de impactos ambiental de uso de insumos materiais (3), uso de energia (4,5), uso de recursos naturais (7,5), conservação

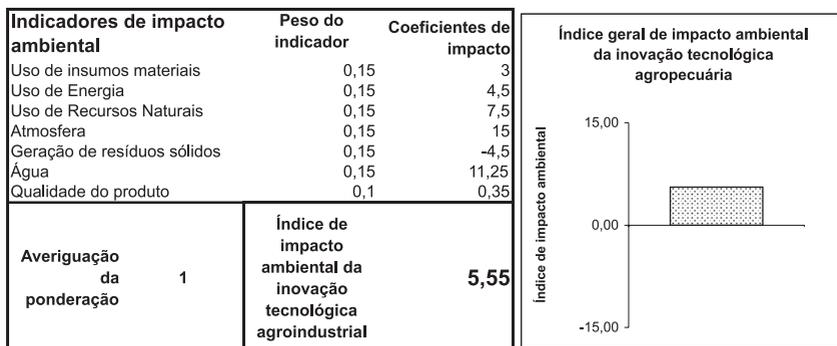


Fig. 8. Ambitec Agroindústria: Módulos múltiplos de processamento de castanha-decaju – avaliação final, ponderação (importância) dos indicadores e expressão dos coeficientes e índice de AIs ambientais.

atmosférica (15) e melhoria da qualidade da água (11,25). Apenas o indicador geração de resíduos sólidos (-4,5) sinalizou uma característica não desejável da tecnologia devido a disposição inadequada das cascas de coco no solo. Como exemplos, discutiu-se a seguir os resultados do aspecto conservação ambiental (atmosfera, geração de resíduos sólidos e água).

No que se refere ao aspecto “conservação ambiental” todos os resultados da tecnologia são extremamente expressivos considerando a magnitude dos respectivos coeficientes de impactos: 15 para o indicador atmosfera, -4,5 para geração de resíduos sólidos e 11,25 para água. Como nas minifábricas não se usam caldeiras, há vantagens retratadas nos elevados coeficientes de alteração (-3) aplicáveis no entorno (além dos limites da fábrica) para os componentes no indicador atmosfera (Fig. 9), principalmente devido à não emissão de gases e material particulado (fumaça), pela diminuição de ruído (decorrente do processo de corte ser manual) e, ainda redução de odores. No caso do indicador geração de resíduos sólidos (Fig. 10), a não utilização de caldeiras elimina a prática de uso da casca da castanha como combustível. Com isso as cascas geradas no processamento das minifábricas não seguem uma rotina de coleta adequada e são, na sua maioria, dispostas de forma inadequada no solo implicando num grande aumento (coeficiente de alteração igual a 3) na geração de resíduos sólidos descartáveis. O líquido presente na casca da castanha (LCC) é um

Tabela de coeficientes de alteração da emissão de poluentes					
Atmosfera	Tipo do poluente				Averiguação fatores de ponderação
	Gases de efeito estufa	Material particulado / fumaça	Odores	Ruídos	
Fatores de ponderação k	0,4	0,4	0,1	0,1	1
Marcar					
Sem efeito com X					
Pontual	1				
Local	2				
Entorno	5				
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)	6	6	1,5	1,5	15

Fig. 9. Ambitec Agroindústria: Módulos múltiplos de processamento de castanha-de-caju – conservação ambiental (atmosfera).

Tabela de coeficientes de alteração da variável					
Geração de resíduos sólidos	Variável de geração de resíduos sólidos				Averiguação fatores de ponderação
	Recicláveis	Reutilizáveis	Para compostagem	Descartáveis	
Fatores de ponderação k	0,2	0,2	0,3	0,3	1
Marcar					
Sem efeito com X	X	X	X		
Pontual	1				
Local	2				
Entorno	5			3	
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)	0	0	0	-4,5	-4,5

Fig. 10. Ambitec Agroindústria: Módulos múltiplos de processamento de castanha-de-caju – conservação ambiental (geração de resíduos sólidos).

componente que contém compostos fenólicos de alto potencial poluidor. A disposição inadequada provoca impactos no solo e, dependendo de suas características e relevo da região, provoca também o escoamento e lixiviação para as águas superficiais e subterrâneas. Com relação ao indicador qualidade da água (Fig. 11), como a tecnologia de módulos múltiplos não utiliza muita água, a geração de efluentes é pequena, diminuindo fortemente (-3) a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), turbidez e materiais flotantes. O componente lodo/borras não se aplica nesse caso.

		Tabela de coeficientes de alteração da variável				Averiguação fatores de ponderação
		Variável de qualidade da água				
Água		Demanda bioquímica de oxigênio	Turbidez	Espuma/óleo/ materiais flotantes	Lodo / borras	1
Fatores de ponderação k		0,25	0,25	0,25	0,25	
Escala da ocorrência =	Marcar					
	Sem efeito com X				X	
	Pontual	1				
	Local	2				
Entorno	5					
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		3,75	3,75	3,75	0	11,25

Fig. 11. Ambitec Agroindústria: Módulos múltiplos de processamento de castanha-decaju – conservação ambiental (água).

Poedeira Embrapa 051 (Ambitec Produção Animal)

Os resultados finais para a poedeira Embrapa 051 também são relativamente bons (Fig. 12). O índice de impacto ambiental positivo, mas relativamente baixo (0,90), é decorrente dos coeficientes dos indicadores uso de energia (4,5) pela redução de eletricidade, mais eficiência no uso de recursos naturais (1,8) e pela conservação atmosférica (1,8) e melhoria na capacidade produtiva do solo (1). O destaque negativo é na degradação da biodiversidade (-3), pelo aumento significativo de perdas de vegetação nativa e de espécies e variedades caboclas, basicamente devido ao sistema de criação (parte a pasto). Como exemplos, discutiu-se a seguir os resultados dos aspectos recuperação ambiental e qualidade do produto.

O único componente alterado e de forma pontual para o aspecto “recuperação ambiental” (Fig. 13) é o referente a uma moderada (1) recuperação de solos degradados, em razão das potenciais alterações físicas que a tecnologia pode causar. As demais variáveis consideradas nesse caso não são aplicáveis. O coeficiente de impacto ambiental resultante é positivo, conquanto relativamente pequeno (0,3).

No aspecto “qualidade do produto” (Fig. 14) todos os componentes (aditivos, resíduos químicos e contaminantes biológicos) considerados no indicador variáveis de qualidade do produto tiveram reduções moderadas (-1) na escala

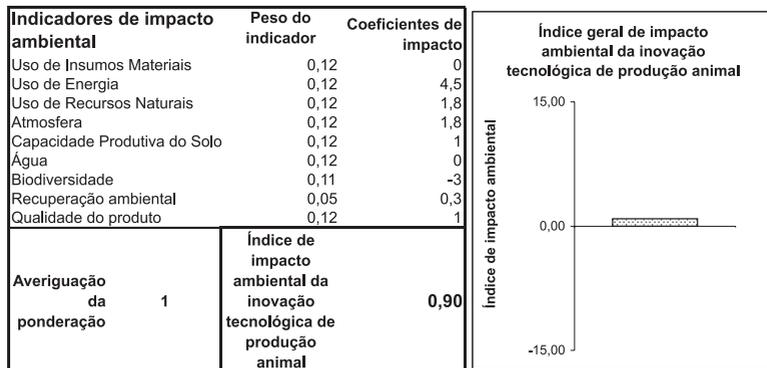


Fig. 12. Ambitec Produção Animal: Poedeira Embrapa 051 – avaliação final, ponderação (importância) dos indicadores e expressão dos coeficientes e índice de AIs ambientais.

Tabela de coeficientes de alteração da variável						
Recuperação ambiental		Variável de recuperação ambiental				Averiguação fatores de ponderação
		Solos degradados	Ecossistemas degradados	Áreas de preservação permanente	Reserva Legal	
Fatores de ponderação k		0,3	0,3	0,2	0,2	1
Escala da ocorrência =	Marcar					
	Sem efeito com X		x	x	x	
	Pontual	1	1			
	Local	2				
Entorno	5					
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		0,3	0	0	0	0,3

Fig. 13. Ambitec Produção Animal: Poedeira Embrapa 051 – recuperação ambiental (variáveis de recuperação ambiental).

Tabela de coeficientes de alteração da variável					
Qualidade do produto		Variável de qualidade do produto			Averiguação fatores de ponderação
		Aditivos	Resíduos químicos	Contaminantes biológicos	
Fatores de ponderação k		0,3	0,35	0,35	1
Escala da ocorrência =	Marcar				
	Sem efeito com X				
	Pontual	1	-1	-1	
	Local	2			
Entorno	5				
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		0,3	0,35	0,35	1

Fig. 14. Ambitec Produção Animal: Poedeira Embrapa 051 – qualidade do produto (variáveis de qualidade do produto).

pontual de ocorrência. Em relação a aditivos, a tecnologia apresenta uma moderada diminuição, pois os aditivos ainda são passíveis de serem utilizados apesar da recomendação em contrário. Assim, como a ração é manejada pelo próprio produtor e este tem a cultura de adicionar esse tipo de substância às rações, considerou-se a redução moderada. Como conseqüência, a redução na concentração de resíduos químicos também será moderada, pois estes são, muitas vezes, resultado do uso incorreto dos aditivos. Considerando-se como contaminantes biológicos aqueles oriundos da manipulação incorreta dos animais e seus produtos, este componente também apresentou moderada redução. Tal tecnologia tem como característica a rusticidade, assim seu manejo, muitas vezes, não ocorre em situações ideais, expondo-a a este tipo de contaminação. O coeficiente de impacto ambiental resultante é portanto positivo, mas relativamente baixo (1) considerando a escala de possibilidade (até 10).

Referências

ANDREOLI, M.; TELLARINI, V. Farm sustainability evaluation: methodology and practice. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 77, n. 1-2, p. 43-52, Jan. 2000.

BARBIER, E. B.; MARKANDYA, A.; PEARCE, D. W.; JOHANSSON, P. O. Sustainable agricultural development and project appraisal. **European Review of Agricultural Economics**, Oxford, v. 17, n. 2, p. 181-196, Apr. 1990.

BISSET, R. Introduction to methods for environmental impact assessment. In: UNIT, P.E.I.A.A.P. (Ed.). **Environmental impact assessment**. The Hague: Martinus Nijhoff Publishers, 1983. p. 131-147. (Behavioural and social sciences, 14).

BISSET, R. Methods for environmental impact assessment: a selective survey with case studies. In: BISWAS, A.K.; GEPING, Q. (Ed.). **Environmental impact assessment for developing countries**. London: Tycooly International, 1987. p. 3-64.

BOWERS, J.; HOPKINSON, P. The treatment of landscape in project appraisal: consumption and sustainability approaches. **Project Appraisal**, Surrey, v. 9, n. 2, p. 110-118, June, 1994.

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Sistemas de gestão ambiental** – especificação e diretrizes para uso (NBR ISO 14001). Rio de Janeiro: ABNT, 1996. 14 p.

CANTER, L. W. **Environmental impact assessment**. 2nd.ed. New York: McGraw-Hill, 1996. 660 p.

CASTRO, A. G. de; RODRIGUES, G. S.; FERREIRA, M. C. Proposta para a abordagem do dilema agricultura x meio ambiente. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 40, n. 7, p. 646-651, jul. 1988.

DUMANSKI, J.; BENTLEY, C. F.; BRKLACICH, M. Guidelines for evaluating sustainability of land development projects. **Entwicklung & und Landlicher Raum**, Frankfurt v. 24, n. 3, p. 3-6, June 1990.

EMBRAPA. **III plano diretor da Embrapa**: realinhamento estratégico. Brasília: Embrapa-SAE, 1998. 40 p.

GIRARDIN, P.; BOCKSTALLER, C.; VAN DER WERF, H. Indicators: tools to evaluate the environmental impacts of farming systems. **Journal of Sustainable Agriculture**, Binghamton, v. 13, n. 4, p. 5-21, Dec. 1999.

GIRARDIN, P.; BOCKSTALLER, C.; VAN DER WERF, H. Assessment of potential impacts of agricultural practices on the environment: the agro*eco method. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 20, n. 2, p. 227-239, Mar. 2000.

GREEN, C. H.; TUNSTALL, S. M.; N'JAI, A.; ROGERS, A. Economic evaluation of environmental goods. **Project Appraisal**, Surrey, v. 5, n. 2, p. 70-82, June 1990.

HAQUE, M. M. Sustainable development and environment: a challenge to technology choice decision-making. **Project Appraisal**, Surrey, v. 6, n. 3, p. 149-157, Sept. 1991.

IRIAS, L. J. M.; RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C.; RODRIGUES, I. **Avaliação de impacto ambiental de inovações tecnológicas nos segmentos agropecuário, produção animal e agroindústria**. Jaguariúna: Embrapa

Meio Ambiente, 2003. 26 p. (Embrapa Meio Ambiente. Circular técnica). No prelo.

LEWANDOWSKI, I.; HARDTLEIN, M.; KALTSCHMITT, M. Sustainable crop production: definition and methodological approach for assessing and implementing sustainability. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 1, p. 184-193, Jan./Feb. 1999.

LOWRANCE, R.; HENDRIX, P. F.; ODUM, E. P. A hierarchical approach to sustainable agriculture. **American Journal of Alternative Agriculture**, Maryland, v. 1, n. 4, p. 169-173, Dec. 1986.

MIRRA, A. L. V. **Impacto ambiental**: aspectos da legislação brasileira. São Paulo: Oliveira Mendes, 1998. 69 p.

MITCHELL, G.; MAY, A.; McDONALD, A. PICABUE: a methodological framework for the development of indicators of sustainable development. **International Journal of Sustainable Development and World Ecology**, New York, v. 2, n. 2, p. 104-123, Mar. 1995.

MORVARIDI, B.; WEISS, J.; WEISS, J. **Sustainable development and project appraisal**: the economics of project appraisal and the environment. Aldershot, UK: Edward Elgar Publ., 1994. p. 184-196.

NEHER, D. Ecological sustainability in agricultural systems: definition and measurement. **Journal of Sustainable Agriculture**, Binghamton, v. 2, n. 3, p. 51-61, Sept. 1992.

OECD. Core set of indicators for environmental performance reviews. Paris, 1993. 39 p. (Environmental monographs, 83).

PIMENTEL, D.; STACHOW, U.; TAKACS, D. A.; BRUBAKER, H. W.; DUMAS, A. R.; MEANEY, J. J.; O'NEIL, J. A. S.; ONSI, D. E.; CORZILIUS, D. B. Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. **BioScience**, Washington, v. 42, n. 5, p. 354-362, May 1992.

PINFIELD, G. Strategic environmental assessment and land-use planning. **Project Appraisal**, Surrey, v. 7, n. 3, p. 157-163, Sept. 1992.

POORE, D.; SAYER, J. **The management of tropical moist forest lands: ecological guidelines.** Cambridge, UK: IUCN, 1991. 78 p.

PORTER, A. L. Technology assessment. **Impact assessment**, Guildford, v. 13, n. 1, p. 135-151, Mar. 1995.

QUIRINO, T. R.; IRIAS, L. J. M.; WRIGHT, J. T. C. **Impacto agroambiental: perspectivas, problemas e prioridades.** São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 184 p.

RODRIGUES, G. S. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisas: fundamentos, princípios e introdução à metodologia.** Jaguariúna, SP: Embrapa-CNPMA, 1998. 66 p. (Documentos, 14).

RODRIGUES, G. S.; BROWN, M. T.; MILLER, W.; RUZ, E.; RIQUELME, H. Natural resource valuation, environmental impact assessment, and sustainability: the role of the NIARs in the Southern Cone. In: PUIGNAU, J. P. (Ed.). **Valoración económica en el uso de los recursos naturales y el medio ambiente.** Montevideo: IICA/PROCISUR, 1998. p. 113-116. (Dialogo, 51).

RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; IRIAS, L. J. M.; LIGO, M. A. V. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisa II: avaliação da formulação de projetos - versão I.** Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 28 p. (Boletim de pesquisa, 10).

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária:** Ambitec Agro. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003b. 93 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos 34).

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, v. 19, n. 3, p. 349-375, set./dez. 2002.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. An environmental impact assessment system for agricultural R&D. **Environmental Impact Assessment Review**, Amsterdam, v. 23, n. 2, p. 219-244, Jan. 2003a.

ROSSI, R.; NOTA, D. Nature and landscape production potentials of organic types of agriculture: a check of evaluation criteria and parameters in two Tuscan farm-landscapes. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 77, n. 1, p. 53-64, Jan. 2000.

SMITH, C. S.; McDONALD, G. T. Assessing the sustainability of agriculture at the planning stage. **Journal of Environmental Management**, London, v. 52, n. 1, p. 15-37, Jan. 1998.

TACCONI, L.; TISDELL, C. Holistic sustainable development. Implications for planning processes, foreign aid and support for research. **Third World Planning Review**, Liverpool, v. 15, n. 4, p. 411-428, Dec. 1993.

WARFORD, J. Environment, growth and development. **Project Appraisal**, Surrey, v. 2, n. 2, p. 75-87, June 1987.

***Eucalyptus benthamii* – Tolerante a Geadas Severas**

*Honorino Roque Rodigheri
Jarbas Yukio Shimizu
Roberto Alonso Silveira*

Introdução

O gênero *Eucalyptus* com 2.965.880 ha, isoladamente, ocupa a maior área entre espécies florestais madeiráveis plantadas no Brasil. Os plantios concentram-se em Minas Gerais (51,7%), São Paulo (19,4%), Bahia (7,2%), Espírito Santo (5,1%), Rio Grande do Sul (3,9%), Paraná (1,5%), Santa Catarina (1,4%) e outros com 9,8% (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2004).

Apesar de existir um grande número de espécies de eucalipto capaz de adaptar às diferentes condições de clima e solo no Brasil, há carência de espécies capazes de resistir a geadas severas.

Portanto, o problema que motivou o desenvolvimento da pesquisa foi a falta de espécies alternativas viáveis para plantios comerciais voltadas à produção de biomassa energética, bem como para produção de madeira para usos gerais nas regiões sujeitas a geadas severas, especialmente no Sul do Brasil.

Obtenção da tecnologia

A pesquisa iniciou-se em 1982, sendo as principais atividades: a) prospecção, coleta e introdução de material genético com alta variabilidade genética de *Eucalyptus benthamii* para teste; b) plantio e manejo para avaliação do desenvol-

vimento e produção de sementes; e c) manejo voltado essencialmente à produção de sementes.

Anteriormente, a única espécie disponível e de tolerância relativa às geadas era *E. viminalis*. Porém, essa espécie apresenta baixa produtividade de biomassa e baixa qualidade da madeira para processamento mecânico, além de grande dificuldade de produzir semente. Com *E. benthamii*, a produtividade da madeira é maior, gerando toras de boa forma (retas). A produtividade de sementes também é maior do que a de *E. viminalis*, além de ser mais resistente a geadas severas. Com esses atributos, tanto as empresas florestais quanto as pequenas e médias propriedades rurais poderão dispor das matérias-primas para os mais diversos usos, produzidas localmente, apesar das geadas que, periodicamente, aniquilam a maioria das espécies de eucalipto plantadas no Sul do Brasil.

Quanto à densidade básica da madeira, *E. benthamii* se assemelha às demais espécies plantadas no Brasil. No entanto, em avaliações feitas aos 15 anos de idade, ele tende a apresentar maior instabilidade estrutural (PEREIRA et al., 2001). Isso limita o seu uso em forma de madeira serrada. Para essa destinação, serão necessários testes tecnológicos adicionais com madeira de árvores em idades mais avançadas.

No entanto, como produtora de biomassa energética, *E. benthamii* é uma tecnologia pronta para uso e de grande vantagem para a Região Sul do Brasil, bem como para os demais locais sujeitos a geadas severas, como na Serra da Mantiqueira (São Paulo e Sul de Minas Gerais).

No Sul do Brasil, *E. benthamii* tem mostrado rápido crescimento e alta resistência a geadas em plantios experimentais nos estados do Paraná e Santa Catarina. Em Colombo, PR, *E. benthamii* apresentou, aos 8 anos de idade, altura média de 18 m e DAP (diâmetro do tronco a 1,30 m de altura) médio de 21 cm (Shimizu, comunicação pessoal). Higa e Carvalho (1990) observaram, na região de Dois Vizinhos, PR, sobrevivência de 70%, altura média de 16 m e DAP médio de 15 cm com menos de 4 anos de idade e concluíram que a espécie merece atenção especial dos melhoristas e silvicultores. Outro fator favorável nessa espécie é a viabilidade de plantios clonais mediante enraizamento de estacas (GRAÇA et al., 1999).

A tecnologia resultou de trabalhos de silvicultura e melhoramento genético e se constitui num avanço importante, já que apresenta uma nova espécie florestal com alto potencial produtivo e resistente a geadas severas.

Contextualização da tecnologia no agronegócio

Para atender a necessidade de madeira, em curto prazo, o plantio de eucalipto surge como uma das melhores alternativas (HIGA, 1995). O Brasil produz aproximadamente 150 milhões de metros cúbicos anuais de madeira de eucalipto. Essa madeira é usada para diversos fins, como: celulose, papel, construções de casas residenciais e construções rurais, produção de postes e mourões, além da grande parte na forma de lenha e/ou carvão vegetal destinada à geração de energia.

Embora possa ser usada para outras finalidades, *E. benthamii* está sendo plantado, basicamente, para suprir a demanda de energia no Planalto Sul-Brasileiro. No primeiro plano, visa atender à demanda dos pequenos e médios produtores rurais e das indústrias que utilizam lenha na geração de energia.

Identificação dos impactos

O principal impacto da tecnologia, além da tolerância a geadas severas, é a maior produtividade de madeira. Enquanto a produtividade média de espécies alternativas é de 30 m³/ha por ano, resultando numa produção de 180 m³/ha aos 6 anos de idade, a produtividade de *E. benthamii* chega a 40 m³/ha por ano, resultando em 240 m³/ha nesse mesmo período (idade média de 6 anos para o corte dos eucaliptos para lenha).

A tecnologia apresenta impactos econômicos e ambientais desejáveis e positivos. Nos indicadores econômicos, apresenta uma taxa interna de retorno (TIR) de 12,69 %, um valor presente líquido (VPL) de R\$ 6.116,00 e a relação benefício/custo (RB/C) de 1,5/1. Quanto aos aspectos ambientais, embora moderados, *E. benthamii* apresenta impacto positivo e, portanto, desejável. A tecnologia não apresenta impacto negativo em nenhum dos indicadores de impacto ambiental apresentados no sistema Ambitec Agro.

Os principais beneficiários diretos da tecnologia são os pequenos e médios produtores rurais que produzem madeira (lenha) para energia. Entretanto, dada a maior segurança (garantia) de produção e maior produtividade, as comunidades em geral, são, também, beneficiadas pelo *E. benthamii* em forma de madeira para

construções, bem como na forma de árvores componentes de faixas de proteção e elementos paisagísticos.

Avaliação dos impactos econômicos

Estimativa dos benefícios econômicos

Os impactos econômicos dessa tecnologia ocorrem, principalmente, na forma de incremento de produtividade (Tabela 1). As informações referentes à produtividade foram obtidas com produtores rurais associados à Cooperativa Agrícola Entre Rios, Ltda., da região da Guarapuava, Estado do Paraná, que plantaram *E. benthamii* nos anos de 1999 a 2002. Nessa região, o preço médio de eucalipto para energia, recebido pelo produtor, em dezembro de 2002, foi de R\$ 18,00/m³ de madeira.

Considerando que, independentemente da espécie, o eucalipto para energia, praticamente, requer a mesma tecnologia para produção, seu custo é equivalente para as diferentes espécies. A vantagem do *Eucalyptus benthamii*, a maior produtividade, resulta em benefício econômico líquido ao produtor da ordem de R\$ 1.080,00/ha por ano (Tabela 1).

Considerando que essa tecnologia resultou da prospecção, coleta e introdução de material com alta variabilidade genética, atribuiu-se a participação de 30% ao material original e 70% ao esforço tecnológico desenvolvido pela Embrapa Florestas.

Embora a tecnologia tenha sido lançada em 1992, em função do longo período desde o plantio até a produção de sementes, a adoção, por parte dos produtores rurais, iniciou-se apenas em 1999. No período, a área plantada com *Eucalyptus benthamii* passou de 19 ha em 1999 para 196 ha em 2002 (Tabela 1). A área plantada com *E. benthamii* resultou das informações vinculadas aos produtores e da quantidade de mudas produzidas e comercializadas pela Embrapa Florestas.

Para o ano de 2003 em diante, em função da limitação na oferta de sementes e mudas, estima-se que o plantio e, conseqüentemente, a adoção da tecnologia permaneça em 200 ha anuais. Essa estimativa pode ser significativamente

Tabela 1. Ganhos líquidos unitários com a utilização de *E. benthamii*.

Ano	Unidade de medida anterior/ (um) (A)	Rendimento atual/um (B)	Preço unitário adicional R\$/um (C)	Custo adicional R\$/um (D)	Ganho unitário R\$/um E = ((B-A) x C) - D	Participação da Embrapa (%) (F)	Ganho líquido Embrapa R\$(um) G = (ExF)/ 100 ¹	Área de adoção: unidade de medida x um (H)	Área de adoção: Quant. I = (GxH)	Benefício Ec. - R\$ I = (GxH)
1999	0	0	0	0	0	70	0	Hectare	19	0
2000	0	0	0	0	0	70	0	Hectare	33	0
2001	0	0	0	0	0	70	0	Hectare	121	0
2002	0	0	18	0	0	70	0	Hectare	196	0
2003	0	0	18	0	0	70	0	Hectare	200	0
2004	180	240	18	0	1.080	70	756	Hectare	200	14.364
2005	180	240	18	0	1.080	70	756	Hectare	200	24.948
2006	180	240	18	0	1.080	70	756	Hectare	200	91.476
2007	180	240	18	0	1.080	70	756	Hectare	200	148.176
2008	180	240	18	0	1.080	70	756	Hectare	200	151.200
2009	180	240	18	0	1.080	70	756	Hectare	200	165.564
2010	180	240	18	0	1.080	70	756	Hectare	200	176.148
2011	180	240	18	0	1.080	70	756	Hectare	200	242.676
2012	180	240	18	0	1.080	70	756	Hectare	200	299.376

ampliada, a depender da preferência dos produtores que realizaram os primeiros plantios. Caso a opção desses produtores seja pela produção de sementes, a oferta desse insumo, a partir de 2006, será maior e, portanto, a área plantada (nível de adoção da tecnologia) e os respectivos benefícios econômicos serão maiores que as estimativas apresentadas na Tabela 1.

Considerando que a rotação média do eucalipto para energia é de 5 anos, o benefício econômico da pesquisa pela área plantada em 1999 (19 ha) será realizado por ocasião do corte e comercialização da madeira em 2004, que totalizaria R\$ 14.364,00 (Tabela 1). Como *E. benthamii* rebrota após o corte, estima-se que ele apresente produtividade de biomassa semelhante à do primeiro corte. Portanto, nos 19 ha plantados em 1999, a madeira será colhida em 2004. A segunda colheita será em 2009 e assim, sucessivamente.

Dada a pequena quantidade de sementes de *E. benthamii* produzidas anualmente, a Embrapa Florestas ainda não as comercializa. Alternativamente, visando à agregação de valor, produz e comercializa suas mudas. Mesmo sem grande divulgação das particularidades da espécie (devido à baixa produção de sementes), segundo o Serviço de Atendimento ao Cliente (SAC) da Embrapa Florestas, a produção de mudas de *E. benthamii*, em média, atende apenas 50% da demanda. Das mudas comercializadas no período de 1999 a 2002, a Cooperativa Agrícola Entre Rios, da região de Guarapuava, PR, foi a principal compradora. Segundo o gerente florestal dessa cooperativa, os plantios de *E. benthamii* ainda são destinados, principalmente, à produção de lenha para secagem de grãos.

Ainda não foram feitas avaliações quanto ao poder calorífico ou ao rendimento em caldeiras com a madeira da espécie em questão. Entretanto, o mercado de eucalipto para energia paga o mesmo preço, independentemente da espécie, o que não ocorre quando a madeira destina-se a serrarias e movelarias. As espécies com melhor qualidade da madeira para esses fins alcançam maiores preços.

Custos da tecnologia

A estimativa dos custos da geração (1982 a 1992) e da transferência (1993 a 2012) da tecnologia foi realizada com base nas informações fornecidas pelo pesquisador, pelo Setor de Recursos Humanos (SRH), pelo Setor de Orçamento e Finanças (SOF) e Setor de Patrimônio e Material (SPM) e é constituída pelas despesas diretas e indiretas (Tabela 2).

Tabela 2. Custo da geração(1982/92) e transferência (1993/2012) da tecnologia *E. benthamii* (valores em Reais de dezembro de 2002).

Ano	Despesas diretas		Despesas indiretas		Total
	Custo com pessoal	Custeio da pesquisa	Custos de capital	Custo da administração	
1982	2.528	687	160	831	4.206
1983	2.454	625	145	923	4.147
1984	2.230	610	138	879	3.857
1985	2.120	580	126	1.099	3.925
1986	3.036	663	124	957	4.780
1987	2.160	650	118	1.134	4.062
1988	3.520	813	148	1.891	6.372
1989	3.519	288	135	1.722	5.664
1990	3.945	513	152	1.936	6.546
1991	3.831	440	147	1.874	6.292
1992	3.576	285	146	746	4.753
1993	2.736	346	156	795	3.033
1994	2.148	118	76	390	2.732
1995	2.688	151	97	746	3.682
1996	2.720	189	122	625	3.656
1997	2.015	160	103	526	2.804
1998	2.413	167	108	553	3.241
1999	2.132	150	96	493	2.871
2000	2.117	153	99	504	2.873
2001	2.902	150	96	494	3.642
2002 ⁽¹⁾	2.864	138	89	569	3.660

⁽¹⁾Admitiu-se a hipótese de que os custos de 2002 se refletirão no período 2003/2012.

a) Despesas diretas:

- Custo com pessoal – refere-se à remuneração bruta mais encargos sociais e a respectiva participação do pesquisador na geração (5% do tempo) e transferência (2% do tempo) da tecnologia. Nessa tecnologia, tanto na geração como na transferência, houve a participação de um técnico agrícola, também, com 5% e 2%, respectivamente, na tecnologia em análise.
- Custeio da pesquisa – baseada no orçamento realizado nos subprojetos e a respectiva participação da experimentação com *E. benthamii* nos subprojetos.

b) Despesas indiretas:

- Custo da administração – refere-se ao custeio com pessoal ligado à administração, aos custos dos setores de campos experimentais e máquinas agrícolas, e ao custeio da administração (vigilância, limpeza, telefone, energia,

xerografia, combustíveis, correio e estagiários). Esse custo foi dividido pelo esforço total de pesquisa da Embrapa Florestas (número de pesquisadores) e pela participação do tempo do pesquisador no desenvolvimento e transferência da tecnologia.

- Custeio com capital – composto pelo valor total dos bens da Embrapa Florestas a preços de dezembro de 2002, depreciados a 5% ao ano e distribuído segundo a participação da tecnologia no esforço de pesquisa da Embrapa Florestas.

O custo total da geração e transferência da tecnologia (*Eucalyptus benthamii* – tolerante a geadas severas) está estimado em R\$ 124.396,00, a preços de dezembro de 2002. Desse total, a maior participação refere-se ao custo com pessoal (69,37 %), seguida pelo custo da administração (20,40 %), custeio da pesquisa (7,44 %) e custo de capital com 2,79 %.

Avaliação custo benefício

Na Tabela 3, são apresentados os fluxos de benefícios e custos da tecnologia *E. benthamii*, bem como os indicadores de rentabilidade econômica no período de 1982 a 2012.

Mesmo com o longo período entre o início da experimentação (1982), início da obtenção da produção (2004) e a pequena área plantada, a tecnologia apresenta uma Taxa interna de retorno (TIR) de 12,69%, taxa essa, bastante superior aos 8,75% anuais financiados pelo Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para os Programas de Plantios Comercial de Florestas (Propflora) e Pronaf Florestal, financiados pelo Banco do Brasil e outros bancos privados, para pequenos produtores rurais com juros de 4% ao ano e 25% de desconto para os pagamentos nas datas programadas. O VPL calculado com taxa de desconto de 12% ao ano alcança a R\$ 6.116/ha. Por sua vez, a relação benefício/custo (RB/C) é de 1,5/1. Isto significa que a cada unidade de custo há uma receita de 1,5 unidades (Tabela 3). Esses indicadores econômicos seriam ainda maiores caso houvesse sementes para atender toda a demanda por parte dos produtores rurais.

Avaliação dos impactos ambientais

Essa avaliação foi realizada em conformidade com o “Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Agropecuária (Ambitec Agro)”, desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente.

Tabela 3. Fluxo de custos e benefícios da tecnologia *E. benthamii* – período 1982 a 2012.

Anos	Fluxo de benefícios	Fluxo de custos	Benefícios líquidos
1982	0	4.206	(4.206)
1983	0	4.147	(4.147)
1984	0	3.857	(3.857)
1985	0	3.925	(3.925)
1986	0	4.780	(4.780)
1987	0	4.062	(4.062)
1988	0	7.372	(7.372)
1989	0	5.664	(5.664)
1990	0	6.546	(6.546)
1991	0	6.292	(6.292)
1992	0	4.753	(4.753)
1993	0	3.033	(3.033)
1994	0	2.732	(2.732)
1995	0	3.682	(3.682)
1996	0	3.656	(3.656)
1997	0	2.804	(2.804)
1998	0	3.241	(3.241)
1999	0	2.871	(3.871)
2000	0	2.873	(2.873)
2001	0	3.642	(3.642)
2002	0	3.660	(3.660)
2003	0	3.660	(3.660)
2004	14.364	3.660	10.704
2005	24.948	3.660	21.288
2006	91.476	3.660	87.816
2007	148.176	3.660	144.516
2008	151.200	3.660	147.540
2009	165.564	3.660	161.904
2010	176.148	3.660	172.488
2011	242.676	3.660	239.016
2012	299.376	3.660	295.716
Taxa interna de retorno (TIR)			12,69%
Valor presente líquido (VPL)			R\$ 6.116
Relação benefício/custo (RB/C)			1,5/1

Alcance da tecnologia

A tecnologia visa, principalmente, ofertar madeira para energia nas regiões de ocorrência de geadas severas nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Como a Embrapa Florestas é, ainda, a única produtora de sementes dessa espécie no Brasil (mesmo assim, ainda em quantidades insuficientes para atender as solicitações dos produtores rurais) e mudas (também insuficiente para atender a demanda), ela tem o controle total das mudas vendidas, dos produtores e das áreas plantadas até o ano de 2002. Isso totaliza 369 ha. *Eucalyptus benthamii* não foi testado em áreas livres e/ou com geadas mais amenas. No entanto, existem informações sobre plantios exploratórios no Vale do Rio Doce, em Minas Gerais, indicando que ela pode se constituir numa boa alternativa, também, nessas áreas.

Eficiência tecnológica

As informações geradas pelos plantios comerciais disponíveis indicam que a espécie em análise é uma alternativa segura para produção de madeira no Planalto Sul-Brasileiro.

Como o sistema de produção do *Eucalyptus benthamii* é igual ao usado para as demais espécies de *Eucalyptus*, a nova tecnologia não provoca alterações (0) quanto ao uso de agroquímicos (pesticidas e fertilizantes) e energia (combustíveis fósseis e biomassa).

Pelo fato de o *E. benthamii* ser mais resistente ao frio, ele apresenta maior crescimento nas regiões de ocorrência de geadas e, conseqüentemente, maior produtividade que as demais espécies do gênero para atender a demanda de lenha. Quanto ao uso de recursos naturais, *E. benthamii* requer menos terra para produzir uma determinada quantidade de matéria-prima. Isso reduz, moderadamente, a área para plantio (-1) resultando num coeficiente de impacto de 2,0 com eficiência tecnológica positiva.

Conservação ambiental

No aspecto da conservação ambiental da tecnologia, são analisadas as variáveis atmosfera, capacidade produtiva do solo, água e biodiversidade, conforme segue:

- Atmosfera – com a maior produção de biomassa, ocorre uma maior captura de carbono, resultando na redução moderada de gases de efeito estufa no entorno (-1). Nessa variável, a tecnologia apresenta um coeficiente ambiental positivo (2) e coeficiente inalterado para o caso de material particulado (fumaça, odores e ruídos).
- Capacidade produtiva do solo – analisando-se as variáveis da respectiva planilha (erosão, perda de matéria orgânica, perda de nutrientes e compactação), o plantio de *E. benthamii*, quando comparado com as demais espécies de eucaliptos, apresenta-se neutro (0) em relação a essa variável.
- Água – *E. benthamii*, quando comparado com as demais espécies do gênero, não provoca alterações (0) quanto à demanda bioquímica de oxigênio, turbidez, espuma/óleo materiais flutuantes e sedimento/assoreamento e, portanto, não provoca alterações na qualidade da água (coeficiente de impacto igual a zero).
- Biodiversidade – a maior garantia e o aumento da produção de madeira, em função da adoção da nova tecnologia, diminui a pressão sobre a vegetação natural remanescente do entorno (-1) que seria o principal alvo dos exploradores de lenha, resultando num coeficiente de impacto ambiental positivo (2) na biodiversidade.

Recuperação ambiental

Nesse indicador, o sistema Ambitec Agro contempla as variáveis solos degradados, ecossistemas degradados, área de preservação permanente e reserva legal. Como *Eucalyptus benthamii* vem sendo plantada, também, em solos degradados (1) pela agricultura tradicional, a adoção da tecnologia apresenta um coeficiente de impacto, embora moderado, mas positivo de 0,4.

Índice de impacto ambiental

Na Tabela 4 são apresentados os indicadores e os respectivos impactos ambientais da tecnologia *Eucalyptus benthamii* que, comparado com as demais espécies do gênero, é tolerante a geadas severas.

Analisando-se os indicadores de impacto ambiental e os respectivos coeficientes de impacto da Tabela 4, pode-se adicionar que o plantio de *E. benthamii*, em relação às demais espécies de eucalipto, não provoca alterações quanto ao uso

Tabela 4. Indicadores de impacto ambiental da nova tecnologia (*E. benthamii*).

Indicadores de impacto ambiental	Peso do indicador	Coeficiente de impacto
Uso de agroquímicos	0,125	0,0
Uso de energia	0,125	0,0
Uso de recursos naturais	0,125	2,0
Atmosfera	0,125	2,0
Capacidade produtiva do solo	0,125	0,0
Água	0,125	0,0
Biodiversidade	0,125	2,0
Recuperação ambiental	0,125	0,4
Índice de impacto ambiental	----	0,8

de agroquímicos, energia, capacidade produtiva do solo (erosão, perda de matéria orgânica, perda de nutrientes e compactação) e água (demanda bioquímica de oxigênio, turbidez, espuma/óleo, materiais flutuantes e sedimento/assoreamento).

Nessa tecnologia, embora moderados, ocorrem impactos ambientais positivos quanto ao uso de recursos naturais, com um coeficiente de impacto de (2) já que o *E. benthamii*, com maior produtividade de madeira, usa menos o recurso solo. Impacto positivo ocorre, também, em relação à atmosfera (2) que, em função da maior produção de biomassa, ocorre maior captura de carbono. Outro indicador de impacto positivo e, portanto, desejável, está relacionado com a biodiversidade (2). Da mesma forma, o componente recuperação ambiental, também, apresenta coeficiente de impacto positivo de (0,4). O índice de impacto ambiental pela adoção da inovação tecnológica é positivo de 0,80 (Tabela 4). A adoção da nova tecnologia não apresenta impactos negativos em nenhuma das variáveis consideradas no sistema Ambitec Agro.

Conclusão

A geração e a adoção da tecnologia *E. benthamii* demonstrou constituir-se numa excelente alternativa de conservação de recursos naturais e de produção rápida de madeira em regiões de ocorrência de geadas severas.

Especificamente, as principais conclusões confirmam que:

- O impacto econômico da inovação tecnológica medido pela TIR, pelo VPL e pela RB/C é rentável para os produtores rurais.
- O índice de impacto ambiental pela adoção da nova tecnologia é positivo e, portanto, ecologicamente desejável.

Referências

GRAÇA, M. E. C.; SHIMIZU, J. Y.; TAVARES, F. R. **Capacidade de rebrota e de enraizamento de *Eucalyptus benthamii***. Colombo: Embrapa-CNPQ, 1999. p. 135-138. (Embrapa-CNPQ. Boletim de pesquisa florestal, 39).

HIGA, A. R.; CARVALHO, P. E. R. de. Sobrevivência e crescimento de doze espécies de eucalipto em Dois Vizinhos, Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: SBS, 1990. v. 3, p. 459-461.

HIGA, A. R. Eucalipto: sua evolução e contribuição no Brasil. **Silvicultura**, São Paulo, v.16, n. 63, p. 39-44, set./out. 1995.

PEREIRA, J. C. D.; SCHAITZA, E. G.; SHIMIZU, J. Y. **Características físicas, químicas e rendimento da destilação da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 4 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 50).

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Área plantada com pinus e eucaliptos no Brasil (ha) - 2000**. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br>>. Acesso em: 1 out. 2004.

Cultivar de Arroz de Terras Altas “Primavera”

Carlos Magri Ferreira

Anna Cristina Lanna

Péricles de Carvalho F. Neves

José Alexandre Freitas Barrigossi

Introdução

No Brasil existem dois sistemas básicos de cultivo de arroz, o irrigado, com alta tecnologia e produtividade e o de terras altas, com produtividade menor, mas que vem apresentando significativa evolução tecnológica nos últimos anos. No final da década de 1960, cerca de 80% do arroz produzido no Brasil originava-se do sistema de terras altas, em áreas não irrigadas. Em meados da década de 1970, a quantidade produzida nesse sistema caiu para aproximadamente 75% da produção nacional. No início dos anos 80, a relação entre a produção de sequeiro e irrigado era de 1:3. Na década de 1990 ocorreu uma estabilidade em relação ao arroz irrigado e um processo de transição no arroz de terras altas. Portanto, observa-se que a importância desses sistemas no abastecimento nacional tem-se alterado ao longo do tempo.

Até meados da década de 1970, o arroz tipo longo era o preferido pelos consumidores brasileiros. A partir da metade da década de 1970, o arroz tipo longo-fino, oriundo de lavouras irrigadas, passou a dominar a preferência do consumidor e obter maior preço no mercado. Com isso, a área de arroz de terras altas, que produzia arroz tipo longo, passou por um declínio acentuado, e o seu preço chegou a ser a metade do preço pago pelo arroz tipo longo-fino (agulhinha). A partir da segunda metade da década de 1990, foram lançadas cultivares para o sistema de terras altas, com grão tipo longo-fino, como Maravilha, Canastra, Cirad, IAC 201, IAC 202, Primavera, e outras.

Mesmo com a complementariedade dos dois sistemas, o País não é auto-suficiente na produção de arroz. Para que o Brasil dependa cada vez menos das importações, deve-se equacionar e resolver problemas enfrentados pelo arroz de terras altas. Um ponto vulnerável desse sistema de produção de arroz, apesar dos avanços tecnológicos, continua sendo a falta de cultivares com características adaptadas aos novos sistemas produtivos e com qualidade de grãos exigida pelos consumidores. Nesse aspecto, a cultivar Primavera merece atenção especial, por ter se tornado referência de qualidade.

Obtenção da tecnologia

A cultivar Primavera foi obtida num programa de melhoramento desenvolvido pela Embrapa Arroz e Feijão em parceria com outras empresas de pesquisa. Iniciou-se com a escolha dos genitores, no ano de 1988, que representavam a elite do germoplasma disponível, notadamente com relação à resistência a doenças e à qualidade de grãos. Eles foram cruzados para a criação de novas combinações genéticas. Com a criação das populações segregantes, foram obtidas gerações sucessivas de autofecundação (F_1 , F_2 , F_3 , F_4 , F_5 e F_6) em safras sucessivas, com seleção dos melhores indivíduos dentro de milhares de famílias, baseadas em características de alta herdabilidade, como resistência a doenças, ciclo vegetativo e classe de grãos. Alcançada a estabilidade genética dos indivíduos, pela homozigose, essas linhagens foram então avaliadas para características de baixa herdabilidade, como produtividade e qualidade industrial de grãos. A seleção, então, foi baseada em informações de ensaios multilocais, conduzidos por um esforço conjunto de instituições envolvidas no melhoramento de arroz de terras altas no Brasil, além de outras observações oriundas de laboratório ou de ambientes controlados (como a avaliação da resistência à brusone no Viveiro Nacional de Brusone).

Os ensaios multilocais envolveram os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Roraima, Rondônia, Amazônia, Pará, Maranhão, Piauí e Minas Gerais. Os ensaios sucessivos são denominados Pré-avaliação de linhagens, Ensaio de observação (EO), Ensaio comparativo preliminar (ECP) e Ensaio comparativo avançado (ECA). A partir deste último, realizado em rede nacional por três anos, num total superior a 150 ensaios, foi possível confirmar a superioridade da linhagem que deu origem à cultivar Primavera em relação às testemunhas comerciais. O trabalho completo envolveu um período de 10 anos, assim o lançamento ocorreu no ano de 1997 e sua adoção foi a partir de 1998.

No processo de geração e adoção da cultivar Primavera ocorreu um exercício envolvendo dois tipos de conhecimentos, o empírico e o científico. No primeiro caso, normalmente, os produtores tomavam decisão por imitação, ou seja, à medida que a tecnologia foi apresentando resultados satisfatórios sua adoção foi aumentando. No segundo caso, os produtores foram respaldados por uma intensa campanha de esclarecimento sobre as limitações da cultivar. Assim, esses produtores exercitaram uma nova experiência de incorporar informações técnicas no processo de decisão. Contudo, apesar de ter sido utilizada uma técnica de geração e transferência de tecnologia conhecida, o processo de lançamento da cultivar contribuiu para mostrar, na prática, que a criação de cultivares deve ser fortemente subsidiada com informações da cadeia produtiva.

A partir dessa experiência, aos novos projetos de melhoramento da Embrapa Arroz e Feijão foram inseridas as fases de pré-melhoramento e pós-melhoramento. Na primeira são levantadas demandas dos diferentes elos da cadeia produtiva e, em seguida, identificados e buscados genes de interesse para o melhoramento, a fim de desenvolver genitores melhorados com características desejáveis. A segunda fase consta de um acompanhamento de produção de semente genética, ajustes fitotécnicos, transferência/marketing e avaliação do desempenho e impactos.

Contextualização da tecnologia no agronegócio

O International Food Policy Research Institute (ALSTON et al., 2001), no estudo *The value of Embrapa Varietal Improvement Research*, apresentou uma estimativa de participação, em termos de área cultivada, com as variedades de arroz de terras altas nos principais estados produtores na safra 98/99. Compilando esses dados encontra-se que na referida safra a cultivar Primavera era a segunda cultivar mais plantada, representando cerca de 10% da área plantada, perdendo somente para a Caiapó (cultivar de arroz de terras altas). Na safra 2000/2001, a área total cultivada com arroz, nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Tocantins, Rondônia, Maranhão, Piauí e Bahia, foi de 1.384,1 mil hectares e a participação da cultivar Primavera foi cerca de 60%, ou seja, de aproximadamente 830,5 mil hectares. Na safra 2001/02, a área total de arroz nos estados onde a cultivar Primavera é recomendada, foi de 1.486,67 mil hectares correspondendo a 80% da área total cultivada com arroz de terras altas no Brasil. Nas safras 2002 e 2003 sua participação percentual decresceu para

57% e 40 %, respectivamente. Essa redução pode ser explicada pela falta de semente no mercado e, no caso da última safra, deve-se considerar ainda o avanço da fronteira agrícola que está sendo aberta com outras cultivares de arroz de terras altas, pois as condições de clima e solo são desfavoráveis para a cultivar Primavera.

Nesse contexto, a cultivar Primavera é um marco importante, pois as poucas cultivares anteriormente lançadas que se classificavam como tipo de grão longo-fino estavam muito próximas dos limites de tolerância da classe. A cultivar Primavera apresenta dimensões com folga para se enquadrar nesta classe. Além disso, ela foi a primeira variedade precoce com grãos de boa qualidade. A precocidade foi ao encontro do anseio dos produtores que exploravam a soja como principal cultura, mas que por motivos técnicos ou econômicos desejavam plantar arroz.

Outro aspecto importante para consolidar sua aceitação no mercado foi que ela possui teor de amilose intermediário. Essa característica lhe proporciona um bom comportamento de panela, ou seja, após o cozimento os grãos são macios e soltos. Essa característica a tornou competitiva, inclusive com o arroz longo-fino produzido nas lavouras irrigadas do Sul do País, que possui alto teor de amilose e fica mais duro após o cozimento, um problema que se acentua quando ele é requentado. Outra vantagem dessa variedade é que ela pode ser consumida logo após a colheita, visto que não apresenta problema de cocção, ou seja, não exige tempo de armazenamento pós-colheita como é comumente observado em arroz.

A cultivar Primavera destacou-se pela sua inquestionável preferência, tanto pelos agricultores, por causa de suas características agrônômicas, quanto pelos industriais, comerciantes e consumidores, pela qualidade de seu grão, no que se refere à aparência e qualidade culinária. Produtiva e com ampla adaptação, é uma cultivar precoce que se adapta a diferentes sistemas agrícolas que envolvam o arroz, tais como o Sistema Barreirão, rotação com soja, plantio em áreas irrigadas com pivô central, entre outros. Comparada às outras cultivares existentes no mercado, a Primavera apresentava um diferencial de preço que girava em torno de 15%. Nos ensaios realizados pela rede de melhoramento da Embrapa Arroz e Feijão, a cultivar Primavera apresentou rendimento de 3100 kg/ha que é superior aos 2637 kg/ha e 2716 kg/ha produzidos, respectivamente, por Guarani e Carajás, tecnologias anteriores. Esse resultado é a média de várias regiões brasileiras, onde mostra uma maior produtividade em relação às cultivares usadas como testemunhas.

Identificação dos impactos

Na Tabela 1 observa-se que a cultivar Primavera trouxe benefício econômico de, aproximadamente, 1,9 bilhões de reais no período de 1999 a 2003. No mesmo período, sua adoção passou de 364 mil para 510 mil hectares. Observa-se ainda que até o ano de 2002 a área plantada com a cultivar Primavera aumentou em relação aos anos anteriores, e em 2003 a área decresceu em relação a 2002. Em relação a produtividade, a média foi declinante, em cerca de 8,5%, 2,4% e 5,0% nos anos de 2000, 2001 e 2002, respectivamente, comparados a 1999 (Tabela 1). Possivelmente, isso tenha ocorrido devido à quebra de sua resistência a brusone. No entanto, em 2003, a produtividade aumentou cerca de 2,5% em relação ao ano de 1999. Esse aumento foi conseguido devido a utilização de melhores tecnologias, além do clima favorável, principalmente no Estado de Mato Grosso.

A queda relativa de rendimento da cultivar Primavera limitou o impacto econômico, apesar da grande expansão do índice de adoção da cultivar nos estados estudados. Vale salientar que a cultivar Primavera removeu o estigma de inferioridade que havia em torno do arroz de sequeiro, que era cultivado sem nenhuma tecnologia, objetivando apenas a abertura de áreas. Nos estados produtores, no período em que não havia cultivares de arroz terras altas tipo longo-fino, várias agroindústrias paralisaram suas atividades. Isso ocorreu em virtude de não conseguirem estabelecer marcas comerciais fortes, em razão da falta de regularidade na oferta de matéria-prima e de boa qualidade. Com o surgimento de novas cultivares, principalmente a Primavera, observou-se a revitalização desse setor na Região Centro-Oeste, o que contribuiu para criação de empregos, tanto no setor primário como no secundário. Portanto, pode-se afirmar que a cadeia de arroz no Brasil Central está se tornando competitiva, principalmente no Estado do Mato Grosso. No município de Sinop, MT, por exemplo, já se instalaram grandes indústrias oriundas do Sul do País, que acreditam na expansão da cultura e no crescimento de qualidade do arroz produzido no estado. Dessa forma, a cultivar Primavera está contribuindo para a geração de divisas, tributos, empregos e ainda produzindo impactos por agregação de valores. Por causa das qualidades da cultivar Primavera, o seu cultivo ocupa quase a metade da área plantada com arroz de terras altas no estado em que ela é recomendada. Além disso, a Primavera tem contribuído para: a) preservação do recurso água, uma vez que é plantada em regiões com maior pluviosidade; b) menor utilização de inseticidas, por apresentar moderada resistência a broca-do-colmo (*Diatraea saccharalis*); e c) menor uso de energia por não precisar de irrigação suplementar.

Tabela 1. Ganhos líquidos unitários⁽¹⁾ e benefícios econômicos na região.

Ano	Unidade de medida (um)	Produtividade relativa de outras culturas na região (A)	Produtividade correspondente a cultivar Primavera (B)	Preço unitário-valor médio no mercado (R\$/um) (C)	Custo adicional- (R\$/um) (D)	E = ((B - A) * 2) * C	Ganho unitário R\$/ha E = (B * C * 1) - (A * C) * 2	Qualidade ⁽³⁾ (D)	Total ((E + Ea) - D)	Participação Embrapa-% (F) ⁽⁴⁾	Ganho líquido Embrapa - R\$/um G = (ExF)/100	Área de adoção Quant. x um (H)	Benefício econômico-R\$ I = (GxH)
1999		1926	2950	0,40	83,09	81,68	584,88	583,47	583,47	70	408,427	364.100	148.708.362
2000		1988	2700	0,31	73,03	43,68	342,62	313,26	313,26	70	219,284	701.100	153.740.303
2001		1770	2880	0,44	66,17	96,96	673,47	704,26	704,26	70	492,979	830.500	409.418.970
2002	kg/ha	1758	2800	0,44	58,30	92,34	647,80	681,84	681,84	70	477,285	850.500	405.930.700
2003		2160	3024	0,46	50,00	79,49	606,10	635,58	635,58	70	444,909	510.300	227.036.960

(1) Valores corrigidos para dezembro de 2002.

(2) Foi acrescentado este redutor porque a alteração de produtividade não pode ser imputada apenas à variedade.

(3) Remuneração de 15% paga no mercado pela melhor qualidade do produto

(4) Foi estimada baseando na participação da Empresa nas etapas descritas no item do esforço tecnológico.

Avaliação dos impactos econômicos

Estimativa dos benefícios econômicos

Na Tabela 1, a coluna “A” corresponde a produtividade média das outras cultivares utilizadas na região, que neste caso foram consideradas como tecnologias anteriores (Maravilha, Caiapó e Carajás). O valor foi obtido usando como referência dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e por meio de consulta a produtores e assistentes técnicos da região. A coluna “B” corresponde a produtividade da cultivar Primavera. O valor foi encontrado utilizando a mesma metodologia descrita para a coluna “A”. A coluna custo adicional corresponde a um incremento no custo de produção decorrente da adoção da cultivar Primavera. Refere-se a maior aplicação de fertilizantes.

Foram calculados dois tipos de ganhos em função da adoção da cultivar Primavera, ganho pelo aumento de produtividade e pela qualidade do grão. No caso do aumento de produtividade, foi considerado que somente 20% do ganho foi causado diretamente pela variedade Primavera, o restante deveu-se à melhoria tecnológica dos sistemas de produção. Essa estimativa foi baseada em dados dos ensaios avançados do programa de melhoramento, onde ela foi em média 20% mais produtiva que as variedades testemunhas. Para calcular o ganho pela melhor qualidade do grão, foi considerado que no mercado atacadista ela é cotada com um preço 15% superior ao valor médio das demais variedades devido a suas qualidades culinárias.

A expansão da adoção da cultivar Primavera (Tabela 1), também foi facilitada por uma questão conjuntural, pois no ano de 1998 ocorreu uma queda na produção nacional, principalmente no Rio Grande do Sul. Assim, os produtores matogrossenses ficaram estimulados com o plantio da safra 88/99, coincidindo com o lançamento da cultivar. Outro fato que contribuiu para o sucesso da adoção da cultivar foi que, além das qualidades agrônômicas e do grão já comentadas, os resultados favoráveis da safra 88/99 despertaram um sentimento que a produção do arroz de terras altas seria sustentável e competitiva, em decorrência do seu menor custo de produção do que do arroz irrigado e que a qualidade seria assegurada pelas novas variedades. Nesse contexto, a reputação da cultivar foi difundida para outros estados, aumentando sua adoção.

Custos da tecnologia

Estima-se que para o lançamento de uma variedade são necessários 10 anos de trabalho em melhoramento genético. Como a variedade Primavera foi lançada em 1997, para calcular o custo foi tomado como base o ano de 1988. O cálculo do custo da mão-de-obra envolvida no melhoramento do arroz de terras altas foi feito segundo Almeida e Yokoyama (2000). De acordo com esses autores é também necessário uma equipe composta, em média, por um pesquisador I, dois pesquisadores II e um pesquisador III, além de quatro operários rurais e três laboratoristas. Adicionalmente, adotaram a seguinte metodologia: no primeiro ano do desenvolvimento da cultivar, foi calculado o salário integral de toda equipe e considerado como gasto com mão-de-obra. A partir do segundo ano foi aplicada redução de 10% ao ano, considerando que paralelamente estavam sendo desenvolvidas outras variedades. Essa foi a forma utilizada para calcular o custo com mão-de-obra.

Para o custeio da pesquisa, foi considerado o custo da administração (pessoal administrativo, material de consumo, manutenção e preparo dos campos experimentais, máquinas agrícolas, custeio com capital, dentre outros serviços), o qual foi calculado como sendo 40% do valor da mão-de-obra. A estimativa foi baseada no percentual de custeio da Embrapa Arroz e Feijão dos últimos anos. No ano de 1998, o custo refere-se ao processo de multiplicação e distribuição de sementes básicas (Tabela 2). A utilização da cultivar gerou um benefício de 1,9 bilhões de reais para os produtores, dos quais 1,3 bilhões podem ser atribuídos diretamente como resultado da pesquisa desenvolvida pela Embrapa.

Tabela 2. Recursos aplicados pela Embrapa Arroz e Feijão para o desenvolvimento da cultivar Primavera e da análise financeira, em reais.

Ano	Mão-de-obra (R\$)	Custo da tecnologia Custeio (R\$)	Total (R\$)
1988	724.095,01	289.638,00	1.013.733,01
1989	651.685,51	260.674,20	912.359,71
1990	586.516,96	234.606,78	821.123,74
1991	527.865,26	211.146,10	739.011,36
1992	475.078,74	190.031,49	665.110,23
1993	427.570,86	171.028,34	598.599,20
1994	384.813,78	153.925,51	538.739,29
1995	346.332,40	138.532,96	484.865,36
1996	311.699,16	124.679,66	436.378,82
1997	280.529,24	112.211,70	392.740,94
1998	0	30.000,00	30.000,00

Valores deflacionados pelo IGP-DI de dezembro de 2002.

Avaliação custo/benefício

A área de adoção da cultivar foi estimada considerando a produção de semente inicial e posteriormente por meio de um crescimento conforme a área plantada nas principais regiões produtoras dos estados em que ela é recomendada. O decréscimo foi estimado considerando os problemas enfrentados pela cultura, como preço e competição com a soja, além de problemas agrônômicos. Outro fator considerado para estimar a redução de utilização foi que a exploração do arroz aumentou em região de abertura de novas áreas agrícolas, onde a cultivar não apresenta bom desempenho, como no norte de Mato Grosso e Pará. O ganho de produtividade foi calculado considerando a produtividade média das principais regiões produtoras onde ela foi adotada com maior intensidade.

Portanto, o investimento, considerando um período de dez anos, em um projeto de pesquisa para o desenvolvimento de variedades de arroz de terras altas, foi orçado em R\$ 6.632.661,68. Os resultados da análise financeira mostraram ser um investimento altamente compensador do ponto de vista econômico, pois os benefícios financeiros obtidos pelos produtores alcançaram uma taxa interna de retorno (TIR) de 64% e um valor presente líquido (VPL) de R\$ 264.275,75, para uma taxa de desconto de 12% (Tabela 3). A relação benefício custo indica que para cada Real aplicado foi obtido um retorno de R\$ 52,00.

Tabela 3. Fluxo de benefícios e custos da tecnologia.

Anos	Fluxo de custos	Fluxo de benefícios	Fluxo de benefícios líquidos
1988	1.013.733,01	0	(1.013.733,01)
1989	912.359,71	0	(912.359,71)
1990	821.123,74	0	(821.123,74)
1991	739.011,36	0	(739.011,36)
1992	665.110,23	0	(665.110,23)
1993	598.599,20	0	(598.599,20)
1994	538.739,29	0	(538.739,29)
1995	484.865,36	0	(484.865,36)
1996	436.378,82	0	(436.378,82)
1997	392.740,94	0	(392.740,94)
1998	30.000,00	0	(30.000,00)
1999	0	148.708.362,39	148.708.362,39
2000	0	153.740.303,37	153.740.303,37
2001	0	409.418.970,65	409.418.970,65
2002	0	405.930.700,29	405.930.700,29
2003	0	227.036.960,64	227.036.960,64
Taxa interna de retorno (TIR)			64%
Valor presente líquido (VPL) em mil reais			R\$ 264.275,75
Relação benefício/custo (RB/C)			52:1

Avaliação dos impactos ambientais

Os impactos ambientais foram avaliados em termos da eficiência tecnológica, conservação ambiental, recuperação ambiental e do índice de impacto ambiental, conforme proposta estabelecida pelo Ambitec Agro (Sistema de Avaliação do Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária). Na eficiência tecnológica foi considerada a utilização de três fatores: de agroquímicos, de energia, e de recursos naturais. Quanto ao uso de agroquímicos, uma característica importante da cultivar Primavera é a sua moderada resistência à broca-do-colmo (*Diatraea saccharalis*), praga importante da cultura no Estado do Mato Grosso. Essa característica a faz menos exigente quanto ao uso de inseticidas. Quanto à exigência pelos demais defensivos, a Primavera não difere das outras cultivares.

O cultivo da variedade Primavera é realizado nos mesmos sistemas de produção em que são cultivadas as demais variedades de arroz de terras altas. Como o uso de irrigação suplementar não é uma prática normalmente utilizada nesses sistemas, o impacto devido ao uso de energia (óleo diesel e eletricidade) não é diferente das outras cultivares.

Em relação ao uso de recursos naturais também não foram apresentados impactos diferenciados, pois trata-se de uma cultivar para sistemas sem irrigação, portanto a Primavera não interferiu na utilização do recurso água. Tão pouco alterou a eficiência no uso do solo quando comparada com as tecnologias anteriores.

Conservação ambiental

Foram considerados os efeitos da tecnologia na atmosfera, capacidade produtiva do solo, água e biodiversidade. Na atmosfera os efeitos adversos (emissão de gases de efeito estufa, material particulado, fumaça, odores e ruídos) que as atividades agropecuárias vêm causando na qualidade do ar são inquestionáveis. Entretanto, o cultivo do arroz de terras altas, se comparado com outras atividades agrícolas, não representa maior risco para a redução da qualidade da atmosfera.

Quanto à capacidade produtiva do solo, o arroz poderia contribuir para a melhoria da qualidade do solo se cultivado em rotação com outras culturas e/ou sob plantio direto, uma vez que essas práticas contribuem para estruturar e elevar a fertilidade dos solos. Em relação ao recurso água, pode-se dizer que não

há relatos de uso excessivo de fertilizantes e defensivos agrícolas que poderiam contaminar águas superficiais e subterrâneas, tanto na escala de ocorrência pontual, quanto local e no seu entorno.

Não há evidências de que o cultivo do arroz de terras altas contribua para a redução da cobertura vegetal, corredores de fauna e espécies nativas presentes na propriedade. Assim, não tem implicações diferentes das outras cultivares na biodiversidade. Ao contrário, como as perdas de colheita em lavouras de arroz são elevadas (3-5%), os grãos remanescentes garantem a sobrevivência de muitas espécies de mamíferos e aves, na entressafra. Esse período coincide com a estação seca, quando a oferta de alimento para os animais silvestres é pequena.

Recuperação ambiental

As instituições de pesquisa, universidades e produtores vêm trabalhando com o intuito de desenvolver técnicas que melhorem o manejo e propiciem a recuperação das características físico-químicas e biológicas dos solos. A cultivar de arroz Primavera adapta-se muito bem aos sistemas Barreirão (plantio consorciado com pastagem) e Santa Fé, ambos sistemas de produção reconhecidos pelos benefícios na recuperação de pastagens degradadas e na sustentabilidade do plantio direto no Cerrado.

Índice de impacto ambiental

O Ambitec Agro aborda os impactos ambientais de acordo com quatro aspectos: a) alcance; b) eficiência; c) conservação ambiental; e d) recuperação. Quanto ao alcance da tecnologia, pode-se dizer que a cultivar Primavera chegou a participar com 60% da área total de arroz de terras altas cultivada no País. Com relação à eficiência, os indicadores pesticidas, combustíveis fósseis, biomassa, eletricidade e solo para plantio não alteraram quando comparados às tecnologias anteriores (Maravilha, Caiapó e Carajás). Dentro desse aspecto, somente o uso de fertilizantes NPK hidrossolúvel e calagem apresentou aumento porque a cultivar é mais exigente em fertilidade e preparo do que as demais cultivares, obtendo assim um coeficiente de impacto igual a - 0,2.

Dentro do aspecto conservação ambiental, constata-se que não houve alteração nos indicadores de gases causadores do efeito estufa, material particulado, fumaça, odores, ruídos, erosão, perda de matéria orgânica, perda de nutrientes e

compactação. Quanto à qualidade da água, não se aplica para o cultivo do arroz de terras altas, uma vez que não se faz uso de tal recurso. Com relação aos indicadores perda de vegetação nativa, perda de corredores de fauna e perda de espécies/variedades caboclas que fazem parte da variável biodiversidade, pode-se inferir que a cultivar Primavera alterou apenas o quesito perda de vegetação nativa, visto que a mesma foi utilizada na recuperação de pastagens e não promoveu abertura de novas áreas ao processo produtivo. O coeficiente de impacto foi igual a + 0,8.

No aspecto recuperação ambiental, a cultivar Primavera impactou positivamente, uma vez que uma parte do plantio se efetuou em solos degradados, o que causou uma melhoria da qualidade do mesmo. Os outros indicadores: ecossistemas degradados, áreas de preservação permanente e reserva legal não alteraram. O coeficiente de impacto, dentro desse aspecto, foi igual a + 0,4. Processando esses dados, o índice de impacto ambiental obtido para a cultivar Primavera foi 0,03.

Conclusão

A cultivar Primavera é uma tecnologia que marca a conquista dos melhoristas na transformação do arroz de terras altas tipo longo para longo-fino. Além de consolidar essa característica, ela apresenta aspectos visuais e paladar que agradam os consumidores. A importância destes dois últimos itens pode ser comprovada pelo fato da maior fatia do ganho financeiro ter sido devido às qualidades culinárias da cultivar e não pela sua maior produtividade em relação as cultivares já existentes.

O impacto econômico foi positivo não só pela questão financeira, mas por revigorar o sistema de plantio sem irrigação. Quanto ao aspecto ambiental, os resultados também foram positivos, mas não trouxeram grandes alterações. Dessa forma, os desafios para os melhoristas de arroz são manter as qualidades e corrigir os defeitos da cultivar Primavera, e, juntamente com os pesquisadores em sistemas de produção, buscar características que melhorem o desempenho social e ambiental das novas cultivares a serem lançadas.

Referências

- ALMEIDA, A. A.; YOKOYAMA, L. P. **Impacto das cultivares de arroz de terras altas da Embrapa e rentabilidade dos investimentos em melhoramento de plantas.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 56 p.
- ALSTON, J. M.; CHAN-KANG, C.; MAGALHÃES, E. C.; PARDEY, G. P.; VOSTI, S. **The value of Embrapa varietal improvement research: relatórios: estudos impactos** [Brasília]: Embrapa/IFPRI, 2001. 73 p.

Recomendações do Cultivo de Pimenta-longa para a Produção de Óleos Essenciais, Ricos em Safrol

*Claudenor Pinho de Sá
Francisco Carlos da Rocha Gomes*

Introdução

A proibição, por parte do governo brasileiro, da exploração do sassafrás (*Ocotea pretiosa* Mezz), utilizado como principal fonte de safrol¹ natural, em matas primárias da Floresta Atlântica, na década de 1990, levou grandes indústrias químicas processadoras de fragrâncias e inseticidas a buscar novas fontes alternativas deste fenil-éter. A descoberta do safrol na espécie pimenta-longa, no Estado do Acre, despertou, nos últimos anos, grande interesse de indústrias nacionais e estrangeiras, em relação a essa fonte alternativa.

A pimenta-longa (*Piper hispidinervum*), espécie nativa do Estado do Acre, foi identificada por meio do Programa de Triagem de Plantas Aromáticas da Amazônia, realizada na década de 1970 pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e pelo Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). A descoberta de altos teores de safrol na pimenta-longa trouxe a expectativa de sua domesticação para produção sustentável de óleo essencial.

Obtenção da tecnologia

No Acre, a pimenta-longa nativa é encontrada no clima do tipo Ami, nos municípios de Acrelândia, Plácido de Castro, Senador Guimard, Capixaba, Xapori, Rio Branco, Bujari e Porto Acre, e o do tipo Awi, em Sena Madureira, Brasiléia e

¹ O safrol é um componente empregado pela indústria química como matéria-prima na manufatura da heliotropina e do butóxido de piperonila, que varia de 88% a 95%, com um rendimento na produção de óleo essencial em torno de 3,5% (em relação ao peso da matéria seca).

Assis Brasil, da classificação de Köppen. Trabalhos desenvolvidos a partir de 1995, por pesquisadores da Embrapa, financiados pelo Department for International Development (DFID/Conselho Britânico), resultaram em sistema de produção agro-industrial dentro do enfoque de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

As atividades de pesquisa, validação e transferência, referentes à tecnologia, realizadas pela Embrapa, no período de 1998 a 2000, compreenderam:

- Adubação mineral para a cultura da pimenta-longa, em função da aplicação de calcário, nos estados do Acre e do Pará.
- Avaliação do efeito da época e da frequência de corte da pimenta-longa no rendimento de óleo essencial.
- Determinação da densidade de plantio de pimenta-longa, em função do manejo cultural, no Estado do Acre.
- Determinação do espaçamento e da densidade de plantio para o cultivo da pimenta-longa, no Estado do Pará.
- Avaliação das respostas ecofisiológicas de plantas de pimenta-longa, estabelecidas no campo, em função do manejo e sazonalidade, nos estados do Acre e Pará.
- Avaliação da matéria seca, da produção e rendimento de óleo essencial de *Piper hispidinervium*, aos 7 meses após o plantio, Igarapé-Açu, PA.
- Levantamento e identificação de patógenos associados à pimenta-longa nos estados do Acre e Pará.
- Levantamento da entomofauna à pimenta-longa no Estado do Acre.
- Manejo de populações nativas.
- Estudos de correlação entre distribuição geográfica de solos, clima e produção de safrol em populações nativas de pimenta-longa, no Estado do Acre.
- Caracterização dos sintomas nutricionais em plantas de pimenta-longa, no Estado do Pará.
- Crescimento e extração de nutrientes de pimenta-longa em função das épocas de corte, no Estado do Pará.
- Avaliação da fertilidade de solos representativos de Igarapé-açu, PA e Vila Extrema, AC utilizando pimenta-longa como planta indicadora.
- Efeitos imediatos da secagem e ultra-secagem sobre a germinação e dormência de sementes de pimenta-longa.

- Armazenamento de sementes de pimenta-longa com diferentes graus de umidade.
- Aperfeiçoamento do processo de destilação de campo e do desenho dos futuros destiladores comerciais de pimenta-longa.
- Avaliação do processo de secagem no campo para a biomassa de pimenta-longa.
- Monitoramento fitoquímico de óleo essencial de pimenta-longa.
- Determinação do custo/benefício de produção da biomassa seca e do óleo essencial contendo safrol, obtido da pimenta-longa nos estados do Acre e Pará.
- Suporte às ações de pesquisa participativa e difusão de tecnologias para a cultura da pimenta-longa nos estados do Acre e Pará.

Considerando que a pimenta-longa está em um processo de domesticação, existe a necessidade do refinamento das tecnologias que estão disponíveis para os produtores. Atualmente está sendo dada continuidade às pesquisas sobre a época e frequência de corte, em áreas de cultivo racional e de manejo de populações nativas, adubação nitrogenada, espaçamento e desenvolvimento do processo de secagem rápida para matéria-prima. Do mesmo modo, está sendo realizada análise da competitividade e determinação da demanda potencial do mercado nacional e internacional para o safrol e seus derivados, além de estudos na área de melhoramento, compreendendo: o estudo da estrutura reprodutiva da pimenta-longa, seleção de cultivares, coleta de novos acessos, caracterização do banco de germoplasma nos aspectos morfológicos, teor de safrol, citogenética e caracterização molecular.

A tecnologia recomendada compreende a formação de mudas, plantio no local definitivo, corte das plantas na altura, aproximada de 10 cm do solo, secagem, destilação e redistilação para obtenção de safrol, que é realizado por meio do processo de arraste.

Contextualização da tecnologia no agronegócio

Nas últimas décadas, as atenções do mundo desenvolvido estão voltadas para a Amazônia, que se apresenta como detentora de um dos maiores estoques da biodiversidade do Planeta. Entretanto, a intensificação da ação antrópica na região tem expandido áreas improdutivas ou subutilizadas. O foco do problema

está na geração de uma alternativa economicamente viável e ambientalmente sustentável para o uso dessas áreas, sejam improdutivas ou subutilizadas pela pecuária ou culturas de baixo valor econômico.

A identificação de uma espécie nativa, adaptada ao cultivo e geradora de um produto de alto valor comercial, como o óleo essencial de pimenta-longa, é uma excelente alternativa para as comunidades locais na geração de renda e diminuição da pressão sobre a Floresta Tropical. Atualmente o óleo essencial de sassafrás, importado apenas da China, é obtido da mesma forma destrutiva ocorrida no Brasil com a canela sassafrás e, com isso, as suas reservas correm também sérios riscos de não poderem atender, a curto e médio prazos, a demanda por esse óleo essencial.

Essa situação cria significativa abertura de mercado para instalação do sistema sustentável de pimenta-longa, visando atender a crescente demanda por óleo essencial rico em safrol. O mercado desse fenil-éter apresenta uma demanda reprimida e cuja produção mundial não excede a 3 mil toneladas por ano.

Considerando que no Estado do Acre, as condições de escoamento da produção agrícola são difíceis e o armazenamento tem sido um dos principais problemas do pequeno produtor rural, a pimenta-longa vem a reduzir esses entraves, uma vez que o óleo pode ser armazenado em simples tambores, à temperatura ambiente por longo tempo.

Identificação dos impactos

A produção de safrol a partir da pimenta-longa tem como principais beneficiários pequenos agricultores familiares de subsistência, médios produtores comerciais, associações que fazem a destilação do óleo essencial, fábricas e indústrias químicas que trabalham com o safrol como matéria-prima para a manufatura da heliotropina e do butóxido de piperonila, além de produtores e consumidores em geral.

Para os pequenos produtores, o cultivo da pimenta-longa poderá gerar os seguintes benefícios econômicos, ambientais e sociais:

- O processo agroindustrial, desenvolvido na propriedade rural, fornecerá ao pequeno produtor uma renda adicional.

- Por se tratar de um recurso natural de alto valor comercial, ainda pouco cultivado pelos produtores amazônicos, o produto gerado irá estabelecer um modelo de exploração sustentável, com melhoria da condição de vida das populações rurais, sem impacto prejudicial ao meio ambiente.
- A espécie é adaptável em solos ácidos, portanto o incremento de sistemas de produção apropriado irá reduzir as áreas improdutivas e, conseqüentemente, aumentar a produtividade dos fatores de produção, terra e trabalho.
- O processo de beneficiamento direcionado para agroindústria de óleo essencial rico em safrol, realizado na propriedade rural, além de agregar valor ao produto, torna o pequeno produtor um empreendedor.
- Fortalece o trabalho em grupo, uma vez, que para a obtenção dos benefícios, é imprescindível que trabalhem em parceria, tornando a atividade um processo de capacitação que irá beneficiar as demais atividades produtivas na propriedade.

Nesses aspectos, conclui-se que a incorporação de novas áreas ao processo produtivo acarreta para os produtores o aumento da receita, gerando um impacto econômico na unidade produtiva, fato que despertou grande interesse dos produtores. Quanto aos impactos ambientais, observa-se que o indicador “uso de agroquímicos” apresentou coeficiente de impacto ambiental positivo, em decorrência da diminuição na utilização de herbicida e de NPK hidrossolúvel. Na análise do indicador “uso de energia”, o impacto foi negativo. Portanto, vulnerável, pela utilização moderada de combustível fóssil (gasolina), e grande utilização de biomassa (lenha). Quanto ao uso de recursos naturais, o impacto também foi negativo, em razão do aumento da utilização de água no processamento. Referindo-se ao indicador atmosfera, observa-se a emissão de gases efeito estufa, seguidos pela emissão de material particulado, fumaça e odores. A capacidade produtiva do solo apresentou impacto ambiental positivo por causa da diminuição da erosão, da perda de matéria orgânica e de nutrientes. Enquanto o efeito da compactação do solo apresentou efeito negativo. Na análise da recuperação ambiental, o impacto foi positivo, contribuindo para a recuperação ambiental as variáveis, recuperação de solos degradados e a recuperação de ecossistemas degradados.

Avaliação dos impactos econômicos

Estimativa dos benefícios econômicos

A pimenta-longa por tratar-se de uma cultura em processo de domesticação, sendo recomendado seu cultivo em áreas improdutivas ou subutilizadas, caracteriza-se como expansão da produção em novas áreas.

Dessa forma, a pimenta-longa é cultivada em áreas de capoeira abandonadas, improdutivas. Contudo, no passado os produtores cultivaram nessas áreas lavouras de subsistência (arroz, feijão, milho e mandioca), e que na média proporcionavam uma receita de R\$ 220,00/ha (Tabela 1). Esses produtores e outros continuam cultivando lavouras (e pecuária) de subsistência em áreas recém-desmatadas, o que pode ser considerada a atividade alternativa ao cultivo da pimenta-longa.

A porcentagem inicial de 80%, atribuída à Embrapa pela participação no processo, na fase inicial do desenvolvimento tecnológico e, concomitantemente, na implantação de lavouras em áreas dos produtores, está relacionada ao fato de que a Embrapa, além de ser responsável pelo desenvolvimento tecnológico, era também responsável pela assistência técnica e desenvolvimento comunitário, uma vez que os trabalhos de pesquisa tiveram como base a pesquisa comunitária (Tabela 1).

Contudo, a assistência técnica na implantação e condução de novas áreas vem

Tabela 1. Expansão da produção em novas áreas – Ganhos de renda regionais.

Ano	Renda do produto anterior (R\$/ha)	Renda do produto atual (R\$/ha)	Renda adicional obtida ⁽¹⁾ (R\$/ha)	Participação Embrapa (%)	Benefício econômico Embrapa	Área de Adoção (ha)	Benefício econômico Embrapa (R\$)
2001	220	2301	2081	80	1.665	80	133.165
2002	220	2275	2055	80	1.644	150	246.600
2003	220	1950	1730	80	1.384	170	235.280
2004	220	1950	1730	80	1.384	210	290.640
2005	220	1950	1730	80	1.384	250	346.000
2006	220	1950	1730	70	1.211	270	326.970
2007	220	1950	1730	70	1.211	290	351.190
2008	220	1950	1730	70	1.211	315	381.465
2009	220	1950	1730	70	1.211	340	411.740
2010	220	1950	1730	70	1.211	365	442.015
2011	220	1950	1730	70	1.211	395	478.345
2012	220	1950	1730	70	1.211	425	514.675
2013	220	1950	1730	70	1.211	465	563.115
2014	220	1950	1730	70	1.211	505	611.555
2015	220	1950	1730	70	1.211	550	666.050
2016	220	1950	1730	70	1.211	600	726.600
2017	220	1950	1730	70	1.211	660	799.260
2018	220	1950	1730	70	1.211	730	884.030
2019	220	1950	1730	70	1.211	810	980.910
2020	220	1950	1730	70	1.211	900	1.089.900
2021	220	1950	1730	70	1.211	1000	1.211.000

⁽¹⁾Valores corrigidos pelo IGP-DI (dez/2002).

sendo repassada à extensão rural, tendo a Embrapa a atribuição de promover a capacitação e treinamento de extensionistas. Assim, a participação da Embrapa passa a ser de 70%. A Tabela 1 mostra o benefício econômico gerado pela Embrapa devido ao desenvolvimento e adoção da tecnologia, no decorrer dos anos.

A área de adoção da tecnologia compreende as áreas implantadas em parceria com os produtores na fase inicial do estudo do desenvolvimento do sistema de produção, além daquelas implantadas por meio de financiamento bancário e recursos próprios. Ressalta-se que em virtude dos problemas estruturais que causaram o insucesso de muitos produtores, existe um consenso que a tecnologia do cultivo da pimenta-longa deverá ser apropriada por médios produtores, facilitando a destilação e comercialização do produto. Fato que levará nos próximos anos alguns ajustes no sistema de produção atual.

Custos da tecnologia

O custo da tecnologia foi determinado por meio do levantamento dos custos desde o início do projeto (Tabela 2). Os valores iniciais são elevados, em função do estudo ter sido realizado por meio de pesquisa participativa com áreas de aproximadamente 1ha. Ressalta-se, ainda, que foram incluídos os custos com a construção da infra-estrutura necessária para destilação e transporte da matéria-prima, etc. Os valores foram corrigidos pelo IGP-DI – Dez./2002.

Para os anos subseqüentes, foram estimados os custos com pesquisa, dando ênfase às despesas com extensão rural, uma vez necessária a capacitação dos produtores, por tratar-se de uma atividade pioneira.

A estimativa dos custos da geração e da transferência da tecnologia foi realizada com base nas informações fornecidas pelo Setor de Recursos Humanos (SRH), pelo Setor de Orçamento e Finanças (SOF) e pelo Setor de Patrimônio e Materiais.

A composição dos custos compreende: custos com pessoal, operação, capital, extensão e administração. Os custos com pessoal envolvido (pesquisadores e técnicos) são compostos pelos salários mais encargos, proporcional ao tempo de dedicação. Os custos com operações representam as despesas com insumos, energia, combustíveis e outras despesas. Os custos com capital representam os custos fixos dos bens utilizados.

Considerando as peculiaridades do processo de construção da tecnologia, recomendação do cultivo da pimenta-longa, existe a necessidade de desenvolver cultivares, melhorar o processo de destilação do óleo, além da utilização dos resíduos da agroindústria na alimentação de ruminantes.

Avaliação custo/benefício

Os indicadores utilizados para avaliação do desenvolvimento da tecnologia são: a relação benefício/custo (RBC), o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR).

A RBC é o quociente entre o valor atualizado dos benefícios a serem obtidos e o valor atualizado dos custos, incluindo os investimentos necessários ao desenvolvimento da tecnologia. Isso permite comprovar a viabilidade do empreendimento, comparando os benefícios com os custos e investimentos, conforme Hoffmann et al. (1986). O VPL corresponde ao valor atual dos benefícios gerados durante o período analisado. Enquanto a TIR é o valor atual de juros que faz com que o VPL seja igual a zero.

Na análise dos resultados financeiros (Tabela 3), observou-se que o VPL é de R\$ 284.227.300,00. Portanto, a atividade gera benefício superior ao custo de oportunidade do capital investido. A RBC foi calculada em 1,90. Este valor significa que para cada R\$ 1,00 empregado na atividade, retorna R\$ 1,90. A TIR calculada em 14% reflete a viabilidade do projeto com relação à taxa de juros uma vez que é superior ao custo de oportunidade de capital e da taxa de juros dos financiamentos bancários para atividades agrícolas.

Avaliação dos impactos ambientais

Essa avaliação foi realizada em conformidade com o “Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Agropecuária (Ambitec Agro) desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente.

Alcance da tecnologia

A tecnologia está sendo difundida nos estados do Acre e Rondônia. A área cultivada com pimenta-longa é de aproximadamente 250 ha, porém somente 150 estão na fase de produção, beneficiando aproximadamente 140 famílias.

Tabela 3. Fluxo de benefícios e custos da tecnologia.

Anos	Fluxo de benefícios	Fluxo de custos	Fluxo de benefícios líquidos
1997	-	190.308	(190.308)
1998	-	223.907	(223.907)
1999	-	192.913	(192.913)
2000	-	316.903	(316.903)
2001	133.165	658.631	(525.467)
2002	246.600	403.240	(156.640)
2003	235.280	174.061	61.219
2004	290.640	145.853	144.787
2005	346.000	145.853	200.147
2006	326.970	58.030	268.940
2007	351.190	60.399	290.791
2008	381.465	48.002	333.463
2009	411.740	58.063	353.677
2010	442.015	58.359	383.656
2011	478.345	58.661	419.684
2012	514.675	58.968	455.707
2013	563.115	59.282	503.833
2014	611.555	59.603	551.952
2015	666.050	59.929	606.121
2016	726.600	60.262	666.338
2017	799.260	60.602	738.658
2018	884.030	60.949	823.081
2019	980.910	61.302	919.608
2020	1.089.900	61.663	1.028.237
2021	1.211.000	62.031	1.148.969
Taxa interna de retorno (TIR)			14%
Valor presente líquido (VPL)(em mil reais)			R\$ 284.227,30
Relação benefício/custo (RB/C)			1,9/1

Eficiência tecnológica

O indicador “uso de agroquímicos” – componentes – frequência de aplicação, variedade de ingredientes ativos e toxicidade, fator de ponderação da escala de ocorrência “pontual”, teve coeficientes de alteração de componentes iguais a -3 (grande alteração); 0 e 0, respectivamente. Na alteração da frequência de aplicações de pesticidas, observa-se que o valor -3 está relacionado a grande diminuição de utilização de herbicida devido a não necessidade de seu uso, tanto para o preparo da área como para o controle do pasto, uma vez que o referido produtor utiliza o gado para o manejo. No indicador “uso de agroquímicos” – componentes – NPK hidrossolúvel, calagem e micronutrientes apresentaram fator

de ponderação da escala de ocorrência também “pontual”. Enquanto seus coeficientes de alteração de componentes foram -3; 0 e 0, respectivamente. Assim, observa-se a grande diminuição de NPK hidrossolúvel, uma vez que a utilização do resíduo da pimenta-longa na lavoura contribui para repor parte dos nutrientes.

No indicador “uso de energia” – componentes – combustível fóssil (óleo combustível, gasolina, diesel e carvão mineral), observa-se que os três primeiros apresentaram fator de ponderação da escala de ocorrência “pontual”. Enquanto que o quarto componente – carvão mineral “não se aplica”. Referindo-se ao coeficiente de alteração, observam-se os valores de 0; + 1 e 0, respectivamente. Neste sentido, observou-se um moderado aumento (1) no consumo de gasolina, utilizada no processo de colheita, sendo esta realizada com a utilização de uma roçadeira motorizada. No indicador “uso de energia” – componentes – biomassa (álcool, lenha, bagaço de cana e restos vegetais), apenas a lenha apresentou fator de ponderação da escala de ocorrência “pontual”, sendo que os demais componentes, álcool, bagaço de cana e restos vegetais, “não se aplicam”. Referindo-se ao coeficiente de alteração, observou-se um grande aumento no consumo de lenha (3), utilizada na fornalha (processo de destilação do óleo feito por arraste). No indicador energia – componente – eletricidade apresenta-se sem efeito.

O indicador “uso de recursos naturais” – componentes – água para irrigação, água para processamento e solo para plantio apresentaram fator de ponderação da escala de ocorrência “pontual”. Enquanto que o coeficiente de alteração do componente apresentou valores 0; 1 e 0, respectivamente. Neste sentido, observa-se um moderado aumento (1) no consumo de água no processamento (destilação do óleo feito por meio do arraste com vapor). Enquanto os demais componentes, água para irrigação e solo para plantio podem ter alteração na utilização, em função de recomendação técnica e do aumento da pressão por áreas para o cultivo, respectivamente. Atualmente, a pimenta-longa é cultivada em áreas que são utilizadas com pastagens ou capoeiras.

Na análise dos resultados, observa-se que o indicador “uso de agroquímicos” apresentou coeficiente de impacto ambiental positivo (6). Isto, devido a grande diminuição de herbicida e de NPK hidrossolúvel. Na análise do indicador “uso de energia”, observa-se que o coeficiente de impacto apresentou um valor negativo (-5,25). Portanto, vulnerável pela utilização moderada de combustível fóssil

(gasolina), e grande utilização de biomassa (lenha). Na análise do indicador “uso de recursos naturais” o coeficiente de impacto foi negativo (-2), ocasionado pelo moderado aumento da utilização de água no processamento.

Conservação ambiental

O indicador “atmosfera” – componentes – gases de efeito estufa, material particulado/fumaça, odores e ruídos, apresentaram fatores de ponderação da escala de ocorrência no “entorno” (gases de efeito estufa) e “local” (material particulado/fumaça e odores) com valores de alterações iguais a 1; 1 e 1, respectivamente. Enquanto o coeficiente de impacto foi negativo (-3), devido a uma moderada (1) emissão de gases efeito estufa, emissão de material particulado/fumaça e odores, o poluente ruído, no momento não apresenta efeito, contudo, no futuro, existe a possibilidade de usar o triturador forrageiro para preparar o resíduo para ração.

O indicador “capacidade produtiva do solo” – componentes – erosão, perda de matéria orgânica, perda de nutrientes e compactação apresentaram fator de ponderação da escala de ocorrência pontual”, enquanto os coeficientes de alteração dos componentes apresentaram valores iguais a -3; -1; -1 e +1. Nestes, observa-se uma grande diminuição (-3) da erosão, devido à manutenção da cobertura vegetal durante todo o ano, como também moderada diminuição (-1) da perda de matéria orgânica devido a menor exposição do solo. Referindo-se a compactação, observa-se um moderado aumento (1) do componente, isto devido ao pastoreio.

No indicador “água”, os componentes – demanda bioquímica de oxigênio, turbidez, espuma, óleo, materiais flutuantes e sedimento/assoreamento apresentam uma condição de “não se aplica” ou sem efeito.

No indicador “biodiversidade” – componentes perda de vegetação nativa, perda de corredores de fauna e perda de variedades e espécies caboclas, o coeficiente de alteração dos componentes apresenta a condição de “não se aplica” ou seja sem efeito, uma vez que para o cultivo da pimenta-longa não são utilizadas áreas de floresta.

Na análise dos resultados, observa-se que o indicador “atmosfera” apresentou coeficiente de impacto ambiental negativo (-3). Isso, em virtude do moderado

efeito da emissão de gases efeito estufa, seguidos pela emissão de material particulado/fumaça e odores, apresentando coeficientes de impactos (-2); (-0,8) e (-0,2), respectivamente. A capacidade produtiva do solo apresentou coeficiente de impacto ambiental positivo (+ 5), sendo que as variáveis erosão, perda de matéria orgânica e perda de nutrientes apresentaram coeficientes de impactos positivos (+ 3,75), (+ 1,25) e (+ 1,25), respectivamente, enquanto o efeito da compactação do solo foi negativo (-1,25). Assim, apesar do sistema contribuir positivamente para a capacidade produtiva do solo, existe a problemática da compactação da área.

Na análise dos indicadores, água e biodiversidade, observa-se que todas as variáveis apresentaram-se sem efeito, o que implica em coeficientes de impactos com valor igual a zero.

Recuperação ambiental

O indicador “recuperação ambiental” – componentes (solos degradados, ecossistemas degradados, áreas de preservação ambiental e reserva legal) apresentou fator de ponderação da escala de ocorrência “pontual”. O valor dos coeficientes de alteração dos componentes solos degradados e ecossistemas degradados foi igual a 3 (grande aumento). Isso, em razão da pimenta-longa ser uma planta pioneira na sucessão secundária e haver uma aceleração do processo de reciclagem de nutrientes, uma vez que são utilizados os resíduos em cobertura nas áreas de plantio.

Neste sentido, o indicador recuperação ambiental apresentou coeficiente de impacto positivo (+ 3), contribuindo para a recuperação ambiental as variáveis recuperação de solos degradados e recuperação de ecossistemas degradados, apresentando coeficientes de impactos (+ 1,8) e (+ 1,2), respectivamente. Ressalta-se que as variáveis áreas de preservação permanentes e reserva legal apresentaram na condição de “não se aplica” ou sem efeito.

Índice de impacto ambiental

No resultado agregado, o índice de impacto ambiental da tecnologia foi positivo (0,47). Portanto, a tecnologia, no aspecto geral, contribui para a melhoria do meio ambiente. Contudo, apresenta alguns impactos negativos, destacando-se:

- Aumento no consumo de gasolina.
- Aumento no consumo de lenha, utilizada na fôrnalha.
- Aumento no consumo de água no processamento.
- Emissão de gases efeito estufa.
- Emissão de material particulado/fumaça e odores.
- Aumento da compactação.

Referindo-se aos impactos positivos, destacam-se:

- Diminuição no uso de agroquímicos (herbicidas e fertilizantes).
- Diminuição da erosão.
- Diminuição de perda de material orgânico e de nutrientes.
- Contribuição para a recuperação de solos e ecossistemas degradados.

Conclusão

O desenvolvimento da tecnologia “Recomendação do cultivo de pimenta-longa para a produção de óleos essenciais, ricos em safrol” apresenta viabilidade financeira conforme mostram os indicadores analisados (TIR, VPL e RB/C). No aspecto ambiental, a tecnologia obteve um IIA igual a 0,47, de um máximo possível de 15. Assim, a inovação tecnológica minimiza os danos ambientais, quando comparada aos cultivos de subsistência, oferecendo indicativos favoráveis de sustentabilidade econômica e ambiental.

Referências

CAVALCANTE, M. DE J. B. (Ed.). **Cultivo de pimenta longa (Piper hispidinervum) na Amazônia Ocidental**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2002. 29 p. (Embrapa Acre. Sistema de produção, 1).

HOFFMANN, R.; ENGLER, J. J. DE C.; SERRANO, O.; THAME, A. C. DE M.; NEVES, E. M. **Administração da empresa agrícola**. 5. ed. São Paulo: Pioneira, 1986. 325 p.

PIMENTEL, F. A.; SOUZA, M. de M. M.; SÁ, C. P. de; CABRAL, W. G.; SILVA, M. R. da; PINHEIRO, P. S. N.; BASTOS, R. M. **Recomendações básicas para o**

cultivo da pimenta longa (*Piper hispidinervium*) no estado do Acre. Rio Branco: Embrapa-CPAFAC, 1998. 14 p. (Embrapa-CPAFAC. Circular técnica, 28).

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P.K. **Avaliação de impactos ambientais da inovação tecnológica agropecuária:** Ambitec-Agro. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 93 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 34).

SÁ, C. P. de; PIMENTEL, F. A.; SANTOS, J. C. dos; NASCIMENTO, G. C. do; ROCHA GOMES, F. C. da. **Coefficientes técnicos e avaliação econômica do sistema de produção da pimenta longa no Acre.** Rio Branco: Embrapa Acre, 2002. 4 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 154).

Galinha Colonial Poedeira 'Embrapa 051'

Ademir Francisco Girotto

Júlio César Palhares

Elsio Antônio Pereira de Figueiredo

Introdução

Na avicultura, existe grande possibilidade de investimentos para geração de emprego e renda na área rural. A produção de ovos em sistemas agroecológicos representa uma atividade de agregação de valor, gerando renda suficiente para sustentar famílias em pequenas propriedades rurais e para desenvolver um mercado especializado que possa gerar empregos no meio rural. Para esse tipo de mercado tem-se utilizado linhagens não adequadas aos sistemas de produção (as industriais são muito exigentes e as caipiras são pouco produtivas), o que coloca uma demanda clara para o desenvolvimento de linhagens mais adaptadas a esses sistemas.

Obtenção da tecnologia

Para desenvolver a linhagem, a partir de 1995, foi executado um projeto: Tecnologias para produção, processamento e comercialização de aves e suínos em sistemas agroecológicos de âmbito familiar, e subprojeto: Tecnologias para criação, processamento e comercialização de carne e ovos produzidos em sistemas agroecológicos, no experimento "identificação de genótipos de galinhas de postura", apropriadas para sistemas agroecológicos de produção de ovos. Nesse experimento foram efetuados cruzamentos entre as linhas puras SS (Plymouth Rock Branca, portadora do gene Silver de sexagem pela cor da pena) e GG (Rhode Island Red). Desse cruzamento se produz uma galinha prateada, a qual retrocruzada com galos da linha paterna produz uma galinha 3/4 Rhode Island Red, 1/4 Plymouth Rock Branca, de cor castanho-escuro e de alta produção de ovos.

A Embrapa 051, lançada em 2000, é uma galinha híbrida, semipesada, ideal para criações coloniais à solta, com boa capacidade de produção de ovos de casca marrom, e não é tão exigente como as linhagens industriais. Ao final do ciclo de postura, pode ser abatida para o consumo doméstico ou para a venda como galinha, da mesma forma que as matrizes pesadas. As galinhas iniciam a postura com 1.900 g, às 21 semanas e seguem produzindo até às 80 semanas de idade. Nesse período, a produção total é de cerca de 280 ovos, quando alcançam o peso de 2.820 g. Durante toda a vida, elas consomem, em média, 55 kg de ração. Os machos da criação, quando aproveitados para corte, podem ser abatidos com 120 dias de idade com peso médio de 2.500 g.

As vantagens em relação às galinhas industriais (Isa Brown, Lohmann Brown, etc.) estão relacionadas à maior adaptação ao sistema de produção e no maior tamanho de ave, sendo capaz de sobreviver numa dieta mais variada que inclui uma porcentagem de alimentos alternativos, como pastagem, sobras de frutas e de hortaliças, além da ração balanceada, para conferir a aparência de ovos de galinha verdadeiramente caipira. Em relação às caipiras, a vantagem está na maior produção de ovos e rentabilidade da atividade.

O desenvolvimento de uma tecnologia, como a linhagem de postura colonial Embrapa 051, causa impacto pela validação do conhecimento. Idéias isoladas foram colocadas num conjunto de métodos para obtenção de um protótipo e mais tarde validado e transformado em produto. Os conceitos envolvidos foram o de genética, estatística e socioeconomia. De posse dessa experiência é possível treinar estudantes e pesquisadores.

Contextualização da tecnologia no agronegócio

A China é o maior produtor mundial de ovos, com cerca de 343.606 milhões de unidades (38,5% de produção mundial), os Estados Unidos vem em segundo lugar, com 85.467 milhões de unidades (9,6% do total mundial), em seguida, o Japão (com 4,7%), a Rússia (com 3,9%), a Índia (com 3,8%) e o México (com 3,5%). O Brasil aparece como o sétimo produtor mundial de ovos (com 2,9%). Internamente a produção de ovos tem participação importante do ponto de vista socioeconômico e no aporte de proteína animal.

No Brasil, o maior produtor é o Estado de São Paulo que produz cerca de 42,3% da produção estimada para o Brasil (45.801 mil caixas de 30 dúzias em 2002). Em ordem de importância no volume de produção, os demais estados são: Minas Gerais e Paraná (ambos com 9,1%), Rio Grande do Sul (com 6,9%) e Pernambuco (com 6%).

Em termos regionais, o Sudeste é a região com maior produção no País tanto para ovos brancos (59,4%), como para ovos vermelhos (44,2%). A Região Sul é a única que tem uma certa proporcionalidade na produção de ovos brancos e vermelhos, cerca de 3,9 milhões de caixas de cada tipo de ovo.

Nas demais regiões produtoras de ovos brancos, a Região Norte participa com 3,06%, a Região Nordeste com 17,2%, a Região Centro-Oeste com 7,65%. Na produção de ovos vermelhos a participação dessas regiões na produção nacional é de 2,32% na Região Norte, 10,52% na Região Nordeste e 7,75% na Região Centro-Oeste.

No período de 1998 a 2002, o consumo interno apresentou crescimento de 8,1%, enquanto no mesmo período, no mundo, esse crescimento chegou a 15,2%. Os países de maior consumo per capita de ovo do mundo, em 2002, foram: Taiwan (com 387 unidades/ano/pessoa) e o México (com consumo de 359 unidades), seguidos pelo Japão (com 345), a Dinamarca (com 321) e os Estados Unidos (com 304). A China é o quinto consumidor per capita (com 307 unidades), e consome 48,3% da produção mundial de ovos.

No Brasil, o consumo é de cerca de 84 unidades/ano/pessoa. Quando comparado com outros países está acima apenas da Índia, que consome em média 37 unidades por pessoa/ano.

Tentativas de aumentar esse consumo têm sido efetuadas com investimentos buscando ofertar um produto diferenciado ao consumidor, tais como: ovos enriquecidos com ômega 3, ovos light, com menos colesterol, ovos caipiras, etc.

As melhorias na produção têm sido introduzidas no País principalmente por meio da importação de material genético básico e pacotes tecnológicos, limitando-se o País à multiplicação de matrizes e produção de poedeiras. Embora, economicamente as importações possam ser interessantes, existe o risco da dependência e da introdução no País de doenças que aqui não existem.

Identificação dos impactos

Nesse nicho de mercado de ovos, caipira ou agroecológico, a Embrapa 051 contribui para o aumento da oferta e consumo de ovos, uma vez que é nesse segmento de produção que ela se insere. A poedeira Embrapa 051 possibilita ao produtor agregar valor a sua propriedade, contribuindo de forma significativa à sua permanência no meio rural.

Os resultados econômicos obtidos com o uso da Embrapa 051 nos mostram impactos positivos, o valor presente líquido (VPL) foi estimado em R\$ 4.385,48 mil e uma taxa interna de retorno (TIR) de 34%.

As questões ambientais intrínsecas à avicultura estão em discussão presente, pois, no passado, a única preocupação dos atores do setor era com referência aos índices econômicos. Atualmente, estuda-se a viabilidade socioambiental da atividade, aliada às preocupações econômicas.

A atividade avícola produz três tipos de resíduos: os resíduos de incubação, os dejetos e a cama-de-frango, os dois últimos são constituídos basicamente por fezes, urina, restos de ração e penas. No caso das camas, além dos elementos citados, esta é constituída pelo substrato de cama.

Os dejetos são os resíduos produzidos em maior quantidade pela avicultura de postura, principalmente nas criações em gaiolas, tipo de sistema mais comum nas criações. Tais dejetos possuem alto poder poluente, agravado pelas altas concentrações de nitrogênio e fósforo, os quais, entre outros, causam a eutrofização dos corpos d'água, prejudicando a qualidade ambiental.

Com isso, o desenvolvimento de tecnologias que almejem a sustentabilidade da avicultura irá proporcionar a melhoria da qualidade dos recursos naturais nas zonas de produção e, conseqüentemente, da qualidade de vida das sociedades.

Avaliação dos impactos econômicos

Estimativa dos benefícios econômicos

Para as estimativas dos impactos econômicos (Tabela 1), considerou-se que a produção de ovos das poedeiras comuns seria de 80 ovos em 80 semanas, enquanto que a Embrapa 051 produziria no mesmo período 280 ovos.

Tabela 1. Ganhos líquidos unitários.

Anos	Produção de ovos (Anual) (un.)	Preço (dúzia)	Incremento de renda	Custos adicionais por cabeça (= 186 ovos)	Ganho unitário por cabeça (= 186 ovos)	Participação Embrapa (%)	Ganho líquido – Embrapa (R\$/un)	Área de adoção – cabeças	Benefício econômico (R\$)
2000	53	1,133	12,557	12,30	0,26	50	0,13	17,280	2,224
2001	53	1,049	11,626	9,25	2,38	50	1,19	66,096	78,536
2002	53	1,190	13,189	10,96	2,23	50	1,11	1,063,584	1,185,453
2003	53	1,351	14,974	13,83	1,14	50	0,57	1,285,830	735,227
2004	53	1,770	19,618	16,76	2,86	50	1,43	1,296,817	1,852,827
2005	53	1,770	19,618	16,76	2,86	50	1,43	1,299,290	1,856,361
2006	53	1,770	19,618	16,76	2,86	50	1,43	1,299,842	1,857,149
2007	53	1,770	19,618	16,76	2,86	50	1,43	1,299,965	1,857,325
2008	53	1,770	19,618	16,76	2,86	50	1,43	1,299,992	1,857,364
2009	53	1,770	19,618	16,76	2,86	50	1,43	1,299,998	1,857,372
2010	53	1,770	19,618	16,76	2,86	50	1,43	1,300,000	1,857,375
2011	53	1,770	19,618	16,76	2,86	50	1,43	1,300,000	1,857,375
2012	53	1,770	19,618	16,76	2,86	50	1,43	1,300,000	1,857,375
2013	53	1,770	19,618	16,76	2,86	50	1,43	1,300,000	1,857,375
2014	53	1,770	19,618	16,76	2,86	50	1,43	1,300,000	1,857,375
2015	53	1,770	19,618	16,76	2,86	50	1,43	1,300,000	1,857,375
2016	53	1,770	19,618	16,76	2,86	50	1,43	1,300,000	1,857,375
2017	53	1,770	19,618	16,76	2,86	50	1,43	1,300,000	1,857,375
2018	53	1,770	19,618	16,76	2,86	50	1,43	1,300,000	1,857,375
2019	53	1,770	19,618	16,76	2,86	50	1,43	1,300,000	1,857,375

⁽¹⁾Produção com tecnologia tradicional.⁽²⁾Produção com adoção da tecnologia Embrapa 051.

O maior volume de produção, todavia, tem um custo. Este foi estimado em R\$ 0,696 (dez./2002) por dúzia gasto na alimentação recebida pela Embrapa 051. Por tratar-se de tecnologia recente, os números de adoção ainda são baixos (Tabela 1). Muitas propriedades rurais da Região Sul estão utilizando essa linhagem para a produção de ovos, em lotes de tamanho médio de 300 poedeiras. A disponibilização para o restante do País depende de parcerias com multiplicadores (matrizeiros) que já estão acontecendo.

Pelas características da Embrapa 051, a necessidade de investimentos em instalações e equipamentos é baixa, viabilizando a utilização dessa poedeira pelo pequeno produtor. Os resultados apresentados no período de 2000 a 2003, com base em dados reais verificados a campo, evidenciam a importância de tecnologias que proporcionem aos produtores rurais redução do custo de produção pelo melhor aproveitamento dos resíduos da propriedade e uma renda extra pela venda do excedente de consumo.

Custos da tecnologia

As despesas com pessoal, Tabela 2, foram estimadas com base no tempo de dedicação do pessoal (pesquisadores e apoio) envolvido no projeto. Os valores gastos na rubrica "Outros Custeios" referem-se a despesas com animais, ração, produtos veterinários, material de expediente, etc., foram levantados com base no que foi efetivamente gasto durante a execução do projeto.

Tabela 2. Custo do desenvolvimento da Embrapa 051⁽¹⁾.

Anos	Pessoal	Outros custeios	Custos administrativos	Custo total
1995	110.237	75.892	19.450	205.579
1996	118.476	85.259	21.334	225.069
1997	152.452	76.030	19.071	247.554
1998	112.414	49.059	19.648	181.121
1999	104.027	55.921	12.827	172.774
2000	121.780	82.637	11.972	216.389
2001	155.431	100.451	12.517	268.399
2002	111.176	63.155	8.389	182.720
2003 ⁽²⁾	-	2.500	-	2.500

⁽¹⁾Valores em R\$ de dez/2002.

⁽²⁾Admitiu-se a hipótese de que os custos de 2003 se refletirão no período 2004/2019.

Avaliação custo/benefício

Por tratar-se de linhagem rústica e de alta produção, exige menor investimento em instalações e pode aproveitar melhor os resíduos da propriedade, reduzindo dessa forma o custo de produção de ovos, e por conseqüência melhora a rentabilidade de propriedades rurais. A renda extra pela venda do excedente de consumo contribui para a manutenção do homem na propriedade.

A Embrapa 051 está sendo utilizada para a produção de ovos em lotes de tamanho médio de 300 poedeiras. O número de poedeiras produzidas/aloadas a partir das matrizes passou da casa do milhão de cabeças gerando um benefício líquido de R\$ 1.002,7 mil em 2002 (Tabela 3).

Tabela 3. Fluxo de benefícios e custo da Embrapa 051 – 1995 / 2019 (Em R\$)⁽¹⁾.

Anos	Benefícios	Custos	Benefícios líquidos
1995	-	205.579	(205.579)
1996	-	225.069	(225.069)
1997	-	247.554	(247.554)
1998	-	181.121	(181.121)
1999	-	172.774	(172.774)
2000	2.224	216.389	-214.165
2001	78.536	268.399	-189.863
2002	1.185.453	182.720	1.002.733
2003	735.227	2.500	732.727
2004	1.852.827	2.500	1.850.327
2005	1.856.361	2.500	1.853.861
2006	1.857.149	2.500	1.854.649
2007	1.857.325	2.500	1.854.825
2008	1.857.364	2.500	1.854.864
2009	1.857.372	2.500	1.854.872
2010	1.857.375	2.500	1.854.875
2011	1.857.375	2.500	1.854.875
2012	1.857.375	2.500	1.854.875
2013	1.857.375	2.500	1.854.875
2014	1.857.375	2.500	1.854.875
2015	1.857.375	2.500	1.854.875
2016	1.857.375	2.500	1.854.875
2017	1.857.375	2.500	1.854.875
2018	1.857.375	2.500	1.854.875
2019	1.857.375	2.500	1.854.875
Taxa interna de retorno (TIR)			34%
Valor presente líquido (VPL) (em mil reais)			R\$ 4.385,48
Relação benefício custo (RB/C)			7,9/1

⁽¹⁾Valores corrigidos pelo IGP-DI, preços de dezembro de 2002.

Avaliação dos impactos ambientais

Alcance da tecnologia

Considerando o aspecto Alcance da Tecnologia, a poedeira Embrapa O51 apresentou uma estimativa de plantel de mais de 1 milhão de animais, distribuídos nos estados de Santa Catarina, São Paulo, Pará, Maranhão, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul. Essa estimativa representa 6,06% do plantel nacional de poedeiras de ovos vermelhos no ano de 2002.

Observa-se que a penetração dessa tecnologia no mercado nacional é significativa, com tendências de crescimento devido à sua característica social peculiar na viabilização da pequena produção familiar.

Dessa forma, um impacto ambiental positivo da tecnologia será sinônimo de uma melhora na qualidade ambiental das zonas de produção.

Eficiência tecnológica

A avaliação do Uso de Insumos Materiais pela tecnologia abrange o uso de insumos veterinários, o qual apresentou coeficientes de alteração de nível inalterado (0), pois a utilização desses insumos pela poedeira Embrapa O51 tem a mesma frequência, variedade e resíduo dos apresentados pelas outras tecnologias presentes no mercado. Quanto ao uso de insumos para alimentação, a ração apresenta uma moderada diminuição do componente (-1), pois com essa tecnologia os animais se alimentam também com forrageiras no sistema de criação semiconfinado, com acesso a pasto, o que conseqüentemente propiciou um moderado aumento (1) no componente volumoso/silagem. O coeficiente de impacto ambiental foi zero para o Uso de Insumos Materiais, pois os coeficientes de alteração tiveram valores idênticos mas em direções opostas, portanto se anularam. Conclui-se que em relação a esse indicador a tecnologia não apresenta vantagens ambientais em relação as outras.

Em relação ao indicador uso de energia, os combustíveis fósseis apresentaram todos os coeficientes inalterados (0), em virtude da demanda destes ser a mesma que a das outras tecnologias. Para biomassa, o componente lenha permanece também inalterado (0), enquanto os outros não têm efeito para essa tecnologia.

O grande impacto ambiental em relação às fontes energéticas propiciadas pela tecnologia diz respeito ao uso de eletricidade. Como as instalações e o manejo da poedeira Embrapa 051 se dá de forma semiconfinada, não intensificada, as instalações são muito menos (-3) demandante de eletricidade que os galpões comuns de criação, e algumas técnicas de manejo que necessitam de grandes aportes de energia elétrica não são utilizadas nessa tecnologia. Assim, pode-se dizer que essa tecnologia é energeticamente mais sustentável que as poedeiras criadas em gaiolas. O coeficiente de impacto ambiental para fontes de energia foi, portanto, positivo e igual a 4,5.

No indicador uso de recursos naturais, a quantidade de água para dessedentação é a mesma requerida pelas outras tecnologias, dessa forma, este componente permaneceu inalterado (0). Observa-se uma grande diminuição (-3) dos componentes: água para manejo e área para disposição de resíduos. Sendo um sistema semiconfinado, a água gasta, principalmente para higienização, apresenta uma sensível redução, pois não há necessidade de retirada de resíduos via hídrica. Esses resíduos são dispostos diretamente no solo, entende-se à pastagem que os animais têm acesso, e como o grau de concentração de cabeças por metro quadrado dessa tecnologia é menor que as tecnologias confinadas, a área para disposição de resíduos tem uma considerável redução. Em contrapartida há um grande aumento (3) no componente área de pastagem em decorrência do tipo de sistema de criação.

O indicador uso de recursos naturais apresentou um coeficiente de impacto ambiental positivo de valor 1,8, consequência da grande redução no consumo de energia elétrica e otimização do uso da água para manejo e redução da área para disposição dos resíduos. Com isso, pode-se afirmar que tecnologias que proporcionam um menor grau de concentração animal apresentam benefícios maiores ao meio ambiente. Esse benefício ambiental deve ser analisado em conjunto com os benefícios econômicos e sociais para uma afirmação concreta quanto à sustentabilidade dessa tecnologia.

Conservação ambiental

Todos os componentes impactantes do indicador atmosfera atuam na escala de ocorrência local. A produção de "ruídos" apresenta-se inalterada (0) quando se compara a poedeira Embrapa 051 com as tecnologias tradicionais. Os gases de efeito estufa apresentam uma grande diminuição (-3), principalmente, consideran-

do-se a redução de emissão de gás carbônico devido ao fato de não haver o acúmulo de resíduos em pequenas áreas e em ambientes fechados. O componente material particulado e fumaça tem um moderado aumento (1) devido aos animais terem acesso a área de pastagem, e, sendo um hábito intrínseco a eles, a ação de ciscar causa uma suspensão de material particulado. Os odores, todavia, apresentam uma moderada diminuição (-1), por este ser um sistema de criação semiconfinado e não existir uma concentração de resíduos de forma a impactar o ar. O coeficiente de impacto ambiental da tecnologia na atmosfera foi positivo em 1,8, isto é, desejável do ponto de vista ambiental, sendo que a grande contribuição para esse valor se deu pela diminuição acentuada na emissão dos gases de efeito estufa.

Com relação à capacidade produtiva do solo, a tecnologia apresenta uma moderada diminuição (-1) nos componentes de perda de matéria orgânica e perda de nutrientes do solo. Isso é decorrência da disposição direta das fezes e urina das poedeiras na área de pastagem, o que provoca uma melhora das características químicas do solo. Em contrapartida, a tecnologia pode provocar um impacto negativo nas características físicas do solo, verificadas pelo moderado aumento (1) de alterações nos componentes erosão e compactação. A maior incidência de erosão está relacionada à cobertura do solo. Se a área de pastagem dos piquetes for manejada corretamente, mantendo-se sempre o solo coberto com vegetação, esse impacto pode ser reduzido. A compactação diz respeito ao pisoteio provocado pelos animais, que dependendo da taxa de lotação dos piquetes poderá ter coeficiente de alteração maior ou menor. O coeficiente de impacto ambiental desse indicador foi pequeno (1) mas positivo, pois, as vantagens que a tecnologia propicia em termos de redução dos contaminantes tóxicos e de perdas de matéria orgânica e de nutrientes são quase que anuladas pelas desvantagens causadas pelo aumento da erosão e compactação dos solos. Ressalta-se que essas desvantagens podem ser mitigadas a partir de um correto manejo dos piquetes.

As variáveis de qualidade de água não se aplicam no caso dessa tecnologia, portanto sem efeito (0), pois não há uma relação direta entre esta e as propriedades físicas, químicas e biológicas das águas naturais.

Em termos de alterações nas variáveis consideradas para o indicador biodiversidade, a tecnologia apresenta um grande aumento (3) nos componentes perda de vegetação nativa e perda de espécies/variedades caboclas, sendo isto

resultado do tipo de sistema de criação, que se dá parte a pasto. Toda a área de pastagem será impactada quanto a sua biodiversidade vegetal, pois o ideal é que esta área seja cultivada com espécies forrageiras para manutenção da cobertura do solo. Em relação ao componente corredores da fauna, a tecnologia não apresenta nenhum efeito. O coeficiente de impacto ambiental na biodiversidade é negativo (-3), mas isso pode ser reduzido mediante escolha de áreas para implantação dos piquetes que já se apresentam alteradas por manejos passados, ou seja, que não compreendem uma biodiversidade original.

Recuperação ambiental

O único componente alterado para este aspecto é o referente a uma moderada (1) recuperação de solos degradados, devido às potenciais alterações físicas que a tecnologia pode causar. As demais variáveis consideradas nesse caso não são aplicáveis. O coeficiente de impacto ambiental resultante foi de 0,3.

Qualidade do produto

Todas as variáveis (aditivos, resíduos químicos e contaminantes biológicos) consideradas no indicador qualidade do produto tiveram reduções moderadas (-1) em os todos componentes na escala pontual de ocorrência.

Em relação ao componente aditivo, a tecnologia apresenta uma moderada diminuição, pois os aditivos ainda são passíveis de serem utilizados para esse tipo de genética animal, apesar da recomendação de manejo propagada pela Embrapa que é a de não utilização; mas como a ração é manejada pelo próprio produtor e este tem a cultura de adicionar esse tipo de substância às rações, considerou-se a redução moderada. Como consequência, a redução na concentração de resíduos químicos também será moderada, pois esses são, muitas vezes, resultados do uso incorreto dos aditivos.

Considerando-se como contaminantes biológicos aqueles oriundos da manipulação incorreta dos animais e seus produtos, este componente também apresentou moderada redução. Esta tecnologia tem como característica a rusticidade, assim seu manejo, muitas vezes, não ocorre em situações ideais, expondo-a a este tipo de contaminação.

O coeficiente de impacto ambiental resultante é portanto positivo, mas relativamente baixo (1) considerando a escala de possibilidade (até 10).

Índice de impacto ambiental

O índice de impacto ambiental da tecnologia poedeira Embrapa 051 foi de 0,90, positivo, mas, relativamente baixo. Os indicadores que mais contribuíram para esse resultado foram o uso de energia (4,5), especificamente elétrica, o uso de recursos naturais (1,8) e os impactos positivos na atmosfera (1,8).

Destaca-se que esse índice pode ser melhorado se houver atuações em alguns indicadores (principalmente na biodiversidade que teve um efeito negativo de -3), escolhendo-se áreas que já têm um histórico de manejo, onde o impacto nesta não ocorreria; e tomando-se medidas para conservação das características físicas do solo, ou seja, manter este sempre com uma cobertura vegetal, o que não irá proporcionar sua erosão e compactação.

Essas ações podem ser facilmente inseridas nos programas de transferência da tecnologia, como já o são, tendo como conseqüência a melhora do índice de impacto ambiental.

Considerando o aspecto abrangência da tecnologia, a poedeira Embrapa 051 apresentou um plantel em 2002 de mais de 1 milhão de animais, distribuídos em estados como Santa Catarina, São Paulo, Pará, Maranhão, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul. Esse plantel representou 6,06% do plantel nacional de poedeiras de ovos vermelhos.

Conclui-se que o impacto positivo da tecnologia no meio ambiente propiciará melhoras significativas na qualidade dos recursos naturais e de vida das populações. Esse aumento da qualidade pode, ainda, ser melhorado por meio da melhora nos índices dos indicadores de biodiversidade e capacidade produtiva do solo.

Conclusão

Devido as suas características, a poedeira Embrapa 051 é pouco exigente em termos de investimentos em instalações e equipamentos. Outra vantagem da poedeira, é que por tratar-se de linhagem rústica e de alta produção, pode aproveitar melhor os resíduos da propriedade, reduzindo dessa forma o custo de produção de ovos, e por conseqüência, melhorando a rentabilidade de propriedades rurais. A renda extra pela venda do excedente de consumo contribui para a manutenção do homem na propriedade.

O impacto ambiental pela adoção da tecnologia é indireto. Na medida em que se utiliza linhagem desenvolvida no Brasil, reduz-se o risco de introdução de novas doenças e, conseqüentemente, o uso de medicamentos.

Assim, o pequeno produtor que normalmente tem dificuldades de investimento, porque não tem facilidades de acesso a crédito, ou porque raramente tem recursos próprios disponíveis, tem na poedeira Embrapa 051 uma boa opção de produção.

A poedeira Embrapa 051 está sendo utilizada em lotes de tamanho médio de 300 poedeiras. O número de poedeiras produzidas/alojadas a partir das matrizes chega a 1,3 milhões de cabeças gerando em 2003, um benefício líquido de R\$ 1.300.474,00.

Uva Niágara Rosada para Regiões Tropicais

Loiva Maria Ribeiro de Mello

Luciano Gebler

Introdução

A cultivar de uva Niágara Rosada é tradicional no Sudeste de São Paulo e nos estados do sul da Região Sul do Brasil, onde é feito um ciclo anual, com produção concentrada entre os meses de dezembro e fevereiro. Por ser rústica e de sabor apreciado pelos consumidores brasileiros é muito procurada, e produzida fora do período de safra (dezembro a fevereiro), quando os preços são altos, já foi tentado pelos viticultores do noroeste de São Paulo, na década de 1980, sem sucesso. No sistema tradicional são produzidas cerca de 2.500 caixas de 6 kg por hectare, nos meses de dezembro a fevereiro, cujos preços são sempre os mais baixos do ano resultando em baixa rentabilidade.

Obtenção da tecnologia

A Embrapa Uva e Vinho ciente da importância de colocar a fruta no mercado, por um período de tempo mais longo, e da importância da cultura para agricultura familiar, em 1995 implantou uma coleção com diversas cultivares de videiras na estação experimental de Jales, SP (região de clima tropical), tendo se destacado a cultivar Niágara Rosada. A partir dos primeiros resultados foram realizadas várias ações de pesquisa junto a produtores que culminaram no desenvolvimento de um Sistema de Produção de Uva Niágara Rosada para regiões tropicais.

A adaptação dessa cultivar em regiões tropicais foi o principal ganho da pesquisa, que a partir desses resultados está investindo fortemente na criação de cultivares de uvas sem sementes para regiões tropicais. A principal característica

dessa tecnologia é a de ser direcionada para agricultura familiar, proporcionando um aumento bastante significativo na renda da pequena propriedade. O manejo estabelecido pela pesquisa, inicialmente permitiu produzir 4.200 caixas de 6 kg nos meses de agosto a novembro, onde os preços são mais elevados, e mais 1.000 caixas no período de maior oferta quando os preços são mais baixos. Essa tecnologia foi sendo adotada, mesmo considerando que o manejo ainda estava sendo melhorado para obtenção de um maior rendimento. Atualmente recomenda-se a produção em uma única safra, programada para os meses de agosto a novembro, cuja produtividade média esperada é de 5.000 caixas.

Há uma sedimentação do conhecimento gerado com essa tecnologia, que apesar de já ser conhecida no Sul do Brasil, já havia sido tentada em anos anteriores sem sucesso. Cada vez mais a Embrapa demonstra a liderança no setor de pesquisa de viticultura tropical, em direção ao reconhecimento mundial como referência desse setor nos trópicos. Essa tecnologia faz parte de um conjunto de tecnologias desenvolvidas pela área de melhoramento genético da Embrapa Uva e Vinho, cujos conhecimentos obtidos com a adaptação dessa cultivar em regiões tropicais e com o desenvolvimento do sistema de produção da mesma serviram para avançar na criação de novas cultivares para regiões tropicais, sendo que as primeiras três cultivares de uvas sem sementes (BRS Clara, BRS Linda e BRS Morena) foram lançadas pela Embrapa Uva e Vinho, em 2003, objetivando substituir a importação de uvas sem sementes e atingir o mercado externo. O Brasil lidera o conhecimento nessa área.

Contextualização da tecnologia no agronegócio

O Brasil produziu, em 2003, 1.054.834 toneladas de uvas, sendo 59,6% de uva para consumo in natura. O consumo de uva de mesa no Brasil situou-se em 3,39 kg per capita (MELLO, 2003).

O Estado de São Paulo é o principal produtor de uvas de mesa, participando com cerca de 20% da área e da produção nacional. Quase que a totalidade da área plantada no estado (12.152 ha, em 2002) destina-se à produção de uva de mesa. Dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA) e Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (Cati) (GHILARDI; MAIA, 2002) situam a safra 2002-2003 com produção de 176,7 milhões de quilos de uva sendo 88,9 milhões de uvas finas, 84,3 milhões de quilos de comum para mesa e 3,3

milhões de uva para a indústria. Essa produção é realizada, normalmente, por pequenos produtores.

A uva Niágara Rosada é destinada exclusivamente para o mercado interno, onde tem grande aceitação. Segundo Sato e França (2001), em São Paulo a viticultura se concentra nos Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDRs) de Itapetininga e Jales, com destaque para São Miguel Arcanjo e Jales, que produzem uvas finas de mesa, e no EDR de Campinas que produz uva comum. A região de Jundiá produz principalmente uva Niágara, durante os meses de dezembro-janeiro-fevereiro, com uma safra anual. Mais recentemente, também um segundo sistema de produção tem sido adotado na região, embora não pela maioria dos produtores, e apenas em parte dos vinhedos. Nesse sistema, que possibilita a obtenção de uma “safra de inverno”, alternam-se anos agrícolas com uma “safra de verão” (colheita do final de novembro a janeiro) e anos agrícolas com duas colheitas, das quais uma com a “safra temporã” (colheita de maio a julho) e outra com a “safra normal” (dezembro a fevereiro). Segundo esses mesmo autores, esse sistema de produção não surgiu em razão da obtenção de melhores preços na entressafra, como seria de se esperar, mas pela falta de liquidez que os produtores enfrentam e pela redução da disponibilidade de financiamentos e elevados encargos bancários.

Na região noroeste do Estado de São Paulo, as condições de clima tropical, com o uso de irrigação, possibilita a obtenção de dois ciclos anuais de produção de uvas, um para a safra principal nos meses de julho a novembro, época de maior escassez no mercado, e outro ciclo para uma “safrinha” no primeiro semestre. No mês de dezembro foram comercializadas na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp) cerca de 8 mil toneladas (média 1997/1999) e no mês de janeiro 5 mil toneladas de uva Niágara Rosada, enquanto no período de julho a novembro a quantidade não excede a um mil tonelada. No período de maior escassez, julho a outubro, os preços praticados na Ceagesp são praticamente o dobro do período de maior oferta (dezembro a fevereiro) (Fig. 1).

Embora a Ceagesp seja o principal mercado atacadista do Brasil, e portanto utilizado como indicador do mercado nacional, não significa que a produção de uva Niágara Rosada no período da entressafra deverá apenas atingir esse mercado. No período de julho a novembro a oferta dessa uva é muito pequena

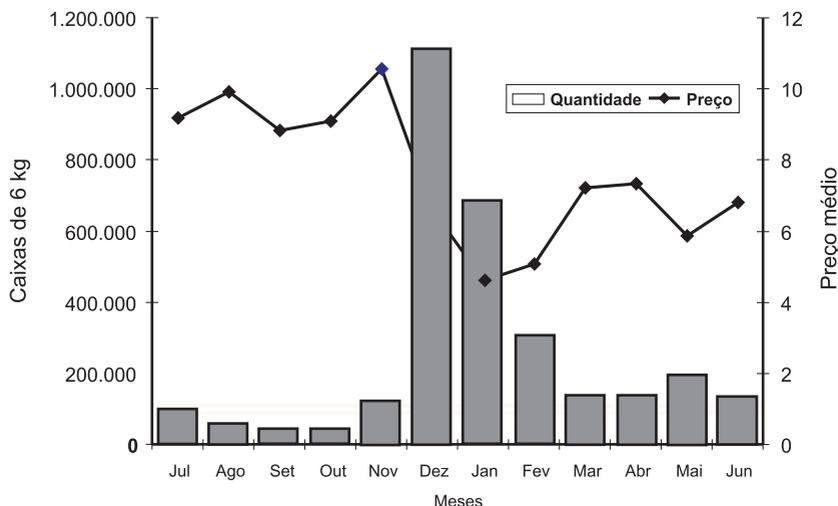


Fig. 1. Quantidade e preço da uva Niágara Rosada comercializada no Ceagesp Média – 1998/2002.

ou inexistente nos principais centros consumidores do País, onde é preferida, em relação às uvas finas, por parcela significativa de consumidores. Há de se considerar, também, que a uva Niágara não necessita de mão-de-obra para desbaste de cachos, o que poderia se tornar um ponto de estrangulamento para os pequenos produtores de agricultura familiar, por razões já citadas.

Outro fator a considerar, é que para o período de julho a novembro o mercado é abastecido principalmente com a uva Itália, altamente susceptível a doenças fúngicas, cujo sistema de produção adotado nas regiões tropicais resulta num grande crescimento vegetativo e como consequência o número de tratamentos fitossanitários é muito elevado, podendo atingir até 60 por safra. A Niágara, por ser mais rústica e menos suscetível a doenças fúngicas, é, portanto, uma boa alternativa para reduzir a agressão ao meio ambiente.

O desenvolvimento de pólos produtores de Niágara Rosada é uma oportunidade interessante para as regiões tropicais. Tanto será beneficiado o produtor de uvas, que obterá preços mais elevados, como o consumidor que terá ao seu dispor uvas com menor uso de agrotóxicos.

Identificação dos impactos

O Sistema de Produção de Uva Niágara para regiões tropicais resulta de várias tecnologias desenvolvidas pela Embrapa Uva e Vinho, para a viabilização da produção de uvas em uma região completamente adversa às recomendações das diversas regiões vitícolas do mundo. Essas tecnologias passaram pela adaptação da cultivar, manejo da planta, controle de doenças, épocas adequadas de poda, e outras.

Para identificar os impactos dessa tecnologia há duas alternativas possíveis: confrontá-los com a cultivar Itália, há muito cultivada na região de Jales, porém com características agrônômicas e mercadológicas distintas da tecnologia em avaliação, ou com a própria Niágara Rosada, cultivada nas proximidades da região, mas em época e sistema de produção distintos. Optou-se por proceder a avaliação dos impactos econômicos pelo aumento da renda, em relação à mesma cultivar, uma vez que na tecnologia em avaliação, além de haver um aumento na produtividade, há um diferencial no preço de venda bastante significativo e um aumento nos custos de produção.

Foram avaliados os impactos ambientais da tecnologia, em relação a cultivar Itália, que está sendo substituída pela cultivar Niágara Rosada.

Para cálculo da rentabilidade foram calculados os custos de produção do novo sistema de produção e do sistema da cultivar Niágara Rosada, tradicional no Estado de São Paulo, e os preços de venda na Ceagesp, maior central de abastecimento de frutas e hortaliças do País, descontados de todas as taxas de comercialização.

Os principais beneficiários dessa tecnologia são produtores rurais, por terem uma nova alternativa de produção rentável, em especial os pequenos produtores de agricultura familiar; os consumidores, por terem disponível o ano todo um produto apreciado e de paladar agradável; o meio ambiente, por receber menos resíduos de agrotóxicos, pois os agricultores estão substituindo os vinhedos da cultivar Itália, por ser esta cultivar a mais suscetível à doenças e menos rentável.

Avaliação dos impactos econômicos

Estimativa dos benefícios econômicos

O lucro líquido dessa tecnologia, comparando com a produção da mesma cultivar na época da safra das regiões Sul e Sudeste, é muito superior. Com a produção na época de safra normal, usando o sistema tradicional, o lucro anual por hectare

foi estimado em R\$ 2.364,45 por hectare, em 2003, e o lucro, com a adoção do sistema alternativo para colheita nos meses de menor oferta, foi estimado em R\$ 28.017,21 por hectare (Tabela 1).

É claro que o montante do lucro tende a diminuir em longo prazo, quando aumentará significativamente a oferta do produto durante todo o ano. Nesse caso, o benefício será transferido ao consumidor final. Há de se considerar, no entanto, que os custos de produção também são elevados exigindo maiores recursos para investimentos e para custeio da produção. Foi considerado, em 2003, o preço médio de R\$ 8,20 a caixa de 6 kg para a Niágara produzida na época da maior safra no Brasil (janeiro e fevereiro) e de R\$ 15,00 a caixa na época da entressafra (Julho a novembro). Considerando que a medida que a área vai aumentando, há um aumento de oferta de uvas no mercado e o preço tende a cair até que ocorra um ponto de equilíbrio, considera-se uma redução de 20% no preço da uva a partir de 2011 e uma redução de 30% a partir de 2015, quando

Tabela 1. Ganhos de renda por agregação do valor da cv. Niágara Rosada em regiões tropicais.

Ano	Renda com produto s/agregação R\$ (A)	Renda com produto c/ agregação R\$ (B)	Renda adicional obtida – R\$ C = (B-A)	Participação Embrapa (%) (D)	Ganho líquido Embrapa (R\$/ha) E = (C x D)/100	Área de expansão (ha) (F)	Benefício econômico (R\$) G + (E x F)
1999	1068,60	26257,49	25188,89	70	17.632	50	881.611,15
2000	1068,60	26257,49	25188,89	70	17.632	100	1.763.222,30
2001	1068,60	26257,49	25188,89	70	17.632	220	3.879.089,06
2002	1142,55	29634,98	28492,43	70	19.945	250	4.986.175,25
2003	2364,45	28017,21	25652,76	70	17.957	300	5.387.079,60
2004	2364,45	28017,21	25652,76	70	17.957	330	5.925.787,56
2005	2364,45	28017,21	25652,76	70	17.957	360	6.464.495,52
2006	2364,45	28017,21	25652,76	70	17.957	400	7.182.772,80
2007	2364,45	28017,21	25652,76	70	17.957	440	7.901.050,08
2008	2364,45	28017,21	25652,76	70	17.957	480	8.619.327,36
2009	2364,45	28017,21	25652,76	70	17.957	530	9.517.173,96
2010	2364,45	28017,21	25652,76	70	17.957	580	10.415.020,56
2011	2364,45	13017,21	10652,76	70	7.457	876	6.532.272,43
2012	2364,45	13017,21	10652,76	70	7.457	964	7.188.482,45
2013	2364,45	13017,21	10652,76	70	7.457	1060	7.904.347,92
2014	2364,45	13017,21	10652,76	70	7.457	1160	8.650.041,12
2015	2364,45	5517,21	3152,76	70	2.207	1250	2.758.665,00
2016	2364,45	5517,21	3152,76	70	2.207	1250	2.758.665,00
2017	2364,45	5517,21	3152,76	70	2.207	1250	2.758.665,00
2018	2364,45	5517,21	3152,76	70	2.207	1250	2.758.665,00
2019	2364,45	5517,21	3152,76	70	2.207	1250	2.758.665,00

a área deverá estabilizar-se. Assim a renda adicional obtida com o uso da tecnologia caiu de R\$ 25.652,76 por hectare em 2010 para R\$ 10.652,76 em 2011 e caiu novamente para R\$ 3.152,76 em 2015.

Foi atribuído um percentual de participação da Embrapa Uva e Vinho de 70%, pois a tecnologia foi desenvolvida pela mesma, utilizando para validação bases físicas de produtores, que se constituíram em unidades demonstrativas, que contribuíram na difusão da tecnologia.

Custos da tecnologia

Como essa tecnologia é uma das diversas tecnologias obtidas e em desenvolvimento de um projeto maior de obtenção de cultivares de uvas para o Brasil, foi considerado 50% do tempo de um pesquisador durante cinco anos, uma pessoa de campo e parte do orçamento do subprojeto de avaliação de cultivares. Para difusão foi considerado 5% do tempo de um pesquisador até atingir uma área que se considera apropriada. Em termos de depreciação e equipamentos, como foi desenvolvido um trabalho de campo, com praticamente nenhum uso de equipamento de laboratório, considerou-se os investimentos do vinhedo (implantação).

Os custos de geração da tecnologia e transferência são apresentados na Tabela 2, sendo os de 1995 a 1999 referentes à geração da tecnologia e de 2000 em diante, apenas custos relativos a difusão.

Tabela 2. Estimativa dos custos de geração e transferência da tecnologia Uva Niágara para regiões tropicais.

Ano	Pessoal	Custeio	Capital	Administração	Total
1995	62.208	17.100	5.160,2	20.783	105.251
1996	61.657	16.721	6.091	20.035	104.503
1997	61.794	16.758	5.916	20.267	104.736
1998	62.260	16.884	5.324	21.057	105.525
1999	63.848	17.315	3.306	23.749	108.217
2000	6.385	-	-	2.397	8.782
2001	6.385	-	-	2.495	8.880
2002 ⁽¹⁾	6.385	-	-	2.097	8.482

⁽¹⁾Admitiu-se a hipótese de que os custos de 2002 se refletirão no período 2003-2015.

Avaliação custo/benefício

A tecnologia foi desenvolvida no período de 1995 a 1998. Como se trata de uma cultivar já existente no Brasil, os conhecimentos existentes permitiram o seu desenvolvimento em um curto período de tempo. Como a adaptação do sistema de produção foi desenvolvido junto a produtores rurais, a difusão foi igualmente rápida.

A taxa interna de retorno obtida foi de 109%, o valor presente líquido de R\$ 24,04 milhões de reais e a relação benefício/custo de 59/1 (Tabela 3).

Tabela 3. Fluxo de benefícios e custos da tecnologia uva Niágara Rosada para regiões tropicais do Brasil.

Anos	Fluxo de benefícios	Fluxo de custos	Fluxo de benefícios líquidos
1995	-	105,251	(105,251)
1996	-	104,503	(104,503)
1997	-	104,736	(104,736)
1998	-	105,525	(105,525)
1999	881,611	108,217	773,394
2000	1,763,222	8,782	1,754,440
2001	3,879,089	8,880	3,870,209
2002	4,986,175	8,482	4,977,693
2003	5,387,080	8,482	5,378,597
2004	5,925,788	8,482	5,917,305
2005	6,464,496	8,482	6,456,013
2006	7,182,773	8,482	7,174,291
2007	7,901,050	8,482	7,892,568
2008	8,619,327	8,482	8,610,845
2009	9,517,174	8,482	9,508,692
2010	10,415,021	8,482	10,406,538
2011	6,532,272	8,482	6,523,790
2012	7,188,482	8,482	7,180,000
2013	7,904,348	8,482	7,895,866
2014	8,650,041	8,482	8,641,559
2015	2,758,665	8,482	2,750,183
2016	2,758,665	-	2,758,665
2017	2,758,665	-	2,758,665
2018	2,758,665	-	2,758,665
2019	2,758,665	-	2,758,665
Taxa interna de retorno (TIR)			109%
Valor presente líquido (em mil reais)			R\$ 24.044,11
Relação benefício/custo RB/C			59/1

Taxa de desconto de 12%

Avaliação dos impactos ambientais

Alcance da tecnologia

O cultivo da uva de mesa nas regiões tropicais, entre elas o noroeste de São Paulo, apresenta uma abrangência atual de 1.100 ha, sendo que a área cultivada com a variedade Niágara é de 250 ha, ou seja 23% do total plantado. O manejo da cultura permite a obtenção de duas safras anuais, que não é exclusivo apenas para esta variedade, porém os maiores ganhos se dão na realização de uma poda de formação e uma poda de produção com apenas uma safra anual. Essa tecnologia deverá se expandir para outras regiões e atingir, em 2015, 1.250 ha..

Eficiência tecnológica

A tecnologia tem efeitos principais na redução significativa (-3) no volume, variedade de ingredientes ativos e toxicidade de pesticidas aplicados. No que se refere a fertilizantes não há alterações (0) nos respectivos componentes. O coeficiente de impacto ambiental resultante para o indicador “uso de agroquímicos” é igual a 10,5. Isto se deve, principalmente, pelo fato da cultivar Niágara Rosada ser mais rústica em relação a tradicionalmente utilizada (Uva Itália).

O efeito secundário de redução do uso de energia despendida pelo monitoramento de áreas é reflexo dessa rusticidade, uma vez que a intensidade de tratamentos reduziu em torno de 50%, diminuindo o gasto de óleo diesel (-3). Os demais componentes tanto de combustíveis fósseis como de biomassa não são aplicáveis nesse caso, e o consumo de eletricidade permanece inalterado (0) na comparação dos dois sistemas. O coeficiente de impacto resultante para o uso de energia é positivo e igual a 1,5.

Entretanto, em relação ao uso de recursos naturais, mesmo com a redução (-1) no uso da água de irrigação e a não aplicabilidade do uso de água para processamento, houve um aumento nos impactos, uma vez que até o momento há a procura pela incorporação de novas áreas de produção (1), tornando o coeficiente de impacto ambiental resultante desse indicador negativo (-0,5).

Conservação ambiental

Os coeficientes de impactos resultantes mostram que a nova tecnologia gera modificações desejáveis de maior impacto na capacidade produtiva do solo

(3,75), em menor grau na atmosfera (0,9), e neutros (0) nas variáveis qualidade da água e biodiversidade. Na capacidade produtiva do solo o principal efeito está na diminuição do trânsito de máquinas agrícolas para aplicação de pesticidas (50%), diminuindo significativamente o coeficiente de alteração (-3) da compactação de solos, permanecendo inalterados (0) os demais componentes. Ao mesmo tempo, com essa diminuição, existirão efeitos indiretos como o não escoamento superficial e diminuição da erosão. Com a diminuição do trânsito de máquinas, ocorrerá na atmosfera uma diminuição (-1) proporcional do volume de monóxido de carbono e compostos sulfurosos, que contribuirão para o efeito estufa, além de redução de ruídos.

Recuperação ambiental

Esta tecnologia vem começando a incorporar antigos solos degradados (coeficiente de alteração igual a 1) de pastagem para a produção de uvas finas, com a recuperação das condições de solo para plantio, ao mesmo tempo em que recupera ecossistemas anteriormente degradados (coeficiente de alteração igual a 1). As demais variáveis do indicador permanecem inalteradas (0). O coeficiente de impacto resultante para recuperação ambiental desta nova tecnologia é pequeno mas positivo (0,4).

Índice de impacto ambiental

Esta inovação tecnológica atinge um índice de impacto ambiental positivo (desejável) igual a 2,07 nas estimativas com a metodologia Ambitec Agro. Seu maior índice parcial é referente à redução do uso de agroquímicos (10,5), pela intensa redução no volume de aplicação de pesticidas (mais de 30%). O segundo impacto parcial positivo foi o aumento do potencial produtivo do solo (3,75), principalmente pela redução no trânsito de máquinas e redução na compactação do solo, refletindo também no uso de energia (1,50) e atmosfera (0,9), pela redução de consumo de diesel e emissão de fumaça do motor. Nessa tecnologia também foram apontados impactos negativos como aumento no uso de terras novas para plantio de parreirais, representado pelo índice de uso de recursos naturais (-0,5) mesmo havendo redução no uso de água para irrigação por uma maior eficiência aplicada no sistema. O indicador recuperação ambiental teve um coeficiente de impacto pequeno mas positivo (0,4) refletindo efeitos desejáveis na recuperação de solos e ecossistemas degradados.

Conclusão

A tecnologia selecionada para avaliação de impactos apresenta algumas características que a destaca em relação à maioria das tecnologia geradas e/ou adaptadas pelas seguintes razões: a) a rapidez com que foi adotada pois sua adoção iniciou antes mesmo de terem sido realizados os ajustes no sistema de produção, pois o mesmo estava sendo realizado em propriedades rurais, que, de certa forma, se tornaram difusores da tecnologia; b) por ter contribuído no avanço do conhecimento e na consolidação da vitivinicultura, em uma região cujas condições climáticas eram consideradas totalmente inaptas ao cultivo da videira. Os resultados dessa e de outras tecnologias referente ao cultivo de videiras em regiões tropicais tem tornado o Brasil uma referência mundial nessa área.

Os impactos econômicos, sociais e ambientais dessa tecnologia foram positivos, especialmente os econômicos por ter possibilitado a produção de uvas na época de maior escassez do produto no mercado.

Os resultados obtidos indicam não somente que a estratégia adotada pela Embrapa Uva e Vinho, na geração e na transferência dessa tecnologia, foi adequada e eficaz, mas que há um grande espaço para avanços tecnológicos que permitirão aumento da produtividade e do período de oferta dos produtos nacionais, e que investir em pesquisa é um grande negócio para o País.

Referências

GHILARDI, A. A.; MAIA, M. L. **Uva Niágara no Estado de São Paulo na safra 2002/2003**. 2002. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 14 out. 2003.

MELLO, L. M. R. de. **Produção e comercialização de uvas e vinhos: panorama 2003**. Disponível em: <<http://www.clubedofazendeiro.com.br>>. Acesso em: 20 dez. 2004.

MELLO, L. M. R.; MAIA, J. D. G. Rentabilidade e exigências de mercado. In: MAIA, J. D. G.; KUHN, G. B. (Ed.). **Cultivo da Niágara Rosada em áreas tropicais do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001. p.64-72. SATO, G. S.; FRANÇA, T. J. F. **A viticultura no Estado de São Paulo**.2001. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>.- Acesso em: 14 out. 2003.

Terminação de Cordeiros em Confinamento

Alcido Elenor Wander

Nelson Nogueira Barros

Introdução

O mercado da carne ovina está crescendo, em função da grande aceitação desse produto pela sociedade brasileira, notadamente da Região Nordeste. Os reflexos desse crescimento são sentidos no aumento dos pontos de vendas e restaurantes especializados. Paralelamente, surge a implantação de abatedouros-frigoríficos e curtumes, específicos para carnes e peles de caprinos e ovinos na região, caracterizando como uma forte sinalização de estímulo e garantia para o desenvolvimento da ovinocaprinocultura.

O produto final dos agricultores tradicionais do Nordeste não atende aos padrões exigidos pelo mercado consumidor. Geralmente, nesse sistema, os animais são acabados em pastagem nativa, sendo abatidos em idade avançada, o que compromete a qualidade da carne principalmente no tocante ao sabor, odor, maciez e suculência, atributos exigidos pelo consumidor atual. Ainda, a exposição da pele a arame farpado, espinhos, abscessos causados por linfadenite caseosa, sarna demodécica, etc., por tempo prolongado, contribui, de forma significativa, para o aumento do percentual de peles com defeitos que chegam aos curtumes, comprometendo a qualidade do produto. Ressalte-se que, em geral, tanto a agroindústria da carne como a da pele operam com grande capacidade ociosa, não ultrapassando os 50% de sua capacidade instalada.

A terminação de cordeiros em confinamento é uma prática que consiste na seleção e confinamento de ovinos jovens, machos e fêmeas, com vistas a prepará-los para o abate, num curto espaço de tempo, mesmo durante a época de carência alimentar nas pastagens. Isto tem causado boas expectativas no

âmbito do setor produtivo, em função da redução de custos obtida com o confinamento na época seca. Outras vantagens da terminação de cordeiros em confinamento são:

- Reduz a idade de abate de 10 a 12 meses para 5 a 6 meses.
- Disponibiliza a forragem das pastagens, que já é escassa, para as demais categorias de animal do rebanho.
- Agiliza o retorno do capital aplicado.
- Permite a produção de carne de boa qualidade, também na época seca ou na entressafra.
- Contribui para a produção de peles de primeira categoria, auferindo uma receita indireta ao processo de terminação de cordeiros.
- Tem garantia de mercado para os produtos carne e pele.

Ao iniciar o confinamento, os cordeiros deverão apresentar, no mínimo, 15 kg de peso vivo e após 70 dias alcançar um peso corporal da ordem de 26 a 30 kg. Nas condições descritas acima, a carne dos cordeiros atende, prontamente, às exigências do mercado consumidor. A simplicidade da prática tem-se apresentado como uma solução de mercado para muitos produtores, sobretudo daqueles que povoam as áreas semi-áridas do Nordeste brasileiro, notadamente, durante a fase da carência alimentar nas pastagens nativas.

A tecnologia da terminação de cordeiros em confinamento pode ser adotada em qualquer região do País. No entanto, é mais indicada para as regiões onde há carência de alimentos em determinadas épocas do ano, como é o caso do Nordeste brasileiro durante a época de escassez de forragem (época seca), desde que haja estocagem ou possibilidade de aquisição dos alimentos. Para o Semi-Árido, de uma maneira geral, a tecnologia é recomendada apenas para a época seca.

Obtenção da tecnologia

Os estudos que levaram à geração da tecnologia tiveram início em 1995, sendo a tecnologia concluída em 1998. No desenvolvimento da tecnologia "Terminação de Cordeiros em Confinamento" foram avaliados aspectos relacionados ao desempenho animal e a economicidade do sistema de acabamento. Assim, foi avaliada a influência da raça do padreador, em sistema de cruzamento industrial

com ovelhas sem raça definida (SRD). As raças avaliadas foram a Santa Inês, a Somalis Brasileira, a Ile-de-France, a Texel, a Suffolk, e a Hampshire Down. Outro aspecto investigado foi a utilização de resíduos agroindustriais e de leguminosas forrageiras na dieta dos animais, com o fim de reduzir os custos com alimentação. Neste sentido, os fenos de cunhã (*Clitoria ternatea*), de mata pasto (*Cassia* sp.) e de leucena (*Leucaena leucocephala*) foram utilizados em substituição parcial aos concentrados protéicos. Os resíduos agroindustriais utilizados foram: pedúnculo de caju desidratado, restolho de milho e cama de frango de corte¹.

Contextualização da tecnologia no agronegócio

O incremento da capacidade produtiva e, em consequência, o desfrute dos rebanhos ovinos, vem se tornando uma prioridade global. O aumento da demanda por produtos de origem animal no mundo em desenvolvimento é devido, principalmente, ao crescimento econômico. Ressalte-se também, que no período de 1982 a 1994, o consumo de carne ovina aumentou 5,4% ao ano, enquanto o crescimento da população humana foi de, apenas, 2,1% ao ano. Até o ano de 2020, a previsão é de que o consumo de carne dessa espécie animal tenha um crescimento da ordem de 2,8% ao ano. O rebanho ovino do Brasil é da ordem de 14.638.925 cabeças e, desse total 8.060.619 (55,06%) encontram-se na Região Nordeste. No Brasil e particularmente no Nordeste, a demanda por carne ovina cresceu significativamente nos últimos anos, o que serviu de estímulo ao setor intermediário da cadeia produtiva a investir na implantação de uma estrutura agroindustrial para abate de caprinos e ovinos. Entretanto, essa estrutura vem operando com elevada capacidade ociosa, o que justifica maiores investimentos e geração de tecnologias capazes de atender a necessidades da sociedade.

Identificação dos impactos

Os beneficiários diretos da tecnologia são os produtores de carne ovina voltados para mercados exigentes quanto à qualidade e regularidade de oferta. Especialmente produtores com suas unidades produtivas localizadas em regiões onde há limitações na produção de alimentos em determinadas épocas do ano devido ao

¹ Durante o período de execução da pesquisa era permitido o uso de cama de frango de corte na dieta de ruminantes. Atualmente o uso de cama de frango para alimentação de ruminantes está proibido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

clima. Cabe ressaltar, no entanto, que a tecnologia destina-se, principalmente, a produtores que estejam dispostos a adotar níveis tecnológicos mais elevados, permitindo a produção de carne de forma intensiva, especialmente onde o fator terra é escasso e, conseqüentemente, caro.

Além dos beneficiários diretos, a terminação de cordeiros em confinamento impacta positivamente os demais elos da cadeia produtiva (beneficiários indiretos), fornecendo alimentos de melhor qualidade com maior regularidade ao longo do ano, representando uma melhoria significativa na qualidade dos alimentos oferecidos ao consumidor final.

Economicamente, o principal impacto está relacionado à redução dos custos de produção, que é obtido, principalmente, com a redução de mortalidade e o aumento do ganho de peso dos animais em acabamento durante a estação seca, quando há maior carência alimentar em pastagens nativas.

Em relação ao meio ambiente, a tecnologia apresenta alguns impactos desejáveis, tais como redução da área total necessária para produção de alimentos para os animais e menor compactação do solo nas áreas de produção forrageira. Porém, com a adoção da tecnologia, ocorre um aumento do consumo de ração, volumoso e suplementos, além da necessidade de uma maior quantidade de água para manejo para limpeza das instalações.

Avaliação dos impactos econômicos

Estimativa dos benefícios econômicos

Os impactos econômicos da tecnologia estão ligados, principalmente, à redução dos custos de produção, visto que a tecnologia é recomendada para a época de maior carência de alimentos nas pastagens nativas da região Semi-Árida.

Os custos de produção anteriores (sem a tecnologia) e atual (com a tecnologia) são estimados com base nas informações levantadas junto a produtores da zona Semi-Árida (Tabela 1).

Tendo em vista que a maior parte das pesquisas relacionadas à adaptação dessa tecnologia para as condições da zona Semi-Árida e boa parte de sua transferência foram feitas pela Embrapa, atribuiu-se a ela uma participação de 60% nos resultados obtidos (Tabela 1).

Tabela 1. Ganhos de redução de custos regionais.

Ano	Unidade de medida (Um)	Custo anterior (R\$/Um) (A)	Custo atual (R\$/Um) (B)	Economia obtida (R\$/Um) (C = (A - B))	Participação Embrapa - % (D)	Ganho líquido Embrapa (R\$/Um) E = (C x D)/100	Nível de adoção (Um) (F) ⁽¹⁾	Benefício econômico R\$ G = (E x F)
2001	Carcças de	47	44	3	60	1,80	100.000	180.000
2002	12 kg	48	45	3	60	1,80	110.000	198.000
2003		48	45	3	60	1,80	121.000	217.800
2004		48	45	3	60	1,80	133.100	239.580
2005		48	45	3	60	1,80	146.410	263.538
2006		48	45	3	60	1,80	161.051	289.892
2007		48	45	3	60	1,80	177.156	318.881
2008		48	45	3	60	1,80	194.872	350.769
2009		48	45	3	60	1,80	214.359	385.846
2010		48	45	3	60	1,80	235.795	424.431
2011		48	45	3	60	1,80	259.374	466.874
2012		48	45	3	60	1,80	285.312	513.561
2013		48	45	3	60	1,80	313.843	564.917
2014		48	45	3	60	1,80	345.227	621.409
2015		48	45	3	60	1,80	379.750	683.550

⁽¹⁾Projeções de nível de adoção feitas considerando-se incrementos de 10% ao ano no nível de adoção da tecnologia para o período 2003-2015.

O nível de adoção da tecnologia foi estimado, em 2001, para 1,0% dos animais abatidos, ou seja, cem mil animais acabados em confinamento naquele ano. Já em 2002, considerou-se que houve um aumento de 10% no número de animais terminados em confinamento. Essa taxa de aumento do nível de adoção da tecnologia de 10% foi considerada até o ano de 2015 (Tabela 1). As taxas de adoção estimadas até 2015 chegam a aproximadamente 10,85% do total de ovinos abatidos na Região Nordeste. Tendo em vista que a estação seca (estação onde se aplica a tecnologia) se estende por aproximadamente 7 a 8 meses e o nível de adoção máximo esperado para a estação seca é de 40%, espera-se um aumento da taxa de adoção crescente, pelo menos, por mais 10 anos após 2015, se o aumento das taxas de adoção continuar sendo ao redor de 10% ao ano. No entanto, acredita-se que, em função de novas tecnologias que vão sendo geradas, o aumento da taxa de adoção tende a diminuir após 2015, chegando a zero por volta de 2025.

O principal impacto econômico – a redução dos custos de produção – está relacionado, principalmente, com a redução de mortalidade e o aumento da produtividade, principalmente na época de maior carência alimentar em pastagens nativas. Outro impacto relevante é a oferta de produtos de qualidade ao longo do

ano favorecendo o estabelecimento de relações contratuais entre produtores e agroindustriais da carne que proporcionem transações comerciais a custos menores. Além disso, a tecnologia contribui, significativamente, para a melhoria da qualidade da pele, permitindo uma maior agregação de valor ao produto comercializado. A estimativa da margem bruta de renda do confinamento de cordeiros varia de R\$ 5,00 a R\$ 12,00 por animal confinado, dependendo das oportunidades de compra e venda dos cordeiros. Vale salientar que nos benefícios econômicos resultantes da redução de custo de produção não foram considerados os benefícios indiretos, tais como: o mais rápido retorno do capital investido, a melhoria da qualidade da pele, e a liberação da pastagem para as demais categorias do rebanho.

Custos da tecnologia

A geração e adaptação da tecnologia para uso pelos produtores de carne ovina concentrou-se nos anos de 1995 a 1998, sendo a tecnologia lançada em 1999.

Conforme a Tabela 2, os gastos com trabalho representaram o principal item das despesas. Nos três primeiros anos de geração da tecnologia, os gastos com trabalho de pesquisadores, técnicos agrícolas e manejadores ultrapassaram 70% do total de gastos anuais.

Os custos operacionais ocorridos durante a fase de geração (1995-1998) envolveram alimentos volumosos e concentrados, vermífugos e medicamentos diversos, além de combustíveis e energia elétrica, enquanto os gastos de capital se referiram a máquinas, equipamentos e instalações.

Os gastos com transferência da tecnologia começaram a ocorrer no último ano das pesquisas (1998), sendo composto por publicações e realização de eventos, como dias de campo, etc.

Os custos administrativos abrangeram setores de apoio da Unidade, os quais colaboraram na execução do projeto e, conseqüentemente, na geração da tecnologia. Entre esses setores destacam-se os setores de Compras, de Patrimônio, Financeiro e de Transportes.

Tabela 2. Estimativa de gastos da Embrapa com pessoal, custeio, capital na geração e transferência da tecnologia “Terminação de cordeiros em confinamento” (em R\$).

Custos	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Custos com trabalho										
Pesquisadores	40.365,92	36.815,21	34.385,78	33.825,14	-	-	-	-	-	-
Téc. Agrícola	14.579,72	13.297,24	12.419,76	12.217,27	-	-	-	-	-	-
Manejaador	11.089,76	10.114,27	9.446,83	9.292,81	-	-	-	-	-	-
Soma parcial	66.035,39	60.226,72	56.252,37	55.335,21	-	-	-	-	-	-
Custos operacionais										
Medicamentos	108,00	98,50	92,00	90,50	-	-	-	-	-	-
Volumoso (feno) (kg)	1.890,00	1.723,75	1.610,00	1.583,75	-	-	-	-	-	-
Concentrados (kg)	1.123,20	1.024,40	956,80	941,20	-	-	-	-	-	-
Vermífugo (doses)	64,80	59,10	55,20	54,30	-	-	-	-	-	-
Combustível (R\$)	1.080,00	985,00	920,00	905,00	-	-	-	-	-	-
Energia p/ triturar alimentos (R\$)	120,96	110,32	103,04	101,36	-	-	-	-	-	-
Soma parcial	4.386,96	4.001,07	3.737,04	3.676,11	-	-	-	-	-	-
Custos de capital										
Máquinas /equipamentos	756,00	689,50	645,00	633,50	-	-	-	-	-	-
Instalações	864,00	788,00	736,00	724,00	-	-	-	-	-	-
Soma parcial	1.620,00	1.477,50	1.380,00	1.357,50	-	-	-	-	-	-
Custos de transferência										
Soma parcial	21.600,00	19.700,00	18.400,00	18.100,00	15.300,00	14.000,00	12.600,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
Custo total	93.642,35	85.405,29	79.769,41	104.261,32	24.480,00	22.400,00	20.160,00	16.000,00	16.000,00	16.000,00
Custos de transferência	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	-
Custos administrativos	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	-
Custo total	16.000,00	16.000,00	16.000,00	16.000,00	16.000,00	16.000,00	16.000,00	16.000,00	16.000,00	16.000,00

Valores corrigidos com base no IGP-DI de 31/12/2002.

Avaliação custo benefício

Na Tabela 3 é mostrado o fluxo de benefícios líquidos estimado a partir dos benefícios gerados para a sociedade e dos custos de geração e transferência da tecnologia.

Tabela 3. Fluxo de benefícios líquidos da tecnologia “Terminação de cordeiro em confinamento”.

Anos	Fluxo de benefícios	Fluxo de custos	Fluxo de benefícios líquidos
1995	0,00	93.642,35	(93.642,35)
1996	0,00	85.405,29	(85.405,29)
1997	0,00	79.769,41	(79.769,41)
1998	0,00	104.261,32	(104.261,32)
1999	0,00	24.480,00	(24.480,00)
2000	0,00	22.400,00	(22.400,00)
2001	180.000,00	20.160,00	159.840,00
2002	198.000,00	16.000,00	182.000,00
2003	217.800,00	16.000,00	201.800,00
2004	239.580,00	16.000,00	223.580,00
2005	263.538,00	16.000,00	247.538,00
2006	289.892,00	16.000,00	273.892,00
2007	318.881,00	16.000,00	302.881,00
2008	350.769,00	16.000,00	334.769,00
2009	385.846,00	16.000,00	369.846,00
2010	424.431,00	16.000,00	408.431,00
2011	466.874,00	16.000,00	450.874,00
2012	513.561,00	16.000,00	497.561,00
2013	564.917,00	16.000,00	548.917,00
2014	621.409,00	16.000,00	605.409,00
2015	683.550,00	16.000,00	667.550,00
Taxa interna de retorno (TIR)			26,37%
Valor presente líquido (VPL)			R\$ 722.817,56
Relação benefício/custo (R/B/C)			3/1

Taxa de desconto de 12%.

A tecnologia foi gerada em 1995, tendo sua adoção iniciada em 2001. A partir do início da adoção foram considerados 15 anos. A TIR de 26,37% junto com um VPL de R\$ 722.817 e R/BC de 3/1 demonstram que, no Nordeste brasileiro, o acabamento de cordeiros em confinamento durante a estação seca representa uma opção tecnológica mais viável e eficiente que o sistema tradicional (em pastagem nativa, com grandes restrições alimentares).

Avaliação dos impactos ambientais

Alcance da tecnologia

Abrangência aproximada da tecnologia refere-se ao total de ovinos abatidos anualmente, ou seja, 12 milhões de ovinos. Destes, até então, apenas cerca de aproximadamente 1,0% (120 mil animais) são acabados, anualmente, em confinamento. Essa baixa influência deve-se, em parte, pelo fato de que, no Semi-Árido, a tecnologia é empregada pelos produtores somente na época de escassez de alimentos (= época seca, ou seja, de julho a dezembro).

Eficiência tecnológica

A eficiência tecnológica está baseada em indicadores criados a partir do uso de agroquímicos, uso de energia e uso de recursos naturais.

Considerando o indicador “uso de agroquímicos”, a tecnologia representa uma diminuição da frequência de utilização de vermífugos (-1) e, conseqüentemente, uma diminuição de resíduos no produto (-1). Entretanto, o uso da tecnologia representa um aumento significativo no uso de ração (3), volumoso (1) e aditivos/suplementos (1). Assim, a menor frequência no uso de insumos veterinários e a conseqüente diminuição de resíduos tem seu efeito positivo neutralizado pelo grande aumento no uso de ração, além do aumento no consumo de volumoso e suplementos. Portanto, o impacto final do indicador “uso de agroquímicos” é 0 (Tabela 4).

Tabela 4. Indicadores de impacto, pesos, coeficientes de impactos e índice de impacto ambiental da terminação de cordeiros em confinamento.

Indicadores de impacto ambiental	Peso do indicador	Coeficientes de impacto
Uso de insumos materiais	0,11	0,0
Uso de energia	0,11	0,0
Uso de recursos naturais	0,11	0,9
Atmosfera	0,11	0,0
Capacidade produtiva do solo	0,11	4,0
Água	0,11	0,4
Biodiversidade	0,11	1,4
Recuperação ambiental	0,11	0,8
Qualidade do produto	0,12	0,35
Índice de impacto ambiental	-	0,87

No tocante ao uso de energia, a tecnologia não significa nenhuma alteração em relação à situação anterior ao uso da tecnologia. Portanto, o impacto ambiental resultante para este indicador também é 0 (Tabela 4).

Quanto ao uso de recursos naturais, a tecnologia apresenta impacto ambiental positivo, tendo em vista que, mesmo necessitando de mais água para manejo (limpeza das instalações), a tecnologia reduz enormemente a área necessária para pastagem. Com isso, a tecnologia apresenta um impacto ambiental positivo neste indicador: 0,9 (Tabela 4). Porém, cabe ressaltar que, com o acabamento dos animais de forma confinada o produtor necessitará de mais madeira para a construção das baias de confinamento. Essa informação, até então, não está contemplada nos indicadores de avaliação de impacto ambiental no sistema Ambitec Produção Animal.

Conservação ambiental

A contribuição da tecnologia para a atmosfera é neutra, visto que não há impactos diretos sobre a mesma, que sejam diferentes do sistema de produção sem a adoção da tecnologia, portanto seu impacto é 0 neste indicador.

Contudo, a capacidade produtiva do solo é impactada de forma muito positiva, visto que, com o confinamento dos animais, tem-se uma redução dos riscos de erosão além de uma grande diminuição na compactação do solo, visto que não ocorre pastejo, pelo fato de os animais ficarem confinados numa pequena área. Com isso, esse indicador apresenta um coeficiente de impacto ambiental bem positivo (4) (Tabela 4).

Quanto à conservação da água, a tecnologia reduz os assoreamentos e sedimentos, tendo em vista que os animais permanecem confinados e os seus resíduos são coletados, tratados e depois utilizados de forma racional como fertilizantes em áreas de cultivos e/ou pastagens. Nesse indicador de impacto ambiental o coeficiente atingido pela tecnologia é 0,4 (Tabela 4).

No tocante a conservação da biodiversidade, a tecnologia diminui as perdas de vegetação nativa, por não haver pastejo direto, além de, também, não destruir corredores de fauna silvestre dentro da unidade produtiva. Com isso, a tecnologia apresenta um coeficiente de impacto de 1,4 nesse indicador (Tabela 4).

Recuperação ambiental

A tecnologia contribui para a recuperação de solos e ecossistemas degradados mediante disponibilização de adubo orgânico, com excepcionais características para esse fim. Tendo em vista que esse efeito positivo é sobre a unidade produtiva como um todo (efeito local), seu coeficiente é de 0,8 (Tabela 4).

Qualidade do produto

Considerando que, com a adoção da tecnologia, se usará menos vermífugos, observa-se, também, uma diminuição dos resíduos químicos encontrados no produto final, gerando um coeficiente positivo de 0,35 nesse indicador (Tabela 4).

Índice de impacto ambiental

O índice geral de impacto ambiental da inovação tecnológica “Terminação de Cordeiros em Confinamento” é positivo, alcançando 0,87 no sistema Ambitec Produção Animal (Tabela 4).

Os principais impactos desejáveis sobre o meio ambiente são a redução da área necessária para pastagens, menor compactação do solo nas áreas de produção de forragem, menores perdas de biodiversidade e de corredores de fauna, recuperação de solos e ecossistemas degradados, e redução de resíduos químicos no produto final. Entretanto, alguns impactos indesejáveis a serem considerados são o aumento da necessidade de ração, volumoso e suplementos, além da necessidade de uma maior quantidade de água para manejo (limpeza das instalações).

Conclusão

A tecnologia de acabamento de cordeiros em confinamento durante a estação seca tem-se mostrado como uma opção tecnológica que apresenta benefícios econômicos regionais positivos para a sociedade. Além disso, trata-se de uma tecnologia divisível, que pode ser adotada em unidades produtivas de diversos tamanhos. No conjunto, seus efeitos ambientais também são desejáveis.

Cultivar de Pêssego Maciel – Duplo Propósito

João Carlos Medeiros Madail

Maria do Carmo Raseira

Bonifácio Hideyuki Nakasu

José Francisco Martins Pereira

Luiz Clovis Belarmino

Rodrigo Siedler de Melo?

Introdução

A região sul do Rio Grande do Sul concentra mais de 90% da produção nacional de pêssegos para processamento industrial. Na década de 1970 chegou a produzir cerca de 50 mil toneladas, experimentando, a partir daí, uma queda acentuada. No início dos anos 80, a produção dessa espécie frutícola teve queda de até 50%. Uma das razões desse quadro foi o desestímulo de grande parte dos produtores na manutenção dos pomares, face a baixa remuneração praticada pelas indústrias processadoras, em função da queda do consumo de compotas e doces, agravada em 1986, no início dos Planos Econômicos que reduziram o poder de compra dos consumidores nacionais. Sem outra alternativa, os produtores entregavam suas produções pelos valores estabelecidos pelos industriais que, em repetidas safras, sequer remuneravam os fatores de produção. Atentos a esses acontecimentos, os pesquisadores direcionaram ações com o intuito de gerar cultivares alternativas as atualmente exploradas, com características próprias para o processamento e para o consumo in natura e que reunisse, também, predicados de resistência ao transporte e maior conservação após a colheita, em função da firmeza da polpa.

Em função dessa ação de pesquisa e do apoio governamental para a retomada do desenvolvimento da fruticultura no Sul do País, a cadeia produtiva do pêssego foi beneficiada, especialmente o elo da produção primária, a partir das cultivares de duplo propósito, como a cultivar Maciel, propiciando aos produtores direcionar a produção para o mercado que melhor os remunere. As indústrias foram beneficiadas pela qualidade superior da fruta, o que representa redução nos custos operacionais de processamento. O meio ambiente passou a receber

uma carga menor de agroquímicos, visto que a cultivar Maciel pelas características de resistência à doenças e pragas, requer menos tratamentos fitossanitários, comparada as cultivares convencionais. O consumidor também foi beneficiado com pêssegos de polpa amarela, firme, com o teor de açúcar mais acentuado em relação as cultivares direcionadas exclusivamente ao processamento, além de mais atrativos aos olhos, face a película que tende a cor vermelha, de forma arredondada sem o característico ápice comum das cultivares similares.

A cultivar “Maciel” está presente na região brasileira de clima temperado e em vários micro-climas com características naturais semelhantes ao Sul do País. Como a cultivar difere-se de grande parte das cultivares em produção, pela baixa necessidade de acúmulo de frio hibernal, tem estado presente fora dos limites naturais do Sul do País, sendo produzida no sul de São Paulo e sul de Minas Gerais.

Obtenção da tecnologia

O marco inicial dessa tecnologia ocorreu em 1979, durante o desenvolvimento do Programa de Melhoramento Genético da Instituição, a partir da identificação de uma seleção promissora, com as características desejadas (RASEIRA; NAKASU, 1998). Essa ação teve o envolvimento direto de uma pesquisadora Ph.D, auxiliada por cinco empregados, mestres rurais, nas dependências da Embrapa Clima Temperado. No processo de avaliação foram envolvidos cerca de cinco produtores-parceiros, que implantaram a “seleção” nas suas propriedades para a validação. Cumpridas essas etapas com resultados positivos, lançou-se, em 1995, a cultivar “Maciel”. A participação da Embrapa na geração e lançamento da tecnologia foi de 90%, cabendo aos produtores 10% da responsabilidade no lançamento.

Por tratar-se de fruta de polpa consistente, quando comparada às cultivares típicas de consumo in natura, a cultivar Maciel alcança um período três vezes superior na gôndola do mercado e suporta melhor o transporte nas difíceis estradas rurais.

Contextualização da tecnologia no agronegócio

A cultura do pessegueiro quando produzida exclusivamente para o processamento industrial tem propiciado, ao longo da existência, uma parceria

entre produtor e indústria com reflexos positivos e negativos. O aspecto positivo para os produtores é a certeza de colocação do seu produto numa das indústrias que constituem o complexo agroindustrial da região, que se encarrega do transporte da fruta desde a propriedade até o local do processamento. A vantagem dos industriais é negociar a compra da fruta próxima da colheita, acenando com um preço indicativo, sujeito a alteração no decorrer da safra, em função do comportamento do mercado. O aspecto negativo para os produtores, que arcam com todos os riscos de ordem natural (chuvas, vendavais, variação de temperatura, etc), doenças e pragas, é ter que aceitar o preço definido pelos industriais por não ter outra alternativa de mercado para a colocação da fruta. O elo beneficiado tem sido o mercado de conservas e doces derivados do pêssego (lojas de alimentos, supermercados, etc.) que, sem risco de produção, apenas custos de armazenamento alcançam os maiores ganhos.

Identificação dos impactos

A taxa interna de retorno de 44% para a produção de pêssego cultivar Maciel, no sistema explorado pelos produtores da região sul do Rio Grande do Sul, é considerada atrativa, visto que é superior às taxas de juros no mercado financeiro e demais ativos bancários disponíveis no mercado.

Os indicadores de resultado ambiental também favorecem a exploração com a cultivar Maciel, pela menor utilização de insumos químicos quando comparada com as cultivares dominantes. Com isso os recursos naturais como solo, mananciais de água, ar, animais e principalmente a saúde do agricultor, empregados e familiares que atuam no campo ficam preservados.

Avaliação dos impactos econômicos

Estimativa dos benefícios econômicos

Seugundo Madail (1998) tradicionalmente, 99% dos produtores de pêssegos para o processamento mantêm vínculo com as indústrias, com as quais firmam acordo informal de entrega do produto antes da colheita. Essa prática tem se alterado desde o surgimento das cultivares de duplo propósito. Como o mercado in natura para esse tipo de pêssego está limitado ao gosto dos consumidores

que começam a demonstrar boa aceitação, os produtores mantêm a entrega de parte da produção às indústrias (estimada em 80%) direcionando o restante da produção dessa espécie ao mercado in natura.

Essa iniciativa tem permitido aos produtores um acréscimo de 60% na renda, considerando a diferença média dos preços recebidos pela indústria R\$ 0,50/kg e o preço do mercado in natura R\$ 2,00/kg, na safra 2001-2002, mantendo essa diferença ao longo dos últimos cinco anos.

Os principais agentes da produção, pesquisa, extensão, industrialização e mercado de pêssegos destinados ao processamento estimam que, dos 13 mil hectares explorados em 2003 na região de clima temperado, 20% ocorre com a cultivar Maciel, ou seja, 2,6 mil hectares (LIP et al., 2002). Com uma produtividade média, ao redor de 6 t/ha, a produção total alcançou 15,6 mil toneladas. Caso a produção total fosse direcionada à indústria, que pagou nas últimas cinco safras, ao redor de, R\$ 0,50 por quilograma, alcançaria um valor R\$ 7.800.000,00. Entretanto como os produtores venderam 80% da produção para a indústria (12.480 t), significa um montante de R\$ 6.240.000,00. Os restantes 20% têm sido direcionados para o mercado in natura (3.120 t) a um preço médio de R\$ 2,00 por quilograma, resultando em R\$ 6.240.000,00. O total alcançado com a venda para os dois mercados foi de R\$12.480.000,00.

A tecnologia foi desenvolvida nos campos experimentais e laboratórios da Embrapa Clima Temperado (90%) e validada nas propriedades particulares de produtores parceiros da Embrapa Clima Temperado (10%). Em termos de benefícios ou ganhos unitários de renda por agregação de valor, em 1998 houve um benefício econômico de R\$ 243.000,00 por hectare. Projetou-se os ganhos até o ano de 2008 (Tabela 1).

A área explorada com a cultivar "Maciel" tem crescido a uma taxa de cerca de 25%, nos 8 anos de lançamento, em razão das características superiores, em relação às cultivares convencionais em produção. Estima-se que o crescimento da área de pomar com a cultivar Maciel se mantenha em função da preferência dos produtores por cultivares de duplo propósito, especialmente pela cultivar Maciel, manifestada na procura por mudas dessa espécie nos estabelecimentos produtores da região, o que refletirá positivamente na renda dos produtores e na preservação dos recursos naturais (PÊSSEGO..., 2000).

Tabela 1. Benefícios da cultivar “Maciel”.

Ano	Unidade de medida (Um)	Renda com produto sem agregação (R\$/Um) (A)	Renda com produto com agregação (R\$/Um) (B)	Renda adicional obtida ⁽¹⁾ (R\$) C = (B-A)	Participação da Embrapa (%) (D)	Ganho líquido Embrapa (R\$/Um) E = (CxD)/100	Área de adoção/Um (F)	Benefício econômico (R\$) G = (ExF)
1998	ha	3.000	4.800	1.800	90	1.620	150	243.000
1999		3.000	4.800	1.800	90	1.620	200	324.000
2000		3.000	4.800	1.800	90	1.620	800	1.296.000
2001		3.000	4.800	1.800	90	1.620	1.600	2.592.000
2002		3.000	4.800	1.800	90	1.620	2.100	3.402.000
2003		3.000	4.800	1.800	90	1.620	2.600	4.212.000
2004		3.000	4.800	1.800	90	1.620	3.100	5.022.000
2005		3.000	4.800	1.800	90	1.620	3.600	5.832.000
2006		3.000	4.800	1.800	90	1.620	4.100	6.642.000
2007		3.000	4.800	1.800	90	1.620	4.600	7.452.000
2008		3.000	4.800	1.800	90	1.620	5.100	8.262.000

⁽¹⁾Fonte: Dados da pesquisa.

Custos da Tecnologia

Os itens considerados para o cálculo do custo da tecnologia foram: a soma de treze salários anuais de uma pesquisadora Ph.D que, em dezembro de 2002, foi de R\$ 5.159,10 e de quatro empregados de apoio, com salários de R\$ 1.342,83, R\$ 1.062,79, R\$ 1.342,83 e R\$ 986,87, com 1/10 de participação direta na atividade; insumos (2/1000 do custo da aplicação de nutrientes, fungicidas e inseticidas) e serviços (aplicação dos insumos, cruzamentos, enxertias, etc.); instalações (1/1000 do custo da instalação de telado e casa de vegetação) e serviços de divulgação, (custo da elaboração de folders e dias de campo). Não foram considerados os custos na etapa de validação, realizada pelos produtores-parceiros. Nos anos de 1996 e 1997, período de implantação dos primeiros pomares, foram computados os custos de orientação aos produtores, na implantação dos pomares conforme Madail et al. (2002).

A cultivar Maciel é parte do programa de melhoramento genético do pessegueiro que tem vários objetivos. Foi-lhe atribuída uma parcela do custo do programa que representa o que foi despendido de forma direta para alcançar o objetivo final de criação de uma cultivar de duplo propósito.

A Tabela 2 apresenta a parcela do custo anual da mão-de-obra utilizada na geração da tecnologia, bem como dos demais itens; insumos, instalações, administração e divulgação, variando em função da correção dos valores a partir dos preços de dezembro de 2002.

Foram considerados os valores (preços) de dezembro de 2002 como base para o cálculo de correção de valores, utilizando-se, para isto, o IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas.

Como, em geral, esse tipo de pesquisa tem somado, em média, 10 anos para alcançar o resultado desejado, a geração final da cultivar Maciel demandou 17 anos até o seu lançamento. Com isso acumularam-se custos anuais durante 17 anos, sem computar benefícios. Estes iniciaram a partir de 1998 e foram computados 11 anos. A partir das safras 2003-2004, projetou-se acréscimos das áreas até a safra 2007-2008, em função da preferência dos produtores por cultivares de duplo propósito, especialmente a cultivar Maciel, e pela demanda por mudas desta.

Avaliação Benefício/Custo

A taxa interna de retorno alcançada por essa tecnologia até a safra 2007-2008 foi de 35%. O valor presente líquido foi de R\$ 2.150,24 mil e a relação benefício-custo de 49/1, considerando um fluxo de caixa com 19 anos de custos e 11 de benefícios e uma taxa de desconto de 12% a.a., Tabela 3.

Tabela 3. Fluxo de benefícios e custos da tecnologia.

Anos	Fluxo de benefícios	Fluxo de custos	Fluxo de benefícios líquidos
1979	-	1.456	(1.456)
1980	-	1.530	(1.530)
1981	-	1.418	(1.418)
1982	-	1.451	(1.451)
1983	-	1.773	(1.773)
1984	-	1.789	(1.789)
1985	-	1.847	(1.847)
1986	-	1.256	(1.256)
1987	-	1.995	(1.995)
1988	-	2.893	(2.893)
1989	-	3.832	(3.832)
1990	-	2.128	(2.128)
1991	-	2.395	(2.395)
1992	-	2.764	(2.764)
1993	-	3.397	(3.397)
1994	-	1.678	(1.678)
1995	-	1.150	(1.150)
1996	-	200	(200)
1997	-	150	(150)
1998	243.000	-	243.000
1999	324.000	-	324.000
2000	1.296.000	-	1.296.000
2001	2.592.000	-	2.592.000
2002	3.402.000	-	3.402.000
2003	4.212.000	-	4.212.000
2004	5.022.000	-	5.022.000
2005	5.832.000	-	5.832.000
2006	6.642.000	-	6.642.000
2007	7.452.000	-	7.452.000
2008	8.262.000	-	8.262.000
Taxa interna de retorno (TIR)			44%
Valor presente líquido (VPL) (em mil reais)			R\$ 2.182
Relação benefício/custo (RB/C)			166/1

Valores corrigidos pelo IGP-DI, preços de dezembro de 2002.
Taxa de desconto de 12%.

Avaliação dos impactos ambientais

Alcance da tecnologia

A tecnologia está ao alcance dos fruticultores, independente do estrato (familiar ou empresarial) que se dedica a essa atividade com fins comerciais, em toda a região de clima temperado do Brasil ou no exterior; podendo ser produzida, em função das suas características, em regiões que apresentam microclimas com menor acúmulo de frio hibernal.

Nos últimos anos, o Brasil tem experimentado um significativo crescimento da atividade frutícola, por várias razões, entre elas a contribuição da pesquisa e do apoio governamental.

As espécies frutícolas de clima temperado, especialmente o pêssego, têm apresentado uma ótima demanda no mercado interno e externo, o que tem despertado o interesse dos produtores tradicionais no incremento das suas produções (PÊSSEGO..., 2003). Da mesma forma, o ingresso de produtores de novas regiões têm manifestado o interesse na mudança da matriz produtiva, buscando opções mais rentáveis que agreguem valor, gerem empregos no campo e nas cidades para ambos os sexos e preservem os recursos naturais, predados encontrados na cultivar Maciel.

Eficiência tecnológica

A tecnologia estudada, cultivar de pêssego Maciel, além de proporcionar acréscimo da renda dos produtores, contribui para a redução da dependência do uso de agroquímicos, energia, recursos naturais, beneficiando a qualidade da atmosfera e da água (Tabela 4).

Com relação aos agroquímicos (inseticidas e fungicidas), enquanto são realizadas pelos produtores, em média, 12 aplicações, a cultivar Maciel requer em torno de 9,6, ou seja, 20% menos produtos químicos, o que representa menos 2.400 aplicações, considerando a área explorada em 2003 com a cultivar.

O coeficiente de impacto no uso de agroquímicos, na produção da cultivar Maciel, calculado pelo Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária (Ambitec) foi de 3,5, o que representa uma significativa redução, em comparação à exigência das cultivares convencionais.

Tabela 4. Planilha de resultado da avaliação de impacto ambiental – indicadores de impacto ambiental.

Indicadores de impacto ambiental	Peso do indicador	Coefficientes de impacto
Uso de agroquímicos	0,125	3,5
Uso de energia	0,125	1,5
Uso de recursos naturais	0,125	1
Atmosfera	0,125	3
Capacidade produtiva do solo	0,125	0
Água	0,125	3,75
Biodiversidade	0,125	0
Recuperação ambiental	0,125	-4
Averiguação da ponderação	Índice de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária	1,09
1		

Com relação ao uso de energia, o manejo da cultivar Maciel requer menos uso de óleo combustível, gasolina e diesel, face a redução no número de tratamentos fitossanitários. O coeficiente de impacto 1,5, significa moderada preservação dos recursos fósseis.

Por se tratar de cultivar mais resistente a pragas, doenças e suportar estiagens, em relação às cultivares convencionais, contribui para a redução do uso de água, seja para a irrigação ou na composição das misturas dos agroquímicos. O coeficiente de impacto 1 significa moderada preservação do recurso natural água. A maior utilização do solo significa expansão da produção de pêssegos com a cultivar Maciel.

Conservação ambiental

Os efeitos da tecnologia cultivar Maciel na conservação ambiental é positiva (Tabela 4).

No que se refere à emissão de poluentes na atmosfera, a tecnologia tem contribuído para a redução do material particulado/fumaça, visto que menos tratamentos fitossanitários significa menor uso das máquinas e tratores, pródigos na emissão de fumaças, odores e ruídos. O coeficiente de impacto 3 significa efeito positivo desse componente.

A tecnologia cultivar Maciel não promoveu efeito na capacidade produtiva do solo, quando comparada às cultivares convencionais.

O recurso natural água tem sido beneficiado, visto que o menor número de tratamentos com produtos químicos contribui para a manutenção dos mananciais, dispensando o uso de parte das reservas e da costumeira prática de lavagem dos equipamentos de pulverização. O coeficiente de impacto 3,75 significa um grande efeito positivo na preservação do recurso na sua forma natural. (Tabela 4).

Na questão da biodiversidade, a ação da tecnologia não registra alterações.

Recuperação ambiental

A tecnologia cultivar Maciel tem contribuído para a recuperação ambiental, pelo menor requerimento de agroquímicos, o que degrada menos o solo, a água, o ar e, com isso, as áreas de preservação permanente e as reservas legais, reduzindo o risco de contaminação dos próprios agricultores. O coeficiente de impacto -4 significa que a tecnologia tem contribuído para uma significativa redução dos danos ao ambiente (Tabela 4).

Índice de impacto ambiental

O índice de impacto ambiental da inovação tecnológica cultivar Maciel foi de 1,09, o que significa, numa escala de -15 a 15, uma moderada contribuição à preservação do ambiente natural (Tabela 4).

Conclusão

A cultivar de pêssego com duplo propósito representa uma demanda dos fruticultores que produzem pêssegos exclusivamente para o processamento industrial.

A histórica negociação para a definição de preços a serem pagos aos agricultores, no decorrer das safras, registra desgastes para ambas categorias, principalmente para os agricultores que arcam com o ônus dos riscos naturais durante o ciclo produtivo e os riscos financeiros pelo elevado custos dos insumos. No final, resta-lhes entregar a fruta pelo preço estabelecido pela indústria, que se baseia no volume de produção ofertado e na demanda de mercado para os produtos processados a partir do pêssego.

Os indicadores de resultado econômico e ambiental da tecnologia estudada são positivos. Na questão econômica, a adoção da tecnologia mostrou-se rentável, quando comparada a investimentos semelhantes, seja no segmento agrícola ou em investimentos financeiros. Na questão ambiental, o índice de impacto proporcionado pela cultivar de 1,09, numa escala de -15 a 15, significa uma contribuição à preservação do meio ambiente, dos animais e, principalmente, da vida humana com menor grau de riscos. Ao associar os retornos econômicos com os efeitos ambientais positivos, além da possibilidade de optar por dois tipos de mercado (processamento e in natura), ambos com ótima aceitação pelos consumidores, fica facilitada aos produtores a tarefa da escolha da cultivar de pêssego ideal para o seu negócio. A própria pesquisa, respondendo a essa demanda, intensifica estudo sobre o lançamento de novas cultivares semelhantes com as características de duplo propósito.

Referências

- LIP, J. I. da R.; FERRI, V. C.; MARTINELLO, M. D. (Ed.). **Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS; Ascar, 2002. 80 p. (Realidade rural, 28).
- MADAIL, J. C. M. Economia da produção. In: MEDEIROS, C. A.; RASEIRA, M. C. B. **A cultura do pessegueiro**. Brasília: Embrapa-SPI; Pelotas: Embrapa-CPACT, 1998. p. 340-350.
- MADAIL, J. C. M. ; REICHERT, L. J.; DOSSA, D. **Análise de rentabilidade dos sistemas empresarial e familiar de produção de pêssego no sul do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 43 p. (Documento, 86).
- PÊSSEGO. In: AGRIANUAL: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: Argos Comunicação; FNP, 2003. p. 446-450.
- PÊSSEGO (*Prunus persica*). In: BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Mapeamento da fruticultura brasileira**. Brasília, 2000. p. 99-101
- RASEIRA, M. do C.; NAKASU, B. H. Cultivares: descrição e recomendação. In: MEDEIROS, C. A B.; RASEIRA, M. do C. (Ed.). **A cultura do pessegueiro**. Brasília: Embrapa-SPI; Pelotas: Embrapa-CPACT, 1998. p. 29-97.

Minifábrica de Processamento de Castanha-de-Caju

Pedro Felizardo Adeodato de Paula Pessoa

Adriano Lincoln Albuquerque Mattos

Morsyleide de Freitas Rosa

Maria Cléa Brito de Figueiredo

Francisco Fábio de Assis Paiva

Introdução

A cultura do caju é encontrada em quase todo o território brasileiro, mas é na Região Nordeste, principalmente nos estados do Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Maranhão e Bahia, que se concentra quase a totalidade da produção nacional, ocupando 670 mil hectares, que representam 99% da área com cajueiro no Brasil (LEITE; PAULA PESSOA, 2004).

Apesar de apresentar amplas possibilidades de gerar benefícios econômicos e sociais, podem ser obtidos mais de vinte e quatro derivados. O agronegócio caju está alicerçado basicamente na produção de castanha e exportação de amêndoas de castanha-de-caju (ACC). Estima-se que somente a produção e processamento da castanha-de-caju empregam 35.700 pessoas no campo e 20.000 pessoas na indústria (PAULA PESSOA et al., 1995). Com relação as exportações de ACC, em 2003 foram geradas divisas da ordem de US\$ 144 milhões, o que confere ao agronegócio caju um lugar de destaque no ranking das exportações do Nordeste e o primeiro do Estado do Ceará (LEITE; PAULA PESSOA, 2004).

Entretanto, a cadeia produtiva da amêndoa de castanha-de-caju (ACC) brasileira, a partir da metade da década de 1980, vem apresentando sinais evidentes de perda de desempenho. No triênio 1993–1995, a Índia e o Brasil foram responsáveis, respectivamente, por 67% e 27% das exportações mundiais, ou seja, juntos participaram com 94% do total comercializado de ACC no mercado mundial (LEITE; PAULA PESSOA, 1994). Estatísticas mais recentes apontam que, no ano de 2002, a Índia, o Brasil e o Vietnã participaram com 51%, 26%

e 12%, respectivamente, das exportações mundiais de ACC (PAULA PESSOA, 2004). Portanto a participação do Brasil nas exportações mundiais de ACC foi reduzida em 55%. Acredita-se que essa perda de participação foi determinada, principalmente, por problemas internos, dado que nesse mesmo período o mercado importador ampliou significativamente as suas compras de amêndoas.

Com relação aos problemas internos, o baixo rendimento de amêndoas inteiras no processamento das castanhas destaca-se como um dos principais obstáculos a uma maior competitividade da cadeia produtiva.

Com relação à distribuição da renda gerada pela cadeia produtiva, 8% é apropriada pelo segmento agrícola, enquanto 20% e 72% são absorvidos, respectivamente, pelos segmentos indústria e mercado. A iniquidade se manifesta de forma mais preocupante, mediante as margens de rentabilidade de 1,05%, 1,40% e 2,08% auferidas pelos segmentos agrícola, indústria e mercado, respectivamente (PAULA PESSOA; LEITE, 1998).

Obtenção da tecnologia

Para contribuir na solução desses problemas, a Embrapa Agroindústria Tropical, em 1994, resolveu coordenar esforços envolvendo diversos agentes do agronegócio caju, visando o aprimoramento e desenvolvimento de uma linha de equipamentos para o processamento de castanha-de-caju em pequena escala.

Essa parceria com a iniciativa privada teve como resultado o desenvolvimento de uma linha de equipamentos, que constitui a tecnologia utilizada pelas minifábricas de processamento de castanha de caju.

Contextualização da tecnologia no agronegócio

O atual estado da arte da indústria de processamento de castanha-de-caju no Brasil é caracterizado por dois segmentos: um automatizado (indústria tradicional), formado por 23 fábricas com capacidade de processar cerca de 90% da produção brasileira; e um outro, formado por 150 minifábricas semi-automáticas, com corte manual e capacidade de processar 20 mil toneladas por ano.

O principal objetivo do processamento da castanha é a obtenção de amêndoas inteiras, totalmente despelculadas, de cor branco-marfim, sem manchas, uma

vez que todos esses atributos de qualidade são decisivos na cotação de preços internacionais (PIMENTEL, 1982). Outro atributo importante do sistema de classificação é o tamanho das amêndoas (PAIVA et al., 2000).

Apesar de a indústria tradicional processadora de castanha-de-caju ter sido instalada no Brasil nas décadas de 1970 e 1980, são praticamente inexistentes os avanços com o desenvolvimento de novas máquinas e equipamentos compatíveis com a evolução tecnológica da indústria de alimentos (PAIVA; LEITE, 1998). A autoclavagem é feita no próprio óleo de sua casca, e o corte da castanha é mecanizado. Essas etapas (autoclavagem e corte) do processo de produção constituem os principais gargalos tecnológicos. Com o corte mecanizado são obtidos elevados índices de amêndoas quebradas, enquanto a autoclavagem adotada favorece a ocorrência de amêndoas manchadas, devido a própria impregnação do líquido da casca da castanha (LCC). Nessas condições, a indústria processadora de castanha-de-caju no Brasil obtém somente 55% de amêndoas inteiras, enquanto a Índia, que é historicamente o maior competidor brasileiro, consegue 85%. É importante destacar que a diferença de preço entre amêndoas inteiras e amêndoas quebradas indica que o mercado importador percebe a integridade das amêndoas como o principal atributo de qualidade, pois uma amêndoa inteira chega a ter o dobro do valor de uma amêndoa quebrada (PAULA PESSOA et al., 1995).

Identificação dos impactos

O processo utilizado pela indústria tradicional aparenta ter uma elevada produtividade, em virtude do corte das castanhas ser automatizado. Entretanto, a baixa qualidade, expressa pelo grande índice de amêndoas quebradas, que somados a não conformidade dos atributos exigidos pelo mercado com relação ao sabor, cor e aroma, determina uma baixa agregação de valor e um resultado final pouco competitivo (PAULA PESSOA et al., 1995).

Com um índice de 85% de amêndoas inteiras e produzindo em conformidade com os atributos de sabor, cor e aroma, exigidos pelo mercado, as minifábricas processadoras de castanha-de-caju representam um importante avanço tecnológico, que poderão incrementar significativamente a competitividade da cadeia produtiva da amêndoa de castanha-de-caju brasileira. Ademais, são empreendimentos de baixo investimento, que poderão reduzir a concentração industrial e aumentar de forma significativa a renda líquida do produtor de castanha-de-caju e a oferta de emprego no campo.

Atraídos por essas vantagens, já estão em funcionamento no Nordeste 150 minifábricas. Com relação a sua abrangência, pode-se observar, a seguir, a sua presença em quase todos os estados do Nordeste e em uma grande quantidade de municípios.

- Ceará: Barreira, Redenção, Ocara, Icapuí, Pacajus, Beberibe, Baturité, Horizonte.
- Bahia: Santo Estevam, Boa Vista, R. Amparo, Nova Açore, Itapicuru, Ribeira do Pombal, Banzaé, Paulo Afonso, Sítio do Quinto.
- Maranhão: Barreirinha, Araguañã, Castanheira, Barra do Corda, São Luís, Humberto de Campos, São João Batista.
- Pernambuco: Santa Terezinha.
- Piauí: Altos, Lagoa do Sítio, Inhuma, Oeiras, Dom Expedito Lopes, Jaicós, Santo Antônio de Lisboa, Pio IX .
- Rio Grande do Norte: Serra do mel, Severiano Melo, Coronel Ezequiel, Tenente Laurentino Cruz, Passagem, João Câmara e Lagoa da Pedra.

Nas minifábricas de processamento de castanha-de-caju, o corte é manual e o cozimento da castanha é feito em vapor saturado. Com isso, são obtidos elevados índices de amêndoas inteiras (em torno de 85%) e são preservados os atributos de qualidade relacionados ao sabor, cor e aroma.

O reconhecimento do trabalho da equipe da Embrapa Agroindústria Tropical e dos parceiros veio graças ao prêmio *Rural Tech* – Mostra Internacional de Tecnologias para o Agronegócio em Londrina – Paraná em 1999. E da classificação entre as tecnologias finalistas do prêmio Tecnologia Social da Fundação Banco do Brasil em 2001.

Avaliação dos impactos econômicos

Estimativa dos benefícios econômicos

A adoção da tecnologia tem permitido a centenas de famílias uma agregação de valor à própria produção de castanha, liberando-as dos atravessadores que pagam quantias aquém do valor real pela matéria-prima. Também estimulou a

geração de empregos na zona rural, elevou a auto-estima dos pequenos agricultores e confirmou o compromisso da Embrapa Agroindústria Tropical em viabilizar soluções tecnológicas para o desenvolvimento do agronegócio na região.

Os maiores beneficiários da tecnologia são, dessa forma, pequenos produtores de castanha-de-caju organizados em associações, cooperativas, sindicatos rurais, etc., tendo como base o trabalho comunitário assistido por órgãos governamentais de crédito, pesquisa e assistência técnica para obtenção de produto de qualidade com alta agregação de valor proporcionando a geração de emprego e aumento da renda familiar no campo.

A renda líquida auferida com a produção de uma tonelada de castanha-de-caju, sem nenhum processamento, foi estimada em R\$ 423,00, enquanto a receita líquida obtida com o processamento de uma tonelada de castanha-de-caju em minifábrica foi de R\$ 1.077,00 (Tabela 1). Nessas condições, o processamento da castanha-de-caju em minifábrica promove uma agregação de valor de 155%, o que representa um incremento de R\$ 654,00 de renda líquida em cada tonelada de castanha-de-caju processada.

Estima-se que a Embrapa participou com 50% dos investimentos e custos com o desenvolvimento da minifábrica de processamento de castanha-de-caju.

Na Tabela 1, são estimados os benefícios econômicos gerados pela Embrapa nos anos de 1997 a 2004 e são também projetados até 2013 os benefícios econômicos que serão gerados pela Embrapa.

Custos da tecnologia

Com base em dados levantados junto aos pesquisadores e técnicos da Embrapa Agroindústria Tropical, responsáveis pelo Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia (D&T), foram estimados os custos de D&T da tecnologia denominada de minifábrica de processamento de castanha-de-caju. Dados auxiliares coletados junto ao Setor de Recursos Humanos (SRH) e Setor de Orçamento e Finanças (SOF) também foram utilizados no cálculo dos custos.

Tabela 1. Ganhos de renda por agregação de valor.

Ano	Unidade de medida (um)	Renda com produto sem agregação (R\$/um) (A)	Renda com produto com agregação (B)	Renda com produto com agregação (R\$/um) (B)	Renda adicional obtida (R\$/um) (C = B - A)	Participação Embrapa (%) (D)	Ganho líquido Embrapa (R\$/um) (E = C x D)/100	Área de expansão (um) (F)	Benefício econômico (R\$) (G = E x F)
1997		423,00	1.077,00	1.077,00	654,00	50	327,00	1.000	327.000,00
1998		423,00	1.077,00	1.077,00	654,00	50	327,00	2.000	654.000,00
1999		423,00	1.077,00	1.077,00	654,00	50	327,00	5.000	1.635.000,00
2000		423,00	1.077,00	1.077,00	654,00	50	327,00	8.000	2.616.000,00
2001		423,00	1.077,00	1.077,00	654,00	50	327,00	10.000	3.270.000,00
2002		423,00	1.077,00	1.077,00	654,00	50	327,00	12.000	3.924.000,00
2003		423,00	1.077,00	1.077,00	654,00	50	327,00	14.000	4.578.000,00
2004		423,00	1.077,00	1.077,00	654,00	50	327,00	15.000	4.905.000,00
2005	t	423,00	1.077,00	1.077,00	654,00	50	327,00	17.000	5.559.000,00
2006		423,00	1.077,00	1.077,00	654,00	50	327,00	18.700	6.114.900,00
2007		423,00	1.077,00	1.077,00	654,00	50	327,00	20.400	6.670.800,00
2008		423,00	1.077,00	1.077,00	654,00	50	327,00	22.100	7.226.700,00
2009		423,00	1.077,00	1.077,00	654,00	50	327,00	23.800	7.782.600,00
2010		423,00	1.077,00	1.077,00	654,00	50	327,00	25.500	8.338.500,00
2011		423,00	1.077,00	1.077,00	654,00	50	327,00	27.200	8.894.400,00
2012		423,00	1.077,00	1.077,00	654,00	50	327,00	28.900	9.450.300,00
2013		423,00	1.077,00	1.077,00	654,00	50	327,00	30.600	10.006.200,00

Fonte: Dados da pesquisa.

O método utilizado para o cálculo dos custos de D&T segue a orientação de Masters et al. (1996). Segundo o autor, pode-se obter uma estimativa dos custos a partir da ponderação dos custos totais da instituição geradora da tecnologia segundo o número de pesquisadores envolvidos e o tempo dedicado por eles no projeto.

A Tabela 2 contém os custos estimados do D&T de minifábrica de processamento de castanha-de-caju. Os custos estão subdivididos em gastos com pesquisadores, pessoal de apoio, custeio e depreciação.

- Pesquisadores: inclui despesas com o pagamento de salários dos pesquisadores e encargos sociais proporcionais ao tempo dedicado ao projeto.
- Pessoal de apoio: inclui as despesas com salários e encargos sociais, relativos aos empregados, exclusive pesquisadores, ponderadas pela relação entre tempo dedicado pelos pesquisadores ao projeto/tempo total disponível.

Tabela 2. Custo do desenvolvimento e transferência (1994-2013) da tecnologia: minifábrica de processamento de castanha-de-caju (valores reais de dezembro de 2002).

Ano	Pesquisadores (R\$)	Pessoal apoio (R\$)	Custeio (R\$)	Depreciação (R\$)	Custo total (R\$)
1994	100.000,00	61.290,32	43.091,95	649,57	205.031,84
1995	100.000,00	61.290,32	55.995,98	5.193,73	222.480,03
1996	100.000,00	61.290,32	44.288,91	5.971,79	211.551,02
1997	100.000,00	61.290,32	45.909,44	7.866,78	215.066,55
1998	100.000,00	61.290,32	58.498,87	7.004,25	226.793,45
1999	100.000,00	61.290,32	40.161,43	8.626,34	210.078,09
2000	100.000,00	61.290,32	38.324,30	8.178,89	207.793,52
2001	100.000,00	61.290,32	37.732,63	8.758,82	207.781,77
2002	100.000,00	61.290,32	40.004,54	11.180,55	212.475,41
2003	130.000,00	79.677,42	52.005,90	14.843,96	276.527,27
2004	130.000,00	79.677,42	52.005,90	15.153,20	276.836,52
2005	130.000,00	79.677,42	52.005,90	15.462,45	277.145,76
2006	130.000,00	79.677,42	52.005,90	15.771,69	277.455,01
2007	130.000,00	79.677,42	52.005,90	16.080,94	277.764,26
2008	130.000,00	79.677,42	52.005,90	16.390,18	278.073,50
2009	130.000,00	79.677,42	52.005,90	16.699,43	278.382,75
2010	130.000,00	79.677,42	52.005,90	17.008,68	278.691,99
2011	130.000,00	79.677,42	52.005,90	17.317,92	279.001,24
2012	130.000,00	79.677,42	52.005,90	17.627,17	279.310,48
2013	130.000,00	79.677,42	52.005,90	17.936,41	279.619,73

Fonte: Dados da pesquisa.

- **Custeio:** inclui as despesas de manutenção da unidade, insumos das pesquisas, material de escritório, publicações, energia elétrica, telefone, etc., ponderadas pela relação entre tempo dedicado pelos pesquisadores ao projeto/tempo total disponível.
- **Depreciação:** inclui a depreciação para 25 anos dos investimentos em infraestrutura feitos pela Unidade no período de 1994 a 2002 e da projeção de investimentos até o final do prazo de análise. Os valores utilizados são resultados da ponderação da depreciação total pela relação entre tempo dedicado pelos pesquisadores ao projeto/tempo total disponível.

O período de análise foi limitado de acordo com a estimativa da obsolescência da tecnologia que, segundo pesquisadores e técnicos da área, deve ocorrer ao final do próximo decênio.

A análise da estrutura de custos revela a importância dos gastos com pessoal. Pesquisadores e pessoal de apoio respondem em conjunto por mais de 70% dos custos de D&T (Tabela 2).

Avaliação custo benefício

Os cálculos da taxa interna de retorno (TIR), do valor presente líquido (VPL) e da relação benefício/custo (RB/C) foram feitos com base no fluxo líquido de benefícios gerados pelas minifábricas de processamento de castanha-de-caju (Tabela 3). Os valores obtidos da TIR igual a 76%, do VPL igual a R\$ 17.767,03 e da RB/C igual a 11/1 confirmam o grande alcance dessa tecnologia na geração de benefícios econômicos.

Avaliação dos impactos ambientais

Alcance da tecnologia

A abrangência da tecnologia é definida como o número total de estabelecimentos potencialmente beneficiados pela tecnologia, enquanto a influência é definida como a porcentagem desses estabelecimentos aos quais a tecnologia se aplica. Nesse caso, a abrangência da tecnologia pode ser compreendida como o total de amêndoa de castanha-de-caju produzido no País e a influência desse total, utilizando-se os módulos múltiplos (ou minifábricas). Considerando especificamente a produção nos últimos anos, teríamos a seguinte avaliação:

Tabela 3. Fluxo líquido dos benefícios econômicos das minifábricas de processamento de castanha-de-caju (1994–2013).

Ano	Custo total (R\$)	Benefícios econômicos (R\$)	Fluxo líquido dos benefícios econômicos (R\$)
1994	205.031,84	-	(205.031,84)
1995	222.480,03	-	(222.480,03)
1996	211.551,02	-	(211.551,02)
1997	215.066,55	327.000,00	111.933,45
1998	226.793,45	654.000,00	427.206,55
1999	210.078,09	1.635.000,00	1.424.921,91
2000	207.793,52	2.616.000,00	2.408.206,48
2001	207.781,77	3.270.000,00	3.062.218,23
2002	212.475,41	3.924.000,00	3.711.524,59
2003	276.527,27	4.578.000,00	4.301.472,73
2004	276.836,52	4.905.000,00	4.628.163,48
2005	277.145,76	5.559.000,00	5.281.854,24
2006	277.455,01	6.114.900,00	5.837.444,99
2007	277.764,26	6.670.800,00	6.393.035,74
2008	278.073,50	7.226.700,00	6.948.626,50
2009	278.382,75	7.782.600,00	7.504.217,25
2010	278.691,99	8.338.500,00	8.059.808,01
2011	279.001,24	8.894.400,00	8.615.398,76
2012	279.310,48	9.450.300,00	9.170.989,52
2013	279.619,73	10.006.200,00	9.726.580,27
Taxa interna de retorno (TIR)			76%
Valor presente líquido (VPL)			R\$ 17.767
Relação benefício/custo (RB/C)			11/1

Fonte: Tabelas 1 e 2.

Abrangência – A indústria processadora de castanha-de-caju no Brasil apresentou, nos últimos anos, uma produção média anual de 27 mil toneladas de amêndoa, ou o correspondente a 135 mil toneladas de castanha-de-caju.

Influência – Estima-se que as 150 minifábricas implantadas no Nordeste do Brasil tenham capacidade de processar cerca de 24 mil toneladas de castanha-de-caju por ano. Entretanto, essas unidades processaram no ano de 2002 apenas 12 mil toneladas/ano, resultando em uma capacidade ociosa de 50%. Supondo que as minifábricas fossem capazes de processar de acordo com sua capacidade nominal, a tecnologia teria potencial de alcançar 17,7% da produção nacional de castanha-de-caju. Entretanto, essa influência se restringe atualmente a cerca de 9%.

Eficiência tecnológica

É importante destacar que as minifábricas foram concebidas num formato que congrega associações e famílias de produtores rurais sem a pretensão de substituir a grande indústria processadora de castanha-de-caju.

A nova tecnologia apresenta um reduzido consumo de matéria-prima, reduzido consumo de eletricidade e de água de processamento, portanto há uma grande diminuição (-3) no uso desses recursos produtivos. Considerando que a nova tecnologia apresenta elevados índices de amêndoas inteiras (85%), o indicador matéria-prima apresentou grande diminuição (-3), uma vez que há necessidade de menor quantidade inicial de matéria-prima para se produzir o mesmo número de amêndoas inteiras (produto final). O consumo de eletricidade é baixo, portanto houve uma grande redução (-3), principalmente em função dos sistemas de classificação e corte serem manuais. Foi ampliado o consumo de gás liquefeito de petróleo (GLP), usado no cozedor, nas estufas e nas fritadeiras. São necessários 26 kg gás para processar 550 kg de castanha e produzir cinco caixas de amêndoa (113kg). Entretanto, o modelo de minifábricas não envolve o uso de caldeiras, eliminando portanto o consumo de óleo combustível. Assim, foi considerado que não houve alteração (0) no indicador "óleo combustível/gás". O consumo reduzido (-3) de água é devido a não existência da etapa de umidificação da castanha. Dessa forma, foi considerado que a tecnologia proposta trouxe uma grande diminuição nesses componentes. Em todos os demais componentes desses indicadores de eficiência tecnológica tem-se a condição de não aplicação (sem efeito).

Todos os coeficientes de impacto ambiental foram positivos e relativamente elevados com destaque para a redução do uso do recurso natural água para processamento (7,5), uso de energia (4,5) através da redução no uso de eletricidade, além da diminuição no uso de matéria-prima (3).

Conservação ambiental

A tecnologia das minifábricas, por não fazer uso de caldeiras, apresenta vantagens no indicador ambiental atmosfera (principalmente por causa da não emissão de gases e material particulado) e pela diminuição de ruído (decorrente do processo de corte ser manual). Assim, foi considerado que houve uma grande diminuição (-3) em todos esses componentes na pontuação da planilha. Além

desses impactos, pode-se observar também o impacto sobre o solo resultante da disposição final dos resíduos de cascas.

Cabe destacar que nas minifábricas, em razão do não uso de caldeiras, não existe a prática de uso da casca da castanha como combustível. As cascas geradas no processamento das minifábricas não seguem uma rotina de coleta adequada e são, na sua maioria, dispostas de forma inadequada no solo, observando-se um grande aumento (3) na geração de resíduos sólidos descartáveis. O líquido presente na casca da castanha (LCC) é um componente que contém compostos fenólicos de alto potencial poluidor. A disposição inadequada provoca impactos no solo e, dependendo das características do solo e relevo da região, escoamento e lixiviação para as águas superficiais e subterrâneas.

Com relação à variável de qualidade da água, como a tecnologia de módulos múltiplos não utiliza muita água, a geração de efluentes é pequena, diminuindo fortemente (-3) os indicadores de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), turbidez e materiais flutuantes.

Os coeficientes estimados de impacto ambiental são positivos destacando-se aqueles relacionados a redução de poluentes na atmosfera (15) e as variáveis que melhoram a qualidade da água (11,25). Há uma piora sensível com o aumento na geração de resíduos sólidos descartáveis (-4,5).

Qualidade do produto

Em qualidade do produto, avaliam-se as alterações provocadas pela tecnologia segundo o conceito de segurança alimentar (*food safety*), particularmente nos aspectos nutricionais e de saúde (alterações em virtude da presença de aditivos, resíduos químicos e contaminantes biológicos).

Com respeito ao indicador “contaminantes biológicos”, o que se observa é que a grande manipulação existente nas tecnologias de módulos múltiplos aumenta o risco de contaminação microbiana, entretanto, como a amêndoa de caju é um produto que além da baixa atividade de água é obtido a partir de processos que utilizam altas temperaturas, observa-se ausência dessa contaminação. Portanto, foi considerado valor zero para o indicador “contaminantes biológicos”. Com respeito aos resíduos químicos, enquanto na tecnologia de módulos múltiplos há

cozimento da castanha em autoclaves em vapor saturado, nos demais processos, há o cozimento em LCC. É de se esperar que a incorporação de compostos fenólicos residuais, provenientes do LCC, se dê mais intensamente neste último. A presença desses compostos afeta negativamente atributos sensoriais de sabor, cor e aroma do produto final. Portanto, foi considerado que houve uma pequena diminuição (-1), em escala de ocorrência pontual, nesse indicador para a tecnologia de módulos múltiplos. O coeficiente de impacto ambiental estimado é pequeno, porém positivo (0,35).

Índice de impacto ambiental

Com base nos resultados obtidos, foi constatado que a tecnologia de módulos múltiplos apresenta significativos benefícios ambientais, principalmente no que diz respeito a aspectos de eficiência tecnológica (uso de insumos materiais, uso de energia e uso de recursos naturais) e conservação ambiental (atmosfera e água).

Foi observado dentre outros que:

- O aumento no percentual de integridade da amêndoa permite a redução no consumo de matéria-prima.
- Há uma grande diminuição no uso de energia elétrica.
- O não uso de caldeiras promove ganhos no indicador atmosfera, em virtude da não emissão de gases e material particulado, além de diminuir o consumo de óleo combustível.
- O processo manual contribui para a redução do ruído.
- Há um reduzido consumo de água nas etapas do processo, conseqüentemente diminuindo os impactos relacionados a geração de efluentes.

Cabe destacar que, com relação ao aspecto de conservação ambiental, principalmente o indicador “geração de resíduos sólidos”, merece atenção especial, pois a disposição inadequada das cascas provoca impactos no solo e, dependendo das características do solo e relevo da região, escoamento e lixiviação para as águas superficiais e subterrâneas.

A Tabela 4 apresenta os principais indicadores que vão compor o índice de impacto ambiental dos Módulos Múltiplos de Processamento de Castanha-de-

Tabela 4. Indicadores de impacto ambiental, pesos, coeficientes de impactos e índice de impacto ambiental dos módulos múltiplos de processamento de castanha-de-caju.

Indicadores de impacto ambiental	Peso do indicador	Coeficientes de impacto
Uso de insumos materiais	0,15	3
Uso de energia	0,15	4,5
Uso de recursos naturais	0,15	7,5
Atmosfera	0,15	15
Geração de resíduos sólidos	0,15	-4,5
Água	0,15	11,25
Qualidade do produto	0,1	0,35
Índice de impacto ambiental da inovação tecnológica agroindustrial = 5,55		

Fonte: Dados da pesquisa.

Caju. O Índice de Impacto Ambiental resultante desta inovação tecnológica foi de 5,5 numa escala possível de 15 a +15.

Um fator importante a considerar diz respeito a aspectos relacionados à saúde e a segurança do trabalhador, como por exemplo a questão da lesão por esforço repetitivo (LER), que a tecnologia dos módulos múltiplos vem causando nos operários, especificamente naqueles responsáveis pela etapa de corte da castanha de caju. Outro ponto é a lesão (paroníquia) provocada pelo contato manual com a castanha que expõe excessivamente os operadores ao LCC (líquido da casca da castanha), causando lesões irreversíveis nas mãos. O uso de óleo nas mãos e braços é recomendado para diminuir a ação corrosiva do LCC.

Conclusão

Com base nas avaliações realizadas, pode-se afirmar que as minifábricas já representam um importante avanço, que está promovendo transformações econômicas, sociais e ambientais fundamentais para aumentar a competitividade e a sustentabilidade da cadeia produtiva da amêndoa de castanha-de-caju brasileira.

Nesse estudo, foram identificados os seguintes impactos gerados pelas minifábricas:

- Não utiliza caldeiras, eliminando o consumo de óleo combustível e a emissão de gases e material particulado.
- O líquido presente na casca da castanha é um componente que contém compostos fenólicos de alto potencial poluidor. A disposição inadequada das

casca das castanhas provoca impactos no solo e, dependendo das características do solo e relevo da região, pode ocorrer o escoamento e lixiviação para as águas superficiais e subterrâneas.

- O corte manual das castanhas vem provocando LER nos operários.
- O contato manual com a castanha expõe excessivamente os operários ao LCC, causando lesões (paroníquias) irreversíveis nas mãos.
- Reduzido consumo de eletricidade e de água no processamento.
- Baixo investimento em relação ao grande potencial de geração de empregos.
- Organização coletiva do trabalho associativo, com distribuição proporcional dos ganhos obtidos.
- Maior uso da mão-de-obra em nível local (regiões produtoras de castanha-de-caju).
- Maior foco no mercado, com mudanças tecnológicas e gerenciais que se estendem desde a produção de mudas para o plantio do cajueiro até a distribuição para o mercado consumidor final.
- O processamento da castanha-de-caju promove uma agregação de valor de 155%, que representa um incremento de R\$ 654,00 de renda líquida em cada tonelada de castanha-de-caju processada.
- Redução da iniquidade na distribuição de renda e das margens de rentabilidade de cada segmento da cadeia produtiva.
- Promove a desconcentração industrial e oportuniza emprego e renda nas zonas rurais.
- Grande alcance na geração de benefícios econômicos.

Com relação aos impactos ambientais, o corte manual das castanhas empregado nas minifábricas merece atenção especial. Embora esse tipo de corte seja fundamental na preservação da integridade da amêndoa de castanha-de-caju, como foi mencionado acima, vem provocando LER nos operários; e expõe excessivamente os operários ao LCC causando lesões (paroníquias) irreversíveis nas mãos. São portanto impactos negativos que precisam ser superados.

Referências

LEITE, L. A. de S.; PAULA PESSOA, P. F. A. de. **Cultivo do cajueiro no Nordeste brasileiro**: o agronegócio caju. Trabalho apresentado no 12. Agrinordeste, Olinda, PE, 2004. Disponível em: <<http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/economia/f1tip97.htm>>. Acesso em: 18 nov. 2004.

LEITE, L. A. de S. **A agroindústria do caju no Brasil**: políticas públicas e transformações econômicas. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1994. 195 p.

MASTERS, W. et al. **The economic impact of agricultural research: a practical guide**. West Lafayette, IN: Purdue University, 1996. Disponível em: <<http://www.agecon.purdue.edu/staff/masters/ImpactCD/Manual/EconSurplusManual-English.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2003.

PAIVA, F. F. de A.; LEITE, L. A. de S. Módulo agroindustrial múltiplo de processamento e comercialização de amêndoa de castanha de caju. In: SIMPÓSIO DE AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA AGROINDÚSTRIA TROPICAL, 1998, Fortaleza. **Anais...** Embrapa-CNPAT, 1998. P. 167-174.

PAIVA, F. F. de A.; SILVA NETO, R. M.; PAULA PESSOA, P. F. A de. **Minifábrica de processamento de castanha de caju**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 2000. 22 p. (EMBRAPA-CNPAT. Circular técnica, 7).

PAULA PESSOA, P. F. A. de. **Informações básicas sobre o agronegócio cajú**. Fortaleza: Embrapa agroindústria Tropical, 2004. 22 p.

PAULA PESSOA, P. F. A. de; LEITE, L. A. de S. Cadeia produtiva do caju: subsídios para a pesquisa e desenvolvimento. In: CASTRO, A. M. G.; LIMA, S. M. V.; GOEDWERT, W. J.; FREITAS FILHO, A.; VASCONCELOS, J. R. P. (Ed.). Cadeias produtivas e sistemas naturais: prospecção tecnológica. Brasília: Embrapa-SPI, 1998. p. 275-301.

PAULA PESSOA, P. F. A. de, LEITE, L. A. de S., PIMENTEL, C. R. M. Situação atual e perspectivas da agroindústria do caju. In: ARAÚJO, J.P.P. de, SILVA, V.V. da. (Org.). **Cajucultura**: modernas técnicas de produção. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1995. p. 23-42.

PIMENTEL, C. R. M. Castanha de caju: produção e consumo internacional. Fortaleza: Embrapa-CNPCa, 1982. 18 p.

Produção Integrada de Manga

José Lincoln Pinheiro Araújo

Introdução

Atualmente com o desenvolvimento de novas tecnologias de cultivos, os países exportadores de manga estão ampliando significativamente suas exportações, como é o caso do Equador e do Peru, que no momento são os principais concorrentes da manga brasileira. A tendência dessa nova fase é ocasionar uma redução de sazonalidade de oferta e conseqüente ampliação de competitividade. Nesse contexto, as opções que o Brasil tem para conquistar novos mercados de manga e manter-se neles depende, entre outros fatores, da melhora da qualidade do produto. Tal procedimento envolve desde os atributos mais inerentes ao aspecto físico do fruto como coloração, forma, consistência física, sabor, odor, entre outros, até atributos relacionados com a saúde, como a ausência de resíduos de agrotóxicos, atributo que além de zelar pela sanidade dos consumidores também contribui para reduzir as agressões ao meio ambiente. Com relação ao aspecto de sanidade, é importante citar que a partir desse ano (2003), a União Européia somente importará frutas que provenham de sistemas de produção integrada de frutas.

Obtenção da tecnologia

O sistema de produção integrada de manga corresponde a um monitoramento realizado por meio do diagnóstico ambiental e da rastreabilidade dos itinerários técnicos de toda cadeia produtiva e do pós-colheita da manga. Tal tecnologia proporciona a produção de mangas com alta qualidade e com produtividade, visando atender às exigências do mercado internacional que cada vez está mais

exigente no tocante aos aspectos de sanidade dos produtos. O sistema de produção integrada é constituído por um conjunto de práticas agronômicas selecionadas a partir daquelas disponíveis regionalmente, e que, no conjunto, asseguram a qualidade e produtividade das culturas dentro de uma base de sustentabilidade. O uso de diferentes métodos (biológicos e químicos, dentre outros) são cuidadosamente utilizados levando em conta as exigências dos consumidores, a viabilidade econômica da atividade e a proteção ao meio ambiente.

As vantagens que essa metodologia proporciona em relação a tradicionalmente utilizada são várias, sendo as mais significativas: o aumento no grau da competitividade do produto no mercado internacional, com a oferta de produtos altamente saudáveis; a redução nos custos de produção da exploração em relação ao modelo tradicional; e a melhoria na qualidade ambiental das áreas de produção e seu entorno.

A produção integrada de manga pode ser implementada em qualquer parte do País onde se cultiva essa frutífera, entretanto é altamente necessária onde existe cultivos destinados a exportação como é o caso do Vale do São Francisco, Vale do Parnaíba, Vale do Açu e sudoeste da Bahia.

Em nível de conhecimento, essa metodologia sobre o sistema integrado de produção de manga possibilitou o desenvolvimento de estudos sobre a determinação de grau de infestação de diversas pragas e doenças. Com relação à sociedade, a aplicação dessa metodologia contribuiu para a geração de um produto saudável desde o processo de elaboração até o consumo final, trazendo ganhos para todos os atores da cadeia produtiva, além de criar no produtor rural a convicção de que a convivência harmônica com o meio ambiente é atualmente fator preponderante para a sustentabilidade de sua exploração.

Contextualização da tecnologia no agronegócio

Com a tecnologia da produção integrada em manga, a cadeia produtiva é impactada positivamente em todos os seus elos. Visto que os produtores passam a elaborar produtos que estão atualmente sendo mais demandados nos mais importantes mercados internacionais, que são frutos isentos de resíduos químicos. Já os exportadores garantem a permanência do produto brasileiro no

mercado internacional, uma vez que com o controle desses mercados nas mãos das grandes cadeias de supermercados, cada vez com mais intensidade estão sendo exigidos frutos gerados com tecnologias que não agridam o meio ambiente nem os trabalhadores envolvidos na produção nem tampouco os consumidores. É importante assinalar que a manga vem apresentando as maiores taxas de crescimento entre as frutas exportadas pelo Brasil e a perspectiva é de aumento dessa participação. Atualmente o País já ocupa o segundo posto no ranking dos países exportadores de manga. Em 2002, o País exportou 103.598 t, sendo que a região do Submédio São Francisco respondeu por mais de 95% desse total.

Identificação dos impactos

Os beneficiários diretos da tecnologia são os produtores de manga do País, em especial os localizados nos pólos de produção de manga que destinam parte de sua produção para exportação, como é o caso do Submédio São Francisco, onde se cultiva a manga mais tecnificada do País.

Avaliação de impactos econômicos

Estimativa dos benefícios econômicos

Para a avaliação de impacto econômico dessa tecnologia utiliza-se a fórmula de Redução de Custos, visto que, nesta análise se compara a redução do custo de produção da manga obtido com a utilização do método de cultivo de produção integrada em relação ao custo típico de produção de manga da região alvo do estudo, o Submédio São Francisco, que é o maior pólo de exportação de manga do País. Os custos de produção anterior (sem a metodologia) e atual (com a metodologia) são estimados com base nas informações levantadas junto aos produtores da região do Submédio São Francisco (Tabela 1).

Mesmo considerando que a maior parte das tecnologias que dão corpo a metodologia de sistema integrado de manga para as condições do pólo de produção do Submédio São Francisco foram geradas ou adaptadas, bem como implantadas e acompanhadas pela Embrapa Semi-Árido, nessa análise atribuiu-se a ela uma participação de somente 20% nos resultados obtidos (Tabela 1). O nível de adoção da metodologia de 2001, 2002 e 2003 foi determinada pela equipe de execução do trabalho de monitoramento, sendo que a partir de 2004

Tabela 1. Ganhos de redução de custos regionais.

Ano	Unidade de medida (um)	Custo anterior (R\$/um) (A)	Custo atual (R\$/um) (B)	Economia obtida (R\$/um) (C = (A - B))	Participação Embrapa (%) (D)	Ganhos líquidos Embrapa (R\$/um) E = (C x D)/100	Área de adoção (um) (F)	Benefício econômico (R\$) G = (E x F)
2001	Hectare	7.585,00	7.205,75	379,25	20	75,85	3171	240.520
2002		7.972,00	7.573,40	398,60	20	79,72	3719	296.479
2003		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	4462	355.711
2004		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	4908	391.266
2005		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	5399	430.408
2006		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	5938	473.377
2007		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	6531	520.651
2008		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	7184	572.708
2009		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	7902	629.947
2010		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	8692	692.926
2011		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	9561	762.203
2012		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	10517	838.415
2013		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	11568	922.201
2014		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	12724	1.014.357
2015		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	13996	1.115.761
2016		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	15395	1.227.289
2007		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	16934	1.349.978
2018		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	18627	1.484.944
2019		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	20489	1.633.383
2020		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	22537	1.796.650
2021		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	24790	1.976.259
2022		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	27269	2.173.885
2023		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	29995	2.391.201
2024		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	32994	2.630.282
2025		7.972,00	7.573,40	398,6	20	79,72	36293	2.893.278

Obs: Projeções de nível de adoção feitas considerando-se incrementos de 10% ao ano no nível de adoção da tecnologia para o período 2003-2025.

até 2025 estima-se uma taxa de aumento no nível de adoção da ordem de 10% ao ano (Tabela 1). É interessante argumentar que essa projeção é bastante conservadora considerando que a partir de 2004 os grandes mercados internacionais de frutas, como a União Européia e os Estados Unidos somente permitirão a entrada em seus mercados de produtos cultivados sob a forma de produção integrada, ou metodologia similar. Isso porque os consumidores de tais mercados estão cada vez mais exigentes tanto no tocante aos aspectos salutaros dos produtos como no tocante aos níveis de danos que seu processo de fabricação causa ao meio ambiente.

A utilização nesse estudo do hectare como unidade de medida está fundamentada no fato de tratar-se de uma metodologia de sistema de produção. Nessa situação, a economia rural sempre utiliza tal medida, seja em estudos sobre determinação de custos de produção seja em pesquisa sobre identificação de

itinerários técnicos. Por exemplo, todos os custeios e investimentos para fruticultura financiados pelas redes de bancos oficiais utilizam o hectare como unidade de medida.

O impacto econômico aqui analisado – a redução dos custos de produção – está relacionado, principalmente, com a redução no uso de pesticidas (fungicida, inseticida e herbicida), de fertilizante, de água e de diesel. Entretanto, é importante assinalar que além dos ganhos unitários de redução de custos descrito acima, também existem outros importantes impactos econômicos decorrentes da introdução da produção integrada no cultivo da manga, tais como: permitir que o produto tenha uma maior penetração no mercado internacional, que cada vez com mais intensidade está exigindo qualidade; agregar valor ao produto, visto que, como os frutos são mais saudáveis e isentos de resíduos tóxicos, alcançam conseqüentemente melhores preços no mercado do que o produto tradicional.

Custos da tecnologia

A geração, a adaptação e o lançamento da metodologia do sistema de produção integrada de manga na região do Submédio São Francisco ocorreram no ano de 2000, sendo a primeira adoção observada no ano de 2001. A Tabela 2 apresenta uma estimativa dos gastos da Embrapa na geração e transferência dessa metodologia.

Tabela 2. Planilha de custos para avaliação de impactos econômicos.

Custos	2000	2001	2002	2003	2004
Custos de trabalho (proporcional ao tempo dedicado à pesquisa em questão)	101.255,07	102.400,94	96.828,20	96.828,20	96.828,20
Ph.D.	101.255,07	102.400,94	96.828,20	96.828,20	96.828,20
Custo de operação		109.618,28	84.513,57	82.479,52	84.513,57
Insumos		3.947,71	10.578,51	10.578,51	10.578,51
Combustível e energia		13.929,32	2.034,05	2.034,05	2.034,05
Outros		91.741,25	71.901,01	71.901,01	71.901,01
Custo de capital (depreciação e custo de oportunidade)	20.000	21.159,98	23.579,80	23.579,80	23.579,80
Máquinas e equipamentos		21.159,98	23.579,80	23.579,80	23.579,80
Custo de extensão		10.572,00	20.000,00	20.000,00	20.000,00
Custos administrativos	25.761,06	25.006,30	19.591,85	19.591,85	19.591,85
Total	147.016,13	268.757,50	244.513,42	242.479,37	244.513,42
Custos (cont...)		2005 a 2025			
Custos de Extensão		15.000,00			
Custos Administrativos		2.547			
Total		17.546,94			

Os custos com trabalho, que contemplam somente o pessoal do quadro, envolveu cinco pesquisadores, todos com título de doutorado. O tempo de dedicação ao projeto foi respectivamente de 40% para o pesquisador responsável e 15% para os quatro restantes.

Os custos operacionais anuais estão distribuídos em três segmentos, um que abrange os gastos com insumos, divididos em material de escritório (papel, cartucho, canetas, classificadores, CD, disquetes) e de campo e laboratório (fertilizantes e agroquímicos, etc). Outros gastos incluem despesas com combustíveis e energia, que aqui são consideráveis, pois são acompanhadas continuamente inúmeras áreas de cultivos. E finalmente um segmento que absorve os demais custos operacionais como honorário de bolsista, locação de veículos, entre outros.

Os custos de capital referem-se basicamente aos custos de depreciação e manutenção das máquinas e equipamentos (computadores, impressoras, máquinas fotográficas, GPS e 3 estações meteorológicas).

Os custos de extensão dizem respeito à publicação de materiais informativos sobre a tecnologia, bem como a eventos realizados. Enquanto os custos administrativos abrangem setores de apoio da Unidade, os quais colaboraram na execução do projeto e, conseqüentemente, na geração da tecnologia. Entre esses setores destacam-se os setores de Compras, de Patrimônio, Financeiro e de Transportes. Para estimar os custos administrativos, o custeio da Unidade (com exceção dos gastos com pessoal e capital) foi dividido pelo esforço total de pesquisa da Embrapa Semi-Árido (número de pesquisadores) e pela participação do tempo do pesquisador no desenvolvimento e transferência da tecnologia.

Todos os custos referentes aos anos de 2000 até 2002 estão corrigidos pelo IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas (FGV). Já para os anos de 2003 e 2004 foram colocados todos os gastos contemplados em 2002. A partir do ano de 2005 até 2025 são computados somente os custos de extensão e administrativos.

Avaliação custo benefício

Tabela 3. Análise benefício/custo.

Anos	Benefícios	Custos	Benefícios líquidos
2000	-	147.016	-147.016
2001	240.520	268.758	-28.238
2002	296.478	244.513	51.965
2003	355.710	242.479	113.231
2004	391.265	244.513	146.752
2005	430.408	17.547	412.861
2006	473.377	17.547	455.830
2007	520.651	17.547	503.104
2008	572.708	17.547	555.161
2009	629.947	17.547	612.400
2010	692.926	17.547	675.379
2011	762.203	17.547	744.656
2012	838.415	17.547	820.868
2013	922.201	17.547	904.654
2014	1.014.357	17.547	996.810
2015	1.115.761	17.547	1.098.214
2016	1.227.289	17.547	1.209.742
2017	1.349.978	17.547	1.332.431
2018	1.484.944	17.547	1.467.397
2019	1.633.383	17.547	1.615.836
2020	1.796.650	17.547	1.779.103
2021	1.976.259	17.547	1.958.712
2022	2.173.885	17.547	2.156.338
2023	2.391.201	17.547	2.373.654
2024	2.630.282	17.547	2.612.735
2025	2.893.278	17.547	2.875.731
Taxa interna de retorno			65%
Valor presente líquido (em mil reais)			3.808,26
Relação benefício/custo			5,29/1

Avaliação dos impactos ambientais

Alcance da tecnologia

A área total de produção de manga no Brasil está em torno de 67,5 mil hectares, com enfoque especial no Vale do São Francisco, que está com mais de 25 mil hectares em produção, sendo o principal pólo de exportação da fruta no País.

Eficiência tecnológica

A eficiência tecnológica está baseada em indicadores criados a partir do uso de agroquímicos, uso de energia e uso de recursos naturais.

Considerando o indicador “uso de agroquímicos”, a metodologia apresenta uma significativa diminuição da frequência (-3), visto que a média de aplicação de agroquímicos no cultivo convencional é de 12, enquanto no cultivo de produção integrada a média de aplicação cai para 6,2. Com relação à variedade de ingrediente ativo também ocorre uma considerável diminuição (-3), visto que, no cultivo de produção integrada de manga somente são utilizados produtos registrados no Ministério da Agricultura. A toxidade também apresenta um significativo grau de redução (-3) no cultivo de produção integrada de manga em comparação com o cultivo tradicional (inseticida é da ordem de 43%, fungicida da ordem de 60,7% e herbicida da ordem de 80%). Já no caso dos fertilizantes e corretivos, ao se comparar os dois tipos de cultivos, observa-se que o sistema de produção integrada registra uma moderada redução (-1) nos itens analisados devido à exigência da análise de solo. Esse comportamento gera um coeficiente de impacto final no indicador de agroquímicos de 12 (Tabela 4).

No tocante ao indicador uso de energia, ao se comparar a metodologia analisada com a tradicionalmente utilizada, constata-se que ocorre uma significativa redução no uso de diesel (-3), devido à redução da frequência de aplicação dos agroquímicos, visto que, a forma de aplicação dos pesticidas é motorizada e há uma moderada redução no uso da eletricidade (-1) já que através da produção integrada somente se aciona o sistema de irrigação quando a plantação realmente necessita de água. Dessa forma, ocorre, conseqüentemente, uma redução no

Tabela 4. Indicadores de impacto, pesos, coeficientes de impactos e índice de impacto ambiental da produção integrada de manga.

Indicadores de impacto ambiental	Peso do indicador	Coeficientes de impacto
Uso de agroquímicos	0,125	12,0
Uso de energia	0,125	3,0
Uso de recursos naturais	0,125	6,0
Atmosfera	0,125	3,0
Capacidade produtiva do solo	0,125	7,5
Água	0,125	0,0
Biodiversidade	0,125	0,0
Recuperação ambiental	0,125	3,2
Índice de impacto ambiental	-	4,34

consumo de energia que alimenta o referido sistema. O impacto ambiental resultante para esse indicador é 3 (Tabela 4).

Quanto ao uso de recursos naturais, a metodologia em análise apresenta também impacto ambiental positivo, tendo em vista que, como a aplicação da água somente é feita de acordo com a demanda da cultura, ocorre uma moderada redução (-1) no seu uso quando se compara com a metodologia tradicional de exploração da manga. Para se identificar tal demanda utiliza-se de instrumentos como tanque classe A e de dados de estações meteorológicas. Com relação a água para processamento, ocorre uma considerável redução (-3), uma vez que, com a diminuição na frequência de aplicação de agroquímicos, conseqüentemente, se reduz o volume de água que é usada na mistura dos mesmos. Já a área de solo para plantio não apresenta diferença nos dois sistemas. Dessa maneira a metodologia da produção integrada apresenta um impacto ambiental positivo nesse indicador na ordem de 6 (Tabela 4).

Conservação ambiental

A contribuição da metodologia para a atmosfera é bastante positiva quando comparada com a tradicional, inclusive, em nível de entorno, com relação a odores (-3), devido a grande redução dos agroquímicos e a ruídos (-3) provocada pela considerável diminuição no uso dos tratores. Os outros dois itens que compõem o indicador não se aplicam nesse estudo. O impacto final do indicador "atmosfera" é 3.

A capacidade produtiva do solo também é impactada de forma positiva, visto que, para o cultivo da manga através da produção integrada, são realizadas práticas conservacionistas, como cobertura morta nas entrelinhas para manter a biodiversidade de espécie vegetal. Isso provoca uma redução moderada no processo de erosão e de perda de nutrientes (-1) e uma considerável redução na perda da matéria orgânica. A metodologia de cultivo apreciada também provoca uma moderada redução na compactação do solo quando comparada à metodologia típica, devido a uma menor utilização das horas de tratores. Com esse comportamento, esse indicador apresenta um coeficiente de impacto ambiental muito positivo de 7,5 (Tabela 4).

Quanto à conservação da água no tocante aos itens turbidez e sedimentos e assoreamento, não ocorre diferença entre a metodologia de cultivo de manga pelo método de produção integrada e a tradicional. Os outros dois itens que

compõem o indicador conservação de água não se aplicam nesse estudo. Tal indicador registra portanto um impacto 0 (Tabela 4).

No tocante à conservação da biodiversidade, os itens perda de vegetação nativa e perda de corredores de fauna podem não apresentar diferença entre as duas metodologias. Já o item perda de espécies e variedades caboclas não se aplica na presente análise. Portanto nesse caso também o impacto ambiental é 0 (Tabela 4).

Recuperação ambiental

A metodologia contribui para recuperação de solos (1) por meio da disponibilidade de adubo orgânico (cobertura morta) nas áreas de cultivo e para recuperação dos ecossistemas em nível de entorno com o aumento da população de animais, inclusive os inimigos naturais das pragas (3).

Índice de impacto ambiental

O índice de impacto ambiental da nova metodologia de produção integrada aplicada ao cultivo da manga é muito positivo, alcançando 4,34 no sistema Ambitec Agro. Essa metodologia não registra nenhum impacto negativo ao meio ambiente quando comparada a tradicionalmente utilizada pelos produtores. Indubitavelmente, a grande redução no uso de agrotóxicos corresponde ao impacto ambiental mais significativo, vindo em seguida a conservação da capacidade produtiva do solo e o uso dos recursos naturais. O grande reflexo da atuação positiva do conjunto desses impactos é a recuperação do ecossistema detectado nessa análise.

Conclusão

Os resultados do estudo de avaliação de impactos econômicos e ambientais revelou que a metodologia da produção integrada da manga, implantada pelas Embrapa nos pólos de fruticultura da Região Nordeste, impacta positivamente toda a cadeia de produção e abastecimento dessa fruta, com expressivos ganhos socioeconômicos e ambientais em toda sua área de abrangência.

A utilização do manejo da produção integrada no cultivo da manga permite, de um lado, que os produtores obtenham frutas com a qualidade demandada pelo mercado, situação que propicia uma maior lucratividade na unidade produtiva, e, de outro, que a sociedade seja atendida em sua demanda crescente sobre o criterioso uso dos recursos humanos e ambientais nos processos produtivos. Os benefícios mais marcantes advindos da tecnologia em análise são: garantia de espaço no competitivo mercado internacional de produtos hortifrutícolas, ampliação das divisas do País, maior ingresso financeiro nas unidades de produção, beneficiamento e comercialização da manga, maior geração de emprego e rendas nos pólos de produção, melhor condição de trabalho para os operários rurais, conscientização por parte do segmento dos produtores da necessidade de uma criteriosa utilização dos recursos naturais e fornecimentos de alimentos puros e saudáveis aos consumidores.

Cenoura 'Brasília'

Nirlene Junqueira Vilela

Adriana Marlene Moreno Pires

Introdução

O cultivo da cenoura no Brasil, antes do lançamento da cultivar Brasília era muito problemático. Praticamente inviável em determinadas épocas e regiões do País, a cultura era implantada em pequenas áreas, nos meses de abril e maio, por poucos produtores. As sementes eram importadas, muito caras e as produtividades obtidas eram baixas. Produções razoáveis poderiam ser obtidas com utilização excessiva de agrotóxicos necessários para o controle da doença da queima-das-folhas, causada por *Alternaria dauci*. A maior parte desses defensivos era importada com elevado preço. Isso sobrecarregava os custos de produção, tornando rígida a oferta do produto. Os preços de mercado eram elevados de tal forma que, apenas os segmentos da população situados nos extratos de alta renda podiam comprar cenoura que chegava ao mercado nos meses de julho e agosto (época da colheita). Depois dessa época, ocasionalmente, poderiam ser encontrados pequenos estoques importados, com preços excessivamente elevados.

Os problemas de oferta de cenoura no Brasil e a dependência de cultivares e sementes importadas foram as principais preocupações que canalizaram esforços da pesquisa para desenvolver uma cultivar mais produtiva e resistentes à queima-das-folhas, que era a principal restrição à cultura da cenoura no País. Com esse objetivo, a Embrapa Hortaliças iniciou, em 1976, um programa de melhoramento genético em parceria com a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq). Os trabalhos de seleção culminaram, em 1981, com o lançamento da cultivar Brasília.

A cultivar Brasília, associada com novas técnicas de produção, apresentou perfeita adaptabilidade às condições edafoclimáticas do País, difundindo-se

rapidamente em todas as regiões, dado ao excelente nível de resistência à queima-das-folhas. Como efeito da nova tecnologia, o cultivo da cenoura tornou-se possível durante o ano inteiro, em todas as regiões. Adicionalmente, a produção nacional de sementes de cenoura, que antes era totalmente importada, tornou-se possível. Adicionalmente, esses fatores geraram, como principal consequência socioeconômica, a regularização da oferta de cenoura durante o ano inteiro, tornando o produto disponível e presente na dieta alimentar de todas as camadas da população.

Obtenção da tecnologia

'Brasília' é uma cultivar de polinização aberta, selecionada a partir de uma população 'Nacional' (CNPH-cen I), coletada pelos pesquisadores da Embrapa Hortaliças, em 1976, no município de Rio Grande, RS. O método de seleção utilizado na obtenção da nova cultivar foi o da seleção recorrente, baseada no desempenho de progênies de meio-irmãos, tendo sido completados quatro ciclos de seleção antes do seu lançamento.

'Brasília' apresenta folhagem vigorosa, com coloração verde-escura e porte-médio de 25 a 35 cm de altura. As raízes são de cor laranja-clara, com dimensões médias que variam de 15 a 20 cm de comprimento por 2 a 3 cm de diâmetro. O ciclo da semeadura à colheita é de 85 a 100 dias. Apresenta boa resistência ao complexo patogênico fungibacteriológico (*Alternaria dauci*, *Cercospora caustae* e *Xanthomonas carotae*) com ótima adaptação em todas as regiões brasileiras.

A principal vantagem relativa é a resistência ao calor e à queima-das-folhas, sendo esta a principal restrição fitotécnica ao cultivo da cenoura no Brasil. Além disso, essa cultivar apresenta tolerância aos nematóides e ao pendoamento.

'Brasília' é recomendada para semeadura durante os meses de outubro a maio, nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste; e de dezembro a abril, nas regiões Sudeste e Sul do Brasil.

Cultivada durante o ano inteiro, no Brasil, a cenoura Brasília é adotada nas áreas produtoras do Sudeste (80%), no Sul (79%) e no Centro Oeste (95%). As três últimas regiões representam 76,3% da área total do País.

Nas regiões Norte e Nordeste, a cenoura 'Brasília' é adotada (100%) em todas as áreas produtoras. Essas duas regiões participam com 0,7% e 23,6%, respectivamente, no total da área brasileira de cenoura.

No Sul do País estão localizados os campos de produção de sementes, onde a cenoura 'Brasília' vem suprindo 80% do mercado de sementes.

Estima-se que o impacto da tecnologia em referência ao conhecimento tem sido significativo. Além das publicações conforme bibliografia, incluindo artigos técnico-científicos, periódicos e anais de congressos, foram apresentadas em palestras em seminários, simpósios e congressos nacionais e internacionais e universidades. Foram feitos diversos atendimentos pelo sistema atendimento ao cliente (SAC) e de comutação bibliográfica e enviados artigos às bibliotecas nacionais e internacionais. Diversos eventos, tais como atividades de extensão para técnicos e produtores, estudantes universitários e professores, com visitas às áreas da pesquisa foram promovidos. Além disso, as informações são facilmente acessadas via qualquer site de busca da internet ou diretamente na página da Embrapa Hortaliças: <http://www.cnph.embrapa.br>. Dessa forma, a tecnologia atinge o conhecimento de um amplo público tanto de instituições nacionais como internacionais.

Contextualização da tecnologia no agronegócio

Atualmente, a cenoura 'Brasília' vem sendo cultivada em todas as épocas e em todas as regiões brasileiras. Na safra de 2002 foram colhidas 755,2 mil toneladas de cenoura em uma área de 27,4 mil hectares. São 409,4 mil produtores trabalhando nas lavouras cenouzeiras, sendo a maior parte (40,1%) concentrada nos extratos de menos de 20 ha, o que confere a cultura o caráter de agricultura familiar. Entretanto, a cenoura 'Brasília' é, também, cultivada em sistemas de produção empresarial, uma vez que grande parte (30%) dos produtores está distribuída nos extratos de mais de 100 ha (IBGE, 2002).

A cenoura beneficia os elos da cadeia produtiva tanto a montante como a jusante do setor de produção. À montante, o setor de corretivos e fertilizantes, empresas produtoras de sementes, setor de embalagens, e serviços e a jusante o setor de transportes, as empresas terceirizadas para classificação, beneficiamento e

embalagem, agroindústrias, os setores de distribuição (empresas terceirizadas, mercado atacadista e varejista, setor de refeições coletivas) e traders. No âmbito do segmento de insumos, é importante ressaltar que a cultivar Brasília viabilizou a produção nacional de sementes. Antes, a produção de sementes de cenoura era impossível em qualquer região brasileira. As sementes de cenoura utilizadas nas plantações eram importadas a preços expressivamente elevados. Atualmente, as sementes utilizadas, em maior parte, são produzidas no Brasil. As importações de sementes reduziram-se de um patamar de 96 t, em 1978, para os níveis atuais de 62 t. Vale acrescentar que um expressivo percentual desse total refere-se a sementes de cenoura 'Brasília' produzidas fora do Brasil por empresas multinacionais.

Com relação à geração de empregos, estima-se que 150 mil postos de trabalho são gerados pela cadeia produtiva de cenoura. A exigência de ótima qualidade de produto pelo mercado globalizado impôs a reconversão dos sistemas produtivos que passaram a demandar alta especialização da mão-de-obra na cultura, em todos os elos da cadeia. Na fase de pós-colheita, a cenoura passa por complexas logísticas, com altas especializações de mão-de-obra, destacando-se os serviços terceirizados de seleção, lavagem e classificação, em que é mantido anualmente o emprego de 57 trabalhadores, para operacionalização de 150 t por dia.

Identificação dos impactos

Antes da introdução da tecnologia (1981), a área brasileira de cenoura era de 10.698 ha, com produtividade média de 14,030 kg/ha e produção de 150,09 t. Nessa época, a maior parte da cenoura consumida no Brasil era importada de outros países e o acesso ao produto era limitado aos segmentos sociais de elevado poder aquisitivo.

Atualmente, a maior disponibilidade de cenoura, a preços mais baixos, em consequência de maior oferta do produto, vem beneficiando todos os segmentos da sociedade, com uma dieta mais nutritiva. A introdução da cenoura nos hábitos alimentares da população brasileira, provavelmente, contribuiu para reduzir os índices de desnutrição e algumas doenças de pele e cegueira, em decorrência de maior ingestão de betacaroteno, ou provitamina A nas refeições. Atualmente, observa-se que a cenoura participa como componente alimentar

básico nos cardápios das crianças, via merenda escolar, nas dietas hospitalares, dos trabalhadores e de grande parte da população que se alimenta fora de domicílios, via restaurantes industriais e redes de restaurantes de comida por quilo.

Segundo Vilela et. al. (1997), os impactos da pesquisa de cenoura e, em particular, da transferência inter-regional massiva que se alcançou com a introdução da nova cultivar, confirmam as vantagens da concentração dos esforços da pesquisa para gerar tecnologia de alcance nacional. Na época das águas, a cenoura 'Brasília' proporcionou impactos significativos na produção, expansão de área, redução de custos de produção e na elevação da renda dos produtores na região de Minas Gerais, São Paulo e Paraná. Nessa região observou-se impactos importantes gerados pela cenoura 'Brasília' em termos de incrementos da produtividade (27%) e redução de agrotóxicos (8%).

Na região de Bahia, Pernambuco e Goiás, a nova cultivar possibilitou o cultivo o ano inteiro, com expressivos impactos sobre as variáveis socioeconômicas observadas. Assim, verificaram-se significativos incrementos sobre número de empregos (14%) e na renda líquida dos produtores (72%).

Na Região Centro-Oeste, a introdução da cenoura 'Brasília' contribuiu com grande peso, para o avanço verificado na produção regional de hortaliças. Além disso, a cenoura 'Brasília' rendeu benefícios líquidos para a região de US\$ 12,3 milhões, no período de 1983-1987, representando mais de quatro vezes o custo de funcionamento do Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, em 1987. Adicionalmente, o País economizou US\$ 500 mil de importações de sementes de cenoura, no período considerado (Teixeira et al., 1990).

Avaliação dos impactos econômicos

Estimativa dos benefícios econômicos

Os principais impactos gerados pela adoção da cultivar 'Brasília' estão relacionados ao aumento da produtividade e redução nas aplicações de agrotóxicos. As mudanças nesses parâmetros técnicos afetam variáveis socioeconômicas desencadeando uma série de impactos, tais como: aumento na rentabilidade da cultura,

redução de custos, aumento da renda líquida dos produtores e aumento da renda regional.

Segundo documento publicado pela Cooperativa Agrícola de Cotia (1985), uma caixa (22kg) de cenoura era comprada do produtor por R\$ 14,83 e o custo médio de produção era de R\$ 10.318/ha. A custa de muitas aplicações de agrotóxicos, era possível obter a produtividade de 15,7 mil kg/ha, o que resultava na relação benefício/custo de R\$ 1,02. Atualmente, a produtividade média é de 28 mil kg/ha, o preço médio pago ao produtor por uma caixa de cenoura é de R\$ 10,00 e o custo de produção de cenoura com alto nível tecnológico é de R\$ 4.881, o que resulta na relação benefício/custo de R\$ 3,03 (EMATER, 2003). Observa-se que tanto os custos/ha como os preços caíram consideravelmente. Entretanto, a rentabilidade da cultura elevou-se, significativamente, tornando a atividade lucrativa para os produtores. Assim, não foram somente os produtores beneficiados pela tecnologia, mas toda a sociedade e, principalmente, os consumidores foram beneficiados com elevados excedentes.

Antes do lançamento da cenoura 'Brasília' era impossível produzir qualquer espécie de cenoura nas regiões Norte e Nordeste. Nas demais regiões, era impossível produzir cenoura na época de verão, a nova tecnologia possibilitou o cultivo em qualquer local do País, em todas as épocas. Adicionalmente, associadas a cultivar Brasília, novas técnicas de produção foram lançadas, tais como: novos métodos de manejo cultural, incluindo técnicas mais eficientes de irrigação, e novas fórmulas nutricionais que, também, contribuíram para elevar o potencial da cultivar, resultando em maior eficiência técnica e econômica. Esse fato induziu aumentos gradativos das taxas de adoção, resultando na expansão de áreas para outras regiões. As mudanças no contexto da produção brasileira de cenoura, em decorrência da introdução da cenoura Brasília está apresentada pela evolução da área da produção e da produtividade (Tabela 1).

Observa-se, pela Tabela 1, que antes do lançamento da cultivar Brasília a área brasileira plantada com cenoura era de 10.698 ha. A produtividade de 14 t/ha fornecia a produção de 150 mil toneladas. Iniciando com uma taxa de adoção de 0,4%, a nova tecnologia atingiu a taxa de adoção de 86% em 2002 que representou uma área plantada de 23.563 ha. Os elevados saltos de produtividade verificados na cultura proporcionaram a safra de 750 mil toneladas. Todavia, a entrada de novos materiais no mercado, com características genéticas superiores torna inevitável a redução da taxa de adoção da cenoura Brasília nos

Tabela 1. Produção, área, e produtividade de cenoura no Brasil e taxas de adoção da cenoura 'Brasília', 1980-2015.

Ano	Produção (mil t)	Área mil hectares	Produtividade t/ha	Área de adoção hectares	Taxas de adoção %
1980	150,09	10,698	14,03	2	0
1981	152,96	10,726	14,261	4	0,4
1982	167,02	11,245	14,853	562	5
1983	189,8	11,494	16,513	805	7
1984	239,58	11,667	20,535	1.167	10
1985	245,41	11,960	20,519	1.196	10
1986	251,3	12,285	20,456	2.457	20
1987	254,25	12,500	20,34	2.500	20
1988	254,81	12,694	20,073	3.808	30
1989	312,9	13,120	23,849	3.936	30
1990	290,91	13,549	21,471	4.065	30
1991	334,999	14,690	22,805	6.611	45
1992	370,188	14,850	24,928	8.168	55
1993	375,853	15,190	25,057	9.874	65
1994	377,75	15,280	24,722	11,002	72
1995	386,974	15,340	25,226	11,045	72
1996	402,061	15,500	25,939	11,625	75
1997	407,789	15,600	26,14	11,700	75
1998	423,886	17,080	24,818	13,322	78
1999	493,101	18,300	26,945	14,274	78
2000	690,523	25,850	26,713	20,680	80
2001	750,000	27,700	27,076	22,714	82
2002	755,258	27,399	27,565	23,563	86
2003	750,258	27,300	27,620	22,096	80
2004	747,900	27,000	27,700	21,606	78
2005	756,000	27,000	28,000	16,800	60
2006	769,500	27,000	28,500	17,100	60
2007	774,900	27,000	28,700	14,350	50
2008	783,000	27,000	29,000	14,500	50
2009	788,400	27,000	29,200	11,680	40
2010	796,500	27,000	29,500	11,210	38
2011	801,900	27,000	29,700	10,395	35
2012	810,000	27,000	30,000	9,000	30
2013	810,000	27,000	30,000	7,500	25
2014	810,000	27,000	30,000	6,000	20
2015	810,000	27,000	30,000	6,000	20

anos subseqüentes (2003-2015). Dessa forma, prevê-se que a obsolescência da tecnologia começará a ocorrer no ano 2003 com uma redução de 6% na taxa de adoção. No ano 2015, a previsão é que a taxa de adoção cairá para 20% e os

produtores ainda estarão plantando a cenoura Brasília, em uma área de 6 mil hectares.

O método do Excedente econômico recomendado pela Embrapa (2001) foi utilizado para avaliação dos impactos econômicos da cenoura 'Brasília'.

A avaliação dos impactos econômicos da cenoura 'Brasília' foi realizada levando-se em conta os fluxos de custos das atividades de pesquisa e os fluxos de benefícios anuais da tecnologia, desde o início de instalação dos projetos de pesquisa. Como resultado, obteve-se os ganhos líquidos anuais auferidos pela pesquisa e transferidos para a sociedade pela Embrapa, como forma de pagamento dos recursos sociais alocados nas atividades de pesquisa.

Nos primeiros anos de introdução da nova tecnologia, os produtores incorreram em custos adicionais com especialização da mão-de-obra e adaptação de equipamentos. Mesmo assim, quando comparada com as tecnologias existentes (TE), a cenoura 'Brasília' proporcionou, ao longo do tempo, significativos ganhos de renda (Tabela 2).

Os ganhos unitários foram calculados com base nos diferenciais de produtividade proporcionada pela nova tecnologia e as tecnologias existentes em cada ano, multiplicados pelo preço do produto. Verifica-se que na data de introdução, a nova tecnologia proporcionou ganhos brutos unitários no valor de R\$ 4.326/ha. Esses ganhos apresentaram um crescimento linear até 1993 e tornaram-se constantes até 2001, passando a ser declinantes a partir de 2003, até o final do horizonte de avaliação (2015).

No processo de geração e transferência de tecnologia, outras instituições como a Esalq, as empresas de assistência técnica e extensão rural (Emater), nos estados, e as empresas produtoras de sementes tiveram importante participação nos resultados. Por essa razão, atribuiu-se aos parceiros um crédito correspondente a uma quota de 30% dos benefícios sociais gerados pela cenoura 'Brasília'. Os ganhos líquidos creditados à Embrapa foram calculados de acordo com a quota de benefícios estipulados (70%) como crédito para a Embrapa, a partir da data em que se iniciou o processo de adoção da tecnologia. Dessa forma, os ganhos líquidos da pesquisa começaram a ser creditados à Embrapa em 1981, seguindo-se ao longo do processo de transferência tecnológica. Portanto, observa-se um montante inicial de R\$ 3.028/ha que gerou benefícios econômicos líquidos para

Tabela 2. Ganhos de renda com adoção da cenoura 'Brasília', 1981-2015.

Ano	Rendimento TE kg/ha	Rendimento CB kg/ha	Preços ⁽¹⁾ (R\$)	Custo adicional R\$/ha	Ganho unitário R\$/ha	Participação Embrapa (%)	Benefícios da pesquisa (R\$)	Área de adoção (ha)	Benefícios econômicos (R\$)
1981	20.000	30.000	0,45	173,72	4326,28	70	3028	2	6.480
1982	20.000	30.000	0,45	215	4285,00	70	3000	4	13.087
1983	20.000	30.000	0,45	200	4300,00	70	3010	562	1.692.373
1984	20.000	30.000	0,45	200	4300,00	70	3010	805	2.421.786
1985	20.000	30.000	0,45	178	4322,00	70	3025	1167	3.529.734
1986	20.000	30.000	0,45	178	4322,00	70	3025	1196	3.618.378
1987	20.000	30.000	0,45	170	4330,00	70	3031	2457	7.447.167
1988	20.000	30.000	0,45	122	4378,00	70	3065	2500	7.661.500
1989	20.000	30.000	0,45	89	4411,00	70	3088	3808	11.758.579
1990	20.000	30.000	0,45	85	4415,00	70	3091	3936	12.164.208
1991	20.000	30.000	0,45	70	4430,00	70	3101	4065	12.604.635
1992	20.000	30.000	0,45	20	4480,00	70	3136	6611	20.730.528
1993	20.000	30.000	0,45	0	4500,00	70	3150	8168	25.727.625
1994	20.000	30.000	0,45	0	4500,00	70	3150	9874	31.101.525
1995	20.000	30.000	0,45	0	4500,00	70	3150	11002	34.655.040
1996	20.000	30.000	0,45	0	4500,00	70	3150	11045	34.791.120
1997	20.000	30.000	0,45	0	4500,00	70	3150	11625	36.618.750
1998	20.000	30.000	0,45	0	4500,00	70	3150	11700	36.855.000
1999	20.000	30.000	0,45	0	4500,00	70	3150	13322	41.965.560
2000	20.000	30.000	0,45	0	4500,00	70	3150	14274	44.963.100
2001	20.000	30.000	0,45	0	4500,00	70	3150	20680	65.142.000
2002	22.000	30.000	0,45	0	3600,00	70	2520	22714	57.239.280
2003	23.000	30.000	0,45	0	3150,00	70	2205	23563	51.956.724
2004	24.000	30.000	0,45	0	2700,00	70	1890	22096	41.761.440
2005	25.000	30.000	0,45	0	2250,00	70	1575	21606	34.029.450
2006	26.000	30.000	0,45	0	1800,00	70	1260	16800	21.168.000
2007	26.000	30.000	0,45	0	1800,00	70	1260	17100	21.546.000
2008	27.000	30.000	0,45	0	1350,00	70	945	14350	13.560.750
2009	28.000	30.000	0,45	0	900,00	70	630	14500	9.135.000
2010	28.000	30.000	0,45	0	900,00	70	630	11680	7.358.400
2011	28.000	30.000	0,45	0	900,00	70	630	11210	7.062.300
2012	28.000	30.000	0,45	0	900,00	70	630	10395	6.548.850
2013	28.000	30.000	0,45	0	900,00	70	630	9000	5.670.000
2014	28.000	30.000	0,45	0	900,00	70	630	7500	4.725.000
2015	28.000	30.000	0,45	0	900,00	70	630	6000	3.780.000

⁽¹⁾ Preço médio pago ao produtor em 31/12/2002.

Abreviaturas: TE= Tecnologia existente; CB= Cenoura 'Brasília'.

a sociedade de R\$ 6.480. Em 2003, o valor dos benefícios econômicos gerados pela Embrapa Hortaliças e transferido para a sociedade atingiu mais de R\$ 51,956 milhões. Os benefícios econômicos foram avaliados, levando-se em conta o período 1976-2015, multiplicando-se a área de adoção em cada ano pelo ganho líquido unitário creditado à Embrapa (Tabela 2).

Custos da tecnologia

Em 1981, foram encerrados os processos de geração e validação da tecnologia, ficando a cargo de outras instituições os gastos com transferência para os produtores. Dessa forma, os custos incorridos pela Embrapa com as atividades de pesquisa fluíram de 1976, com a implantação do projeto, até 1981, período de lançamento da tecnologia.

As informações sobre os custos da pesquisa, incluindo pessoal, equipamentos e despesas de custeio, com base nas atividades relacionadas à geração, validação e difusão da tecnologia foram fornecidos pelo setor de Orçamento e Finanças e setor de Recursos Humanos da Embrapa Hortaliças.

Como custos da pesquisa foram computados os salários, férias, 13º salário, anuênios e os encargos sociais de dois pesquisadores da área de melhoramento, levando-se em conta o percentual de tempo empregado nos trabalhos de pesquisa que geraram a tecnologia.

Na composição dos custos foram incluídas as despesas com a estrutura para instalação dos experimentos, desde o início do processo de geração da tecnologia.

Nos custos dos experimentos, incluiu-se o custo de produção de cenoura (1,0 ha), incluindo corretivos, fertilizantes, agrotóxicos, energia, serviços, embalagem e transporte de 1976 a 1981.

Como outros componentes de custos da pesquisa foram consideradas as despesas com visitas técnicas, palestras, publicações, instalações de unidades de observação e outras ações de transferências de tecnologia. Nesse item os gastos das instituições parceiras não foram incluídos. Em 1981, ainda foram incluídos os gastos da pesquisa decorrentes de publicações, dias de campo e outras ações de transferência de tecnologias e assessoramentos na utilização da tecnologia.

Os custos administrativos totais da unidade, água, energia, telefone, combustível, manutenção de máquinas, manutenção de laboratórios e demais instalações, como também todos os gastos do setor de difusão e transferência de tecnologia, foram rateados entre os projetos da Unidade, levando-se em conta os respectivos orçamentos em cada ano (Tabela 3).

Tabela 3. Custos com geração, validação e transferência da tecnologia cenoura 'Brasília' 1976–1981 (em R\$)⁽¹⁾.

Ano	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Depreciações + reposições	2.818	2.389	2.850	2.940	2.980	2.980
1 Unidades de validação	785	1.320	1.450	3.800	4.137	12.780
Visitas técnicas	1.390	1.180	1.230	1.640	1.820	2.800
Publicações	0	0	0	0	0	5.800
Custo de produção	6.093	5.483	4.935	4.935	4.935	4.935
Equipe técnica	27.813	20.860	20.860	21.083	21.550	21.133
Custos administrativos	103.314	104.347	105.391	107.499	110.939	114.489
Total	142.213	135.580	136.716	141.897	146.361	164.917

⁽¹⁾Valores atualizados com base em dezembro de 2002.

Outras máquinas e equipamentos (tratores, arados, grade niveladora, pulverizador, etc.) de uso comum a outras atividades agrícolas tiveram suas depreciações debitadas ao fluxo de custos pelo respectivo percentual de utilização nos experimentos de cenoura (Tabela 4).

Tabela 4. Equipamentos de uso comum a outras atividades utilizados parcialmente nos experimentos para geração da cenoura 'Brasília'⁽¹⁾.

Máquinas e equipamentos	Valor de aquisição	Valor residual	Vida útil	Coefficiente de utilização	Custo do capital
Trator Ford 5030 (80)	32.000	9.500	8	0,1	281
Arado	3.700	1.200	8	0,1	31
Grade	8.000	780	8	0,1	90
Manutenção e instalações (laboratórios)	15.000	3.000	15	0,35	280
Distribuidor de NPK	3.300	330	8	0,1	37
Sistema de irrigação	4.300	520	5	0,25	189
Niveladora	12.000	3.000	8	0,1	113
Pulverizador Macspray	15.500	4.900	8	0,1	133
Plantadeira	22.000	5.800	8	0,1	203
Rotocultivador	22.000	12.500	8	0,1	119
Total					1.475

⁽¹⁾valores em R\$, com base em dezembro de 2001.

Obs: a depreciação anual das máquinas e equipamentos de uso comum a outras culturas foi calculada com base no percentual do uso.

Avaliação custo/benefício

A avaliação do retorno dos investimentos foi baseada no fluxo líquido de benefícios gerados pela tecnologia, apurado pela diferença entre os fluxos de custos das atividades de pesquisa e os benefícios gerados pela tecnologia, representados pelos incrementos na receita dos produtores pela adoção da cultivar Brasília.

O fluxo de custos foi computado a partir da data de instalação dos experimentos de melhoramento genético de cenoura em 1976, até o lançamento da cultivar Brasília em 1981. A partir dessa data foi encerrado o processo de geração da cenoura 'Brasília' e não houve aplicações financeiras por parte da Embrapa, ficando a difusão de tecnologia a cargo das empresas produtoras de sementes e das empresas de extensão rural e dos próprios produtores.

A taxa interna de retorno (TIR) obtida para a tecnologia foi de 60,4% e o valor presente líquido (VPL) dos investimentos foi de R\$ 54.668 mil, calculado pela taxa de desconto de 12% ao ano. A TIR e o VPL foram calculados com base nos fluxos de benefícios líquidos, obtidos dos diferenciais dos fluxos de benefícios proporcionados pela tecnologia e custos de geração e validação e transferência da respectiva tecnologia (Tabela 5).

A TIR obtida foi expressivamente favorável, uma vez que se mostrou superior ao retorno da maioria dos investimentos praticados no mercado financeiro e de capital do Brasil.

Além dos impactos avaliados, acrescenta-se que, em âmbito do comércio internacional, de acordo com registros do Secex (Brasil, 2002), a cultivar Brasília vem beneficiando o País, contribuindo com reduções sucessivas nas importações e conseqüentes retrações das evasões de divisas brasileiras, via substituição de importações do produto e de sementes. A tecnologia em referência vem promovendo o crescimento das exportações, via satisfatório crescimento da produção interna. Assim, observa-se que no ano de 2002, as exportações brasileiras de cenoura (raízes) atingiram US\$ 283 mil e as importações foram de US\$ 23 mil. Como resultado dessa operação, a balança comercial da cenoura beneficiou a economia do País, com um superávit de US\$ 259 mil.

Avaliação dos impactos ambientais

Alcance da tecnologia

O alcance da tecnologia é nacional e estima-se uma adoção efetiva de 85% do total de áreas produtoras de cenoura. Dos 27,4 mil hectares cultivados com cenoura, em 2002, 23% estão na Região Nordeste, 48% na Sudeste, 23,5% na Sul e 5% na Centro-Oeste. A cultivar Brasília é cultivada em 100% das áreas das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. No Sudeste em 82% e no Sul em 76%.

Tabela 5. Fluxos de custos, fluxos de benefícios, fluxo de benefícios líquidos e indicadores de retorno dos recursos sociais aplicados às atividades de pesquisa da cenoura 'Brasília'.

Ano	Benefícios atribuídos à pesquisa (R\$)	Custos da pesquisa (R\$)	Benefícios líquidos (R\$)
1976	0	142.213	-142.213
1977	0	135.580	-135.580
1978	0	136.716	-136.716
1979	0	141.897	-141.897
1980	0	146.361	-146.361
1981	6.480	164.917	-158.437
1982	13.087	0	13.087
1983	1.692.373	0	1.692.373
1984	2.421.786	0	2.421.786
1985	3.529.734	0	3.529.734
1986	3.618.378	0	3.618.378
1987	7.447.167	0	7.447.167
1988	7.661.500	0	7.661.500
1989	11.758.579	0	11.758.579
1990	12.164.208	0	12.164.208
1991	12.604.635	0	12.604.635
1992	20.730.528	0	20.730.528
1993	25.727.625	0	25.727.625
1994	31.101.525	0	31.101.525
1995	34.655.040	0	34.655.040
1996	34.791.120	0	34.791.120
1997	36.618.750	0	36.618.750
1998	36.855.000	0	36.855.000
1999	41.965.560	0	41.965.560
2000	44.963.100	0	44.963.100
2001	65.142.000	0	65.142.000
2002	57.239.280	0	57.239.280
2003	51.956.724	0	51.956.724
2004	41.761.440	0	41.761.440
2005	34.029.450	0	34.029.450
2006	21.168.000	0	21.168.000
2007	21.546.000	0	21.546.000
2008	13.560.750	0	13.560.750
2009	9.135.000	0	9.135.000
2010	7.358.400	0	7.358.400
2011	7.062.300	0	7.062.300
2012	6.548.850	0	6.548.850
2013	5.670.000	0	5.670.000
2014	4.725.000	0	4.725.000
2015	3.780.000	0	3.780.000
Taxa interna de retorno (TIR)			60,4%
Valor presente líquido (VPL)			R\$ 54.668 mil
Relação benefício/custo (RB/C)			94/1

Em 2002, o Centro-Oeste cultivou 1.713 ha com cenoura, produzindo cerca de 41.784 t. O Distrito Federal é o principal produtor da região e representou 66% da produção de cenoura em 2002 (26.676 toneladas).

No Distrito Federal destacam-se as regiões de Brazlândia e Alexandre de Gusmão, onde foram feitas as avaliações de impacto ambiental, segundo metodologia indicada pela Embrapa (Ambitec Agro).

Eficiência tecnológica

Antes do lançamento da cenoura Brasília, era inviável a produção de cenoura no verão, (época das chuvas) por causa da alta incidência de queima-das-folhas (principal problema fitossanitário da cenoura). A produção apenas era obtida mediante o uso intensivo de agrotóxicos, chegando a 50 aplicações num ciclo de 120 dias (REIFFSCHNEIDER et al., 1984). Como a cenoura 'Brasília' é resistente à queima-das-folhas, a principal contribuição dessa tecnologia é a redução de impactos ambientais negativos gerados pelo uso de agrotóxicos. Na região do Distrito Federal foi drástica a diminuição de aplicações por ciclo no verão, chegando a apenas uma pulverização por ciclo.

Com base no método Ambitec Agro, para a variável uso de agroquímicos, a principal alteração do componente pesticidas foi uma grande diminuição na frequência (-3), sem alterações para ingredientes ativos e toxicidade. Não se aplicaram alterações relativas ao componente fertilizantes. Para uso de energia, a alteração do componente diesel consistiu numa moderada diminuição (-1), em razão da redução do número de pulverizações mecanizadas de defensivos. A variável energia também sofreu uma diminuição moderada (-1) no componente eletricidade, pois a adaptação da cenoura 'Brasília' ao calor resultou na viabilização do plantio no verão, quando menor frequência de irrigação é necessária, gastando-se menos energia com bombeamento de água. Para uso de recursos naturais foram detectadas alterações moderadas no uso de água para irrigação (-1) e moderado aumento do uso de solo para plantio (+1).

Conservação ambiental

As alterações na atmosfera consistem numa moderada diminuição pontual da emissão de material particulado e fumaça (-1). A capacidade produtiva do solo é apenas alterada moderadamente (-1) em termos de compactação, devido ao

menor trânsito de tratores para pulverização da área. Na região avaliada, a maioria das áreas produtoras de cenoura localizam-se muito próximas das coleções hídras (cerca de 1 km). Espera-se que tenha ocorrido uma moderada diminuição (-1) do componente demanda bioquímica de oxigênio no entorno, em função da menor contaminação de mananciais por pesticidas provenientes da área cultivada. Os impactos na biodiversidade são locais e moderados (-1) em termos de menor perda de corredores de fauna e espécies.

Recuperação ambiental

O uso da tecnologia cenoura 'Brasília' resulta em uma menor contaminação do ambiente por agrotóxicos, o que auxilia na recuperação de ecossistemas degradados de maneira moderada (+ 1) numa escala de ocorrência local. Os demais componentes não apresentam alteração diretamente relacionada com o uso da tecnologia.

Índice de impacto ambiental

Em termos de eficiência tecnológica, os índices relativos ao uso de agroquímicos e de energia foram positivos (3), o que era esperado uma vez que a cultivar é resistente à queima-das-folhas (redução da frequência de pulverizações) e ao calor (possibilitando plantio no verão). O uso de recursos naturais foi negativo (-0,5) em decorrência da expansão das áreas cultivadas com cenoura. Em termos de conservação ambiental, destacaram-se os índices para capacidade produtiva do solo (1,25) e qualidade da água (1,25), enquanto que biodiversidade (0,6) e atmosfera (0,4) apresentaram menor ganho ambiental. A tecnologia quase não teve efeito sobre a recuperação ambiental, apresentando um índice de apenas 0,2.

O índice geral de impacto ambiental da tecnologia (1,03) foi relativamente baixo, considerando-se o máximo possível de 15, principalmente porque o uso da cenoura Brasília tem efeito maior numa escala de ocorrência pontual.

O único impacto ambiental negativo detectado em relação às tecnologias utilizadas anteriormente foi o aumento do uso do solo promovido pela introdução da cultivar no mercado. O principal impacto positivo foi a redução da frequência de aplicações de agrotóxicos, resultando em menor contaminação do ambiente. Os outros impactos ambientais positivos gerados estão diretamente relacionados à minimização do uso de agrotóxicos.

Conclusão

No Brasil, a primeira consequência econômica do lançamento da cultivar Brasília foi a regularização da oferta desse produto durante o ano inteiro. A cultivar Brasília apresentou perfeita adaptação em todas as regiões brasileiras, difundindo-se rapidamente. A expansão da cultura proporcionada pela cenoura 'Brasília' beneficiou não somente os produtores, com aumento de renda, mas também os demais setores da Economia relacionados à produção e distribuição de cenoura.

A cenoura 'Brasília' contribuiu com a geração de maior número de empregos na agricultura brasileira e em todos os setores relacionados à cadeia produtiva da cenoura. Os consumidores beneficiaram-se com maior disponibilidade do produto e maiores excedentes. A cultivar Brasília contribuiu na substituição de importações de sementes e raízes pela produção interna, promovendo maior economia de divisas do País.

A cenoura, como alimento nobre, cujo consumo antes era acessível somente às camadas sociais de maior poder aquisitivo, foi popularizado pelo lançamento da cultivar Brasília, que possibilitou a redução dos preços de mercado e o acesso ao produto a todas as camadas sociais da população brasileira.

No aspecto ambiental, o principal impacto positivo foi a redução da frequência de aplicações de agrotóxicos, resultando em menor contaminação do ambiente. Os outros impactos ambientais positivos gerados estão diretamente relacionados à minimização do uso de agrotóxicos.

Os recursos sociais alocados nas atividades de pesquisa de cenoura geraram significativos benefícios para a sociedade, quantificados pela favorável taxa interna de retorno (60,4%). Na atual conjuntura econômica, essa taxa indica que a sociedade investiu capital no seu melhor uso, ao aplicar recursos públicos na geração e transferência da cenoura 'Brasília' para as áreas dos produtores.

Referências

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e do Comércio. **Exportações e importações brasileiras de cenoura**. 2002. Disponível em: <<http://www.aliceweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 15 jun. 2003.

COOPERATIVA AGRÍCOLA DE COTIA (São Paulo, SP). Estimativa de custo de produção por hectare: cultura cenoura, (var. Nantes). In: ESTUDOS de custos de produção de hortaliças. São Paulo, 1985. p. 21-22.

EMATER (Brasília, DF). **Custo de produção/ha, 2003**. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.emater.df.gov.br>>. Acesso em: 23 abr. 2003.

IBGE. **Produção de cenoura no Brasil e regiões censo agropecuário**. 2002. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 mar. 2003.

EMBRAPA. **Manual metodológico para avaliação de impactos econômicos, sociais e ambientais de tecnologias**. [Brasília]: Embrapa-SEA, 2001. 67 p.

TEIXEIRA, S. M.; GOMES, G. C.; COSTA, F. P.; SANTANA, E. P.; MACHADO, A. M. B.; SANTOS, N. A. dos; CORADIM, L.; VEIRA, R. C. T. M. **Avaliação socio-econômica das pesquisas da Embrapa na Região Centro-Oeste**. Brasília: Embrapa, 1990. 96 p. (Embrapa-DPL. Documentos, 9).

REIFFSCHNEIDER, F. J.; DELLA VECHIA, P. T. BITENCOURT, C. **Resistência de hortaliças à doenças: alternativas ao uso de agrotóxico**. Brasília: Embrapa-CNPH, 1984. 1 p.

VIEIRA, J. V.; DELLA VECHIA, P. T.; IKUTA, H. Cenoura 'Brasília'. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 1, n. 2, p. 42, 1983.

VILELA, N. J; MORELLI, J. B.; MAKISHIMA, N. **Impactos socioeconômicos da pesquisa de cenoura no Brasil, 1977-1996**. Brasília: Embrapa-CNPH, 1997. 20 p. (Embrapa-CNPH. Documentos, 11).

Técnicas de Produção Intensiva Aplicadas às Propriedades Familiares Produtoras de Leite

Oscar Tupy

Airton Manzano

Artur Chinelato de Camargo

Odo Primavesi

Introdução

Com a modernização da agricultura brasileira, verificada nos últimos anos, que impôs grandes modificações no perfil técnico e econômico dos produtores, houve a exclusão de parcela importante do denominado “pequeno produtor”, que continuou dependente da grande propriedade para sobrevivência, ou migrou para os centros urbanos. Esse modelo agrícola tem gerado grande concentração de terras e de renda no meio rural, marginalizando mais de dois terços da população que ainda vive no campo e agravando os problemas sociais nos centros urbanos, em conseqüência da migração rural (PRONAPA, 1994).

Com a abertura dos mercados e a conseqüente pressão concorrencial, a atividade leiteira terá de competir com custos e qualidade de sistemas produtivos de diferentes regiões do País e com a pecuária de diferentes países (FARINA, 1996). Entretanto, vários fatores, a seguir, interferem no rendimento dessa atividade:

- Somente 16% do rebanho nacional é alimentado com rações balanceadas, sendo o consumo médio muito baixo: 1 kg:16 L.
- A inseminação artificial é usada em apenas 3% das vacas brasileiras em condições de reprodução.
- Escassez de mão-de-obra especializada.
- Baixo nível tecnológico e organizacional de grande parte dos produtores, dificultando a ação da assistência técnica, resistência à idéia de associação e de cooperação na gestão de seus negócios.
- Falta de dados consistentes e realistas do setor.

Entre os fatores citados, um ponto crucial para o estudo da viabilidade da agricultura familiar é a escassez de base de dados confiáveis, contemplando aspectos físicos, econômicos e sociais dos estabelecimentos familiares das diferentes regiões.

Obtenção da tecnologia

Início da geração: 1999

As regiões foram selecionadas por estarem inseridas em importantes bacias leiteiras e concentrarem nessa atividade grande número de pequenas propriedades do tipo familiar. As regiões produziam aproximadamente 120 mil/L/dia, sendo mais de 80% proveniente de EFs (estabelecimentos familiares), com produção de até 150 L/dia.

Para a identificação dos oito EFs/região foram realizadas reuniões e palestras, nas quais foram expostos os objetivos do trabalho, observando-se os seguintes critérios para seleção dos pretendentes: ser produtor de leite, independentemente da escala de produção e produtividade; possuir até 50 ha de área útil; ser indicado por um órgão representante da classe, como as cooperativas de laticínio, sindicatos, órgãos de extensão como a Cati-SP, Emater-MG, técnicos das secretarias da agricultura municipalizadas e estar interessado no trabalho, ou seja, disposto a seguir as recomendações acordadas com a equipe técnica e ter como atividade exclusiva a exploração rural.

Após a seleção dos EFs, foi aplicado a cada produtor um questionário abrangendo aspectos técnico, ambiental, social e econômico, para caracterizar o perfil tecnológico dos estabelecimentos. Esse diagnóstico mostrou que o maior problema apontado pelos produtores foi a falta de informação. Posteriormente, foram definidas de comum acordo com os produtores as tecnologias a serem implantadas nos EFs. As técnicas escolhidas foram desenvolvidas por diferentes órgãos de pesquisa, e reunidas em um pacote tecnológico (conjunto ordenado de técnicas), assim constituído:

- Técnicas agropecuárias: a) alimentação: plantio e fornecimento de cana-de-açúcar + uréia na época da seca, alimentação suplementar de acordo com a produção da vaca e pastejo rotacionado na época das águas com o uso de

cerca elétrica; b) manejo do rebanho: identificação dos animais, melhoria do conforto dos animais (sombra), distribuição de água e melhoria da qualidade do leite (higiene na ordenha, instalações e resfriamento do leite); c) reprodução: descarte de animais improdutivos e controle reprodutivo do rebanho; d) sanidade do rebanho: controle de ecto e endoparasitas e exames de brucelose e tuberculose; e) melhoramento genético do rebanho: uso da inseminação artificial e/ou monta natural com touro selecionado e controle leiteiro.

- Técnicas ambientais: recuperação e conservação de recursos naturais, melhoria da qualidade da água e recuperação da fertilidade do solo.
- Técnicas gerenciais: controle zootécnico do rebanho, práticas de associativismo, análise econômica por meio de planilha de custo constituída de despesas de custeio e investimentos, receitas, resultados zootécnicos e econômicos com depreciações de máquinas, instalações e remuneração de capital, animais e da terra, elaborada pelos pesquisadores envolvidos com o projeto e comercialização de produtos.

O acompanhamento dos projetos está sendo realizado pelos pesquisadores desde 1999, por meio de visitas quinzenais e/ou trimestrais aos EFs, dependendo da região de estudo.

O projeto coordenado pela Embrapa Pecuária Sudeste e que envolvia as regiões de São Carlos, SP e Muriaé, MG, encerrou em 2001, e a metodologia adotada para análise dos dados foi a seguinte: cada EF funcionou como uma unidade de investigação, sendo submetida a duas condições de tratamento: inicial – identificada pelo diagnóstico – e seqüencial – representada pela incorporação de tecnologias agropecuárias disponíveis, funcionando a propriedade como o seu próprio controle. Os dados foram coletados nas propriedades pelos proprietários e/ou técnicos em agropecuária, por meio de gabaritos específicos. A eficiência dos tratamentos (incorporação de tecnologias agropecuárias disponíveis) foi medida em cada EF por meio da mudança qualitativa e quantitativa dos índices zootécnicos, econômicos, ambientais e gerenciais no período de 1999 a 2001, em relação ao diagnóstico inicial realizado em 1998.

Com o encerramento do projeto em 2001, os estabelecimentos familiares foram transformados em Unidades Demonstrativas, para validação do conjunto de tecnologias, e a difusão foi realizada por meio de dias de campo, palestras e publicações.

A principal característica do projeto é a implantação junto aos estabelecimentos familiares de um conjunto ordenado de técnicas analíticas (pacote tecnológico), geradas por diferentes órgãos de pesquisa, que intensificasse os sistemas de produção, melhorasse seu desempenho na produção de leite e visasse à sustentabilidade econômica e ambiental da agricultura familiar. A intensidade de adoção das tecnologias propostas está diretamente relacionada com a disponibilidade de recursos financeiros de cada produtor. Esse projeto, também, se caracteriza pelo seu enfoque sistêmico, sua equipe multidisciplinar e por não ter nenhuma ação paternalista, ou seja, pelo fato de que os recursos financeiros para aquisição de insumos, investimentos, mão-de-obra, entre outros, devam ser do produtor.

Embora as oito propriedades escolhidas para cada região de abrangência do projeto possa ser considerado um número pequeno, é importante ressaltar que são representativas para a região estudada. Os EFs passam a funcionar como Unidades Demonstrativas, sendo portando, referência para os técnicos de extensão e modelo para os produtores de leite da região.

Essa parceria com a extensão, particularmente no Estado de São Paulo, se intensificou após a assinatura, em 02/01/2002, do Convênio de Cooperação Técnica e Financeira, celebrado entre a Embrapa Pecuária Sudeste e a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral), cujo objetivo é a instalação e condução de Unidades de Adaptação de Tecnologias (UAT's), visando a demonstração da sustentabilidade ambiental e econômica da pecuária de leite junto a pequenas propriedades e a capacitação de extensionistas e produtores rurais nas áreas de produção de leite bovino. Os resultados mostram que o conjunto de tecnologias propostas pelo projeto foi implantado em 103 UAT's, representando 103 municípios do estado, que estão sendo acompanhadas pelos pesquisadores do projeto. Além disso, foram instaladas mais de 300 UAT's, que estão sendo assistidas pelos técnicos da Cati. E por essa razão, é que estamos convencidos de que a proposta do projeto pode ser levada à maioria das propriedades familiares produtoras de leite do Brasil.

Quanto à "tecnologia anterior", usada pelo produtor familiar, praticamente inexistente, e se alguma técnica é adotada o é de maneira isolada, que juntamente com o crédito rural escasso e burocratizado, serviço de extensão rural e de assistência técnica insuficientes, baixa escolaridade, falta de acesso à informa-

ção, falta de organização em associações e ou/cooperativas, tem proporcionado a esse segmento baixa rentabilidade.

A abrangência do projeto é a Região Sudeste, área de atuação da Embrapa Pecuária Sudeste, com 279,4 mil estabelecimentos familiares com produção de leite. Entretanto, em virtude das características das tecnologias e as ações gerenciais propostas, as mesmas poderão ser implantadas nas 1,47 milhão de propriedades familiares produtoras de leite existentes no Brasil.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento dos projetos proporcionou melhora significativa no conhecimento da cadeia produtiva do leite, para os técnicos e para os produtores envolvidos com o projetos.

A primeira fase dos projetos de P&D, constituída de convencimento dos produtores, implantação das tecnologias e avaliação de resultados, ou seja da validação do pacote tecnológico, proporcionou aos pesquisadores um melhor conhecimento dos reais problemas do produtor familiar e a identificação dos entraves para sua incorporação na cadeia produtiva do leite, nas regiões de estudo. Posteriormente, com a consolidação dos resultados obtidos e a transferência do conjunto de tecnologias para 103 estabelecimentos familiares em diferentes municípios do Estado de São Paulo, os conhecimentos obtidos na primeira fase foram ampliados. Embora as regiões de estudo apresentem características próprias, o mesmo ocorrendo com as propriedades familiares, os conhecimentos adquiridos permitem afirmar que o conjunto de tecnologias e as ações gerenciais propostas podem ser a base de uma política pública para o produtor familiar de leite. Certamente, raciocínio semelhante pode ser aplicado aos técnicos em extensão.

Quanto aos produtores familiares, os conhecimentos adquiridos proporcionaram aumentos de produção de leite, melhoria da qualidade do leite, determinação dos custos de produção, melhorou a base para tomada de decisões, assim como, na gestão de seus negócios, trazendo como consequência uma melhor qualidade de vida. O resultado importante que o projeto levou ao produtor de leite familiar foi o resgate da sua auto-estima.

Outro enfoque pode ser dado neste item (impacto sobre o conhecimento), ainda sob a ótica da pesquisa e da extensão. Sob a ótica da pesquisa, as informações sociais, econômicas e tecnológicas obtidas dos estabelecimentos familiares, por

meio de questionário, permitem caracterizar o modo de produção e de vida do agricultor, nas regiões escolhidas. Sob a ótica da extensão, o impacto se dá no nível do extensionista, do produtor e da região, considerando o volume de informações que estão sendo transferidas e incorporadas aos EFs.

Contextualização da tecnologia no agronegócio

Segundo o Censo Agropecuário 1995-1996, existem no Brasil 4,8 milhões de estabelecimentos rurais, ocupando área de 353,6 milhões de hectares. Na safra desse período, o valor bruto da produção (VBP) agropecuária foi de R\$ 47,8 bilhões e o financiamento total de R\$ 3,7 bilhões. A agricultura familiar está presente em 4,1 milhões de estabelecimentos, representando, portanto, 85,2% do total de estabelecimentos; é responsável por R\$ 18,1 bilhões do VBP total, por 30,5% da área total e por 37,9% do valor bruto da produção agropecuária nacional; porém, recebeu apenas R\$ 937 milhões de financiamento rural, cerca de 25,3% do financiamento destinado à agricultura. A Região Sudeste possui 634 mil estabelecimentos familiares (75,3%), que ocupam 29,2% da área regional, produzem 24,4% de todo VBP da região e que receberam 12,6% do valor dos financiamentos agrícolas (GUANZIROLI; CARDIM, 2000).

Com a criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), em 1995-1996, que teve como objetivo aumentar a capacidade produtiva, a geração de emprego e de renda, e, de tal forma, melhorar a qualidade de vida dos agricultores familiares, foi assinado no período de 1995 a 1999, cerca de 2,4 milhões de contratos de financiamentos, com total de empréstimo de mais de R\$ 6 bilhões de reais, melhorando significativamente os recursos financeiros aplicados nesse segmento (MATTEI, 2001). Segundo o Ministério de Desenvolvimento Agrário, para a safra 2003-2004, serão destinados R\$ 5,4 bilhões, com expectativa de serem assinados 1,4 milhão de contratos, beneficiando cerca de 1,8 milhão de famílias (FÁVARO, 2003).

A média de área dos EFs no Brasil é de 26 ha, sendo as maiores propriedades, com 84 ha, localizadas na Região Centro-Oeste e as menores, com 17 ha, no Nordeste; no Sudeste, a média dos EFs é de 30 ha. A agricultura familiar é a principal geradora de postos de trabalho no meio rural brasileiro, pois das 17,3 milhões de pessoas que se dedicam à agricultura, 13,7 milhões (76,9%) estão empregadas nesse segmento (GUANZIROLI; CARDIM, 2000).

Os agricultores familiares produzem 52% do VBP total da pecuária de leite, 24% da pecuária de corte, 58% de suínos e 40% das aves e ovos produzidos. Isso demonstra a sua importância em produtos destinados ao mercado interno e também entre os principais produtos que compõem a pauta de exportação agrícola brasileira. Os agricultores da Região Sudeste são responsáveis por 22,5% da pecuária de corte, 37,5% da pecuária de leite, 21,0% de suínos e 17,8% de aves. A produção de leite está presente em 36,0% dos EFs e a pecuária de corte, em 27,8%; na Região Sudeste a pecuária de leite está presente em 44,1% das propriedades, a pecuária de corte em 27,9%, e aves e ovos em 53,4%.

A renda total dos EFs é diversificada. No período de 1995 a 1996, cerca de 8% apresentaram renda negativa ou nula, 69% no intervalo entre zero e R\$ 3.000,00 ao ano; 16% entre R\$ 3.000,00 e R\$ 8.000,00 e apenas 0,8% tem renda total superior a R\$ 27.500,00. Na Região Sudeste, 15% dos estabelecimentos apresentaram renda negativa ou nula; 55% entre zero e R\$ 3.000,00, 20% mais de R\$ 3.000,00 a R\$ 8.000,00, 6% mais de R\$ 8.000,00 a R\$ 15.000,00, 3% mais de R\$ 15.000,00 a R\$ 27.500,00 e 2% mais de R\$ 27.500,00 (GUANZIROLI; CARDIM, 2000).

Mesmo sendo responsáveis por grande parte da oferta de alimentos básicos produzidos no País, os pequenos produtores não participam satisfatoriamente da renda gerada pela comercialização de seus produtos e não dispõem dos instrumentos e incentivos do governo que lhes permitam organizar para produzir e competir no mercado interno (BRASIL, 1994).

Das pessoas com 10 anos ou mais de idade na zona rural, 38,7% são analfabetas ou tem menos de um ano de instrução, enquanto no meio urbano este índice é de apenas 14,0%. Baixa escolaridade e ainda, recursos físicos e financeiros limitados, falta de informação, fraca pressão político-econômica, inadequação da tecnologia a seus recursos naturais, pequena capacidade de se auto-organizar cooperativamente e limitações de ordem econômica, entre outras, caracterizam o pequeno produtor, sendo fatores limitantes à sua modernização. Tecnologias caras são excludentes aos agricultores familiares, mas dentro dos limites da sua lógica há espaços que podem ser ocupados, principalmente se apoiados nas diretrizes da sustentabilidade da produção agrícola (CARMO, 1998).

Segundo Bortoleto et al. (1996), a Região Sudeste detém 47% da produção de leite do País. No Estado de São Paulo, essa atividade está presente em 120 mil

das 300 mil propriedades rurais, sendo que 80% dos produtores de leite ocupam de 3,1 a 100 ha e destes, a metade não emprega qualquer forma de trabalho assalariado. Seguindo a tendência brasileira, esses produtores têm baixa produtividade e participação decrescente na oferta global de leite; porém, uma pequena proporção tem produtividade de média a alta, com participação crescente na oferta. Cerca de 80% dos produtores estão na faixa de 6,0 L/animal/dia; 15%, entre 6,1 e 8,0 L/animal/dia e 5%, superior a 8,0 L/animal/dia (MORICOCI et al., 1994).

O fortalecimento da agricultura familiar sugere a necessidade de que sejam ultrapassados os velhos conceitos de agricultura de baixa renda, pequena produção ou agricultura de subsistência, os quais não têm ajudado a resolver o processo de integração desses agricultores ao mercado competitivo. A agricultura familiar deve ser entendida, de maneira mais ampla, como o segmento que detém poder de influência econômica e social. Nessa agricultura, cujo capital pertence à família e em que a direção do processo produtivo está assegurada pelos proprietários, a despeito do tamanho das unidades produtivas e da sua capacidade geradora de renda, as características que a definem são inteiramente compatíveis com a importante participação na oferta agrícola (ABRAMOVAY, 1997).

O dinamismo da agricultura familiar depende da sua base material de produção, sobretudo a fertilidade das terras, a formação dos agricultores e o ambiente socioeconômico em que atuam, destacando o acesso diversificado a mercados, ao crédito, à informação, à compra de insumos, e aos meios materiais de exercício de cidadania, como escola, saúde, assistência técnica, entre outros (ABRAMOVAY, 1997).

Identificação dos impactos

Os beneficiados são cerca de 1,47 milhão de produtores familiares de leite existentes no Brasil.

Em relação aos impactos do projeto, ao promover ganhos de produtividade em nível do produtor, o projeto contribui para o aumento da oferta de leite de qualidade e menor custo para processamento, conseqüentemente leite fica mais barato para o consumidor, partindo-se do princípio que o processamento também tenha projetos capazes de promover ganhos de produtividade. A Tabela 1 evidencia os impactos do projeto no nível do produtor.

Tabela 1. Ganhos líquidos unitários – Tipo de impacto: Incremento de produtividade.

Ano	Rendimento anterior ⁽¹⁾ (A)	Rendimento atual (B)	Preço unitário (C)	Custo adicional (D)	Ganho unitário [(B-A)×C]-D	Participação da Embrapa (F)	Ganho líquido Embrapa (G = ExF/100)	Nº de adotantes	Nº de adotantes acumulados	Benefício econômico I = G×H
2002	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	0	210		
2003	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	0	420	630	
2004	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	0	840	1.470	
2005	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	1.680	3.150	1.755,816
2006	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	2.520	5.670	5.267,449
2007	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	3.360	9.030	12.290,714
2008	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	4.200	13.230	26.337,245
2009	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	4.200	17.430	47.407,040
2010	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	4.200	21.630	75.500,101
2011	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	4.200	25.830	110.616,427
2012	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	4.200	30.030	145.732,753
2013	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	4.200	34.230	180.849,079
2014	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	4.200	38.430	215.965,405
2015	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	4.200	42.630	251.081,731
2016	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	4.200	46.830	286.198,057
2017	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	4.200	51.030	321.314,383
2018	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	4.200	55.230	356.430,709
2019	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	4.200	59.430	391.547,035
2020	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	4.200	63.630	426.663,361
2021	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	4.200	67.830	461.779,687
2022	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	4.200	72.030	496.896,013
2023	20.916,67	76.941,67	0,41	-10.473,87	33.444,12	25	8.361,03	4.200	76.230	532.012,339

⁽¹⁾Foi considerado o rendimento de 1999, ano em que a tecnologia foi lançada.

⁽²⁾ Estabelecimentos representativos das regiões de Jales e de São Carlos.

A unidade de medida é a produção de leite por estabelecimento familiar/ano.

Os projetos liderados pela Embrapa Pecuária Sudeste, desde 1997, tiveram como objetivo geral, viabilizar economicamente a produção de leite, por meio de ações técnicas que intensificassem os sistemas de produção e gerenciais, sob o enfoque sistêmico e de maneira sustentável em estabelecimentos familiares, nas regiões de São Carlos, Jales e Votuporanga, no Estado de São Paulo, e Muriaé, em Minas Gerais.

Avaliação dos impactos econômicos

Estimativa dos benefícios econômicos

1) Os cálculos foram realizados, utilizando a opção incremento de produtividade com conseqüente aumento da renda líquida do estabelecimento rural.

2) Como o projeto caracteriza-se por agregar um conjunto de tecnologias ajustando-as às condições do agricultor familiar num cenário complexo e diferenciado, formado por sistemas de produção localizados em diferentes regiões, com variações extremas em termos de qualidade de solos, sistemas de alimentação, de reprodução, sanitários e genético dos rebanhos e não propriamente a geração de uma nova tecnologia, adotou-se uma participação de 25% da Embrapa, no que se refere à descrição do esforço tecnológico. Cabe salientar o mérito da Embrapa nesse projeto, quanto à organização das técnicas de produção de leite disponíveis e utilização estratégica das mesmas em função da diversidade dos sistemas de produção familiares. Os coeficientes técnicos necessários para estruturar programas de extensão foram gerados nos sistemas reais por três anos, e agora estão permitindo a elaboração de projeções para avaliação de custo benefício da tecnologia empregada. O volume de informações que está sendo gerado e coletado com o projeto é muito grande e certamente será fundamental para que os formuladores de políticas tomem decisões para aumentar a renda do agricultor familiar.

3) A taxa de adoção projetada é conservadora dado o cuidado que devemos ter com a avaliação do custo/benefício proporcionado pela ação da Embrapa, nesse projeto. As projeções se referem a um horizonte de 25 anos. Os primeiros três anos do projeto (1999, 2000 e 2001) foram dedicados aos testes de ajustes das "técnicas combinadas" para produção de leite em sistemas de produção familiar. Nesse período, não se deu adoção de tecnologia, e sim de testes dos mesmos em sistemas reais escolhidos para funcionarem como centros de

informação tecnológica, de treinamento de produtores e de extensionistas no uso das técnicas agregadas. Em 2002, o projeto, em parceria com órgãos de extensão do Estado de São Paulo, foi implantado definitivamente. Para 2002, a taxa de adoção foi de aproximadamente 0,25% aplicada sobre 30% dos produtores familiares do Sudeste (cerca de 280 mil), ou seja, 84 mil produtores considerados como potencialmente capazes de levar o novo padrão tecnológico aos níveis de produção alcançados na fase de ajustes das tecnologias. Na fase de ajustes, elevou-se no período de três anos a produção dos sistemas reais de 21 mil L/ano (cerca de 58 L/dia) para 77 mil L/ano (cerca de 211 L/dia). Esse diferencial de produção foi o fato gerador do aumento da renda líquida da amostra de produtores utilizada na fase de ajuste tecnológico, decorrente dos ganhos de produtividade. A projeção é adotar 0,5% para 2003, 1% para 2004, 2% para 2005, 3% para 2006, 4% para 2007, 5% para 2008, estabilizando-se em 5% anualmente até o final da projeção em 2023, quando então se dará a incorporação de 76.230 produtores potenciais ao programa. Por precaução perdeu-se ainda na projeção, em relação aos 84 mil produtores potenciais, cerca de 9% destes, por problemas na adoção das tecnologias. A Tabela 1 mostra como a participação da Embrapa na renda líquida do produtor foi verificada, com base nas taxas de adoção consideradas, as quais gerou benefícios atribuídos à EMBRAPA para o horizonte de 25 anos. Espera-se que os benefícios dos adotantes em 2002 surjam em 2005, em 2006 surjam os benefícios dos adotantes em 2003 e assim por diante, sendo os adotantes acumulados anualmente para geração dos benefícios até o final da projeção em 2023.

Fica evidente, na Tabela 1, que o projeto promoveu o aumento da renda líquida das unidades testes, ao promover ganhos de produtividade decorrentes do processo de transferência tecnológica, permitindo projeções de fluxos de benefícios líquidos que agregam valor aos estabelecimentos familiares.

Custos da tecnologia

Os custos do processo de transferência tecnológica são apresentados na Tabela 2.

O maior componente dos custos do projeto é o salário dos pesquisadores, dedicado aos testes de ajustes do conjunto de técnicas nos sistemas reais escolhidos e no treinamento de produtores e extensionistas. A partir do quinto ano do projeto, os custos deverão manter-se no mesmo patamar. Está sendo criada uma rede de transferência de tecnologia que terá distintos nós, sendo que

Tabela 2. Custos de transferência de tecnologia.

Custos	1999	2000	2001	2002
Custos de trabalho				
Ph.D	473.944,23	416.061,92	377.033,74	333.851,17
M.Sc	-	-	-	-
B. Sc	-	-	-	-
Apoio	-	-	-	-
subtotal	473.944,23	416.061,92	377.033,74	333.851,17
Custos de operação				
Materiais	14.463,12	6.765,29	3.032,78	2.686,60
Viagens	8.069,30	14.986,38	19.618,33	9.500,25
Serv. Terc.	11.335,33	23.207,69	423,98	1.725,99
Outros	4.826,59	-	-	-
subtotal	38.694,33	44.959,35	23.075,09	13.912,84
Custo do capital				
Máquinas/Equipamentos	1.613,86	2.997,28	3.923,67	1.900,05
Instalações	-	-	-	-
Outros	-	-	-	-
subtotal	1.613,86	2.997,28	3.923,67	1.900,05
Custos de extensão	-	-	-	-
Serviços complementares				
Custos administrativos	38.098,09	36.946,96	18.429,68	9.257,50
subtotal	38.098,09	36.946,96	18.429,68	9.257,50
Outros				
Total	552.350,51	500.965,52	422.462,18	358.921,56

Toda despesa que teria sido feita de qualquer forma (sem a ocorrência da pesquisa) não deve ser computada.

alguns destes são os que os pesquisadores da Embrapa trabalharão no processo de ajuste tecnológico e até mesmo de geração de técnicas, originadas de demandas decorrentes do avanço do processo de adoção tecnológica.

Avaliação custo/benefício

A projeção do fluxo de benefícios líquidos consta da Tabela 3. Os resultados do VPL mostram que a ação da Embrapa neste projeto tem um grande poder de agregar valor à agricultura familiar no Brasil. A TIR é confortável, permitindo, em relação à taxa de desconto, projeções de cenários para a inflação brasileira de conservadores a razoavelmente pessimistas, desde que se considere os fluxos de caixa aqui projetados como nominais.

Avaliação dos impactos ambientais

Em sistemas intensivos de produção de bovinos em pastagens ocorre a necessidade de se aplicar, além da planilha Ambitec Produção Animal (APA), também a planilha do Ambitec Agro (AA), nos itens não contemplados na APA. Isso se faz

Tabela 3. Análise benefício/custo (VPL).

Anos	Fluxo de benefícios	Fluxo de custos	Fluxo de benefícios líquidos
1999	0,00	552.350,51	-552.350,51
2000	0,00	500.965,52	-500.965,52
2001	0,00	422.462,18	-422.462,18
2002	0,00	358.921,56	-358.921,56
2003	0,00	358.921,56	-358.921,56
2004	0,00	358.921,56	-358.921,56
2005	1.755.816,53	358.921,56	1.396.894,97
2006	5.267.449,60	358.921,56	4.908.528,04
2007	12.290.715,74	358.921,56	11.931.794,17
2008	26.337.248,01	358.921,56	25.978.326,45
2009	47.407.046,42	358.921,56	47.048.124,85
2010	75.500.110,96	358.921,56	75.141.189,40
2011	110.616.441,64	358.921,56	110.257.520,08
2012	145.732.772,32	358.921,56	145.373.850,76
2013	180.849.103,00	358.921,56	180.490.181,44
2014	215.965.433,69	358.921,56	215.606.512,12
2015	251.081.764,37	358.921,56	250.722.842,80
2016	286.198.095,05	358.921,56	285.839.173,48
2017	321.314.425,73	358.921,56	320.955.504,16
2018	356.430.756,41	358.921,56	356.071.834,84
2019	391.547.087,09	358.921,56	391.188.165,52
2020	426.663.417,77	358.921,56	426.304.496,20
2021	461.779.748,45	358.921,56	461.420.826,89
2022	496.896.079,13	358.921,56	496.537.157,57
2023	532.012.409,81	358.921,56	531.653.488,25
Taxa interna de retorno (TIR)			77%
Valor presente líquido (em mil reais)			R\$ 486.783
Relação benefício/custo			156/1

necessário para complementar a avaliação dos impactos referentes à intensificação do componente agrícola na produção de volumosos em pastagens, áreas de cana-de-açúcar e eventualmente silagem de milho ou sorgo, este último caso não ocorrente nos sistemas analisados.

Alcance da tecnologia

Considerando o universo de 1,5 milhão de propriedades familiares envolvidas com produção de leite e a adoção do pacote tecnológico por 10% dos proprietários, possuidores em média de área de 50 ha, resultariam 7,5 milhões hectares atendidos e desenvolvidos socioeconomicamente.

Eficiência tecnológica

Os sistemas de produção avaliados, em média, apresentaram elevação da lotação animal de 1 Unidade Animal (UA) para 10 UA, um aumento de animais do rebanho em 30% em 3 anos, com aumento de 8% no número de vacas, secas e em lactação, e 23% na produção de leite da propriedade, indicando aumento da produtividade das vacas. Tudo isso foi devido, em grande parte, ao descarte de animais menos eficientes, e à sanidade e à alimentação mais controladas, ou seja com manejo mais racional dos insumos. As forrageiras manejadas na maioria dos casos foram capim-mombaça (*Panicum maximum*) e capim-marandu (*Brachiaria brizantha*).

O resultado gerado pela planilha APA, numa escala de -15 a 15, mostra um impacto de -2,5 para uso de insumos, -2,0 para uso de energia e 0,1 para uso de recursos naturais.

Com referência aos insumos veterinários, deve ser destacado o menor uso de medicamentos curativos, como antibióticos e antiinflamatórios, e maior uso de medicamentos preventivos, como vacinas e vermífugos, bem como a realização de testes de tuberculose e brucelose. Os resíduos, como embalagens de medicamentos e outros resíduos veterinários foram acumulados em tambores ou covas e incinerados.

Com referência a alimentos, ocorreu maior uso de ração (1), para atender à demanda energética das vacas que tiveram sua produção aumentada. Também ocorreu um grande aumento (3) de uso de volumosos, na forma de cana-de-açúcar picada mais uréia, durante os 5 meses de inverno seco, e como complementação à pastagem durante 2 meses de transição, ficando os animais durante os 5 meses de chuva dependentes somente da pastagem. Também ocorreu aumento pequeno de uso de sal com micronutrientes (1).

No indicador energia, combustíveis fósseis e biomassa praticamente não apresentaram aumento de uso, pois a maioria dos produtores realizou os trabalhos de forma manual ou utilizou implementos e carretas com tração animal. Ocorreu gasto terceirizado (aluguel de máquinas) de combustível fóssil (óleo combustível) no sulcamento do solo para plantio de cana ou para a reforma de pastagem, essa em geral recuperada sem revolvimento do solo, com aplicação superficial de corretivos e fertilizantes, de forma manual.

Com relação ao uso de eletricidade, houve pequeno aumento (1) para acionamento das máquinas picadoras de cana-de-açúcar e, em poucas propriedades, para acionar bombas de água para alimentar bebedouros. Também ocorreu aumento de uso, por exigência legal, de tanques de expansão para o resfriamento do leite, e às vezes aquisição de ordenhadeira mecânica, com o aumento da produção de leite na propriedade.

Quanto ao uso de recursos naturais, pode ser constatado que praticamente não houve consumo muito maior de água para dessedentação (inalterado), sendo a água gasta na maior produção de leite originada do maior conteúdo de água das forrageiras manejadas adequadamente (1) e com menor teor de fibras, bem como da cana-de-açúcar. Além disso, também não foi necessário que os animais fossem a corpos de água afastados por causa da instalação de bebedouros mais próximos aos pastos manejados e abastecidos, na maior parte, por sistema de gravidade. Essa maior proximidade da água reduziu necessidade de consumo de água e gasto desnecessário de energia pelos animais.

Ocorreu pequeno aumento no uso de água para a limpeza das salas de ordenha, sendo as águas residuais encaminhadas para as áreas de pastagem adjacentes, escoadas por gravidade. Os volumes gerados são insignificantes.

Houve redução moderada da área de pastagem manejada (-1), em decorrência da intensificação e da maior lotação animal. A necessidade de área para o estabelecimento de cana-de-açúcar, para alimentar os animais na seca, por causa de sua maior produtividade, foi compensada em muito pela redução de área motivada pela intensificação da pastagem, resultando assim num balanço positivo, mesmo quando se considera a área necessária para a produção de grãos que compõem os concentrados. Isso ocorre porque já vinha sendo usada grande quantidade de concentrado para compensar a baixa qualidade das pastagens, sendo o acréscimo, devido ao aumento no número de vacas e a produção por vaca, minimizado pelo manejo otimizado dos insumos.

O maior volume de fezes e urina fica distribuído nas pastagens ou acumulado perto dos cochos tipo trenó, móveis, para mudá-los de posição e evitar acúmulo prejudicial à pastagem. As fezes geradas em quantidades mínimas nas salas de espera e nas salas de ordenha foram retiradas diariamente, acumuladas em pequena área próxima, e lançadas nas áreas de pastagem, no período da seca. A área específica para disposição de resíduos de embalagens é ínfima, constituído por cova em que ocorre incineração dos materiais.

O resultado gerado pela planilha AA, numa escala de -15 a 15, mostra impacto de -3,5 para uso de agroquímicos e 2 para uso de recursos naturais.

Com referência ao uso de pesticidas, ocorreu introdução pequena de uso de herbicida (1) para a implantação dos canaviais, sendo o surgimento posterior de plantas daninhas controladas por capina manual ou mecânicas de tração animal.

Ocorreu intensificação do uso de corretivos, como calcário (1), e fertilizantes (3), minerais e micronutrientes (1). Os elementos considerados mais problemáticos para o ambiente, como o fosfato e o nitrogênio, foram aplicados em doses consideradas seguras, e que as gramíneas forrageiras tropicais utilizadas nas pastagens conseguem ciclar adequadamente, sem ocorrer perdas significativas para o lençol freático, nem por escoamento superficial, por causa do manejo conservacionista de solo e água adotado.

Os resíduos, tais como embalagens de adubos (sacos), foram parcialmente reutilizados, vendidos para reciclagem ou incinerados. As embalagens de herbicidas foram incineradas junto com os produtos veterinários, por causa da dificuldade de entrega, pelo fato de a quantidade de embalagens geradas ser muito pequena, e ser grande a distância de postos ou centros especializados de coleta para reciclagem.

Quanto ao uso de recursos naturais, no balanço geral, houve redução (-1) de área (de pastagem), embora fosse instalada área de cana-de-açúcar, fonte de volumoso para o período seco do ano.

Conservação ambiental

O resultado gerado pela planilha APA, numa escala de -15 a 15, mostra impacto de 1,6 na atmosfera, de 7,0 sobre a capacidade produtiva do solo, de 1,6 sobre a água e de -0,8 sobre a biodiversidade.

Com respeito à moderada redução (-1) dos gases de efeito estufa no entorno, considerou-se diversos componentes: a) aumento da emissão de CH₄ ruminal pelo aumento da ingestão de forragem tropical mais fibrosa, em virtude de sua melhor qualidade ou complementação com concentrado, o que, porém, resultando em maior produção de leite por animal, irá reduzir a carga de CH₄ por litro de

leite, de acordo com medidas realizadas em condições semelhantes de manejo animal, sendo que, durante a ingestão de cana-de-açúcar, a emissão de CH_4 reduz, porque a fibra da cana praticamente não é digerida em condições naturais, embora seja excelente fonte energética por causa da sacarose solúvel; b) emissão de CO_2 oriundo do uso de calcário; c) emissão de CO_2 provocado pelo revolvimento do solo para o plantio de cana, e oxidação de matéria orgânica; d) emissão de CO_2 pela queimada de resíduos veterinários e de algumas embalagens de fertilizantes e agrotóxicos; e) possível aumento da emissão de N_2O por causa do maior uso de adubos nitrogenados no período de chuvas, em especial nos locais em que ainda ocorre encharcamento do solo; f) emissão de CO_2 pela queima de combustíveis fósseis, embora mínimos.

Entretanto, existem diferentes atenuantes importantes, como: a) redução de emissão de CO_2 , em razão da eliminação da queimada de soqueiras elevadas e fibrosas de pastagens ocupadas pela espécie *Panicum*, no período da seca; b) aumento do seqüestro de CO_2 pelo aumento, em média, de quatro vezes da produção de forragem e conseqüentemente de seu sistema radicular, especialmente num sistema rotacionado em que o pastejo, com eliminação da parte aérea, chega a matar em torno de 80% das raízes (carbono armazenado), e o período de descanso permite a recuperação tanto da parte aérea como da radicular, seguido de um novo ciclo pastejo-recuperação; c) aumento do seqüestro de CO_2 pelo solo de pastagens bem manejadas e de elevada produtividade, medido pelo aumento no teor de matéria orgânica no solo; d) seqüestro de CO_2 pela área de cana-de-açúcar, cuja colheita também é realizada sem queima da palhada; e) redução na emissão de N_2O e CH_4 , que ocorre em solos menos arejados de pastagens degradadas, e aumento do seqüestro de CH_4 da atmosfera pelo solo, pois se torna mais permeável e arejado, em virtude da maior atividade radicular e do retorno de material orgânico sobre o solo; f) seqüestro de CO_2 , por árvores plantadas para recuperar áreas de preservação permanente, como de matas ripárias e de proteção de nascentes, bem como para fornecimento de sombra para o conforto animal.

A incineração de resíduos veterinários e de embalagens gera pequena quantidade de material particulado (1), pontualmente, e odor e ruídos praticamente inalterados.

Com relação à capacidade produtiva do solo, não foi constatada presença de contaminantes tóxicos, considerando o tipo de insumos veterinários utilizados.

No caso de insumos agrícolas, a única fonte potencial de contaminantes é de elementos nocivos contidos como impurezas no calcário e na fonte de micronutrientes utilizados. Porém, medições em condições mais intensas de manejo não indicaram aumento significativo na forragem.

Houve intensa prática mecânica de conservação de solo e água com grande redução (-3) da erosão e das perdas de matéria orgânica. Isso se deve ao estabelecimento de terraços e cacimbas de recolhimento de águas pluviais, à ocupação e à cobertura permanente do solo por forrageiras vigorosas, bem como com o uso da palhada da cana-de-açúcar para proteger a superfície do solo, amortecendo o impacto das gotas de chuva e aumentando a rugosidade do terreno. Tais medidas dificultam o fluxo da água escoado superficialmente e o arrastamento de partículas sólidas, além de permitir infiltração da água no solo não encrostado superficialmente.

Não ocorreu perda de matéria orgânica por queimada ou erosão. Ao contrário, ocorreu aumento do material orgânico dentro e sobre o solo, nas pastagens e nos canaviais. As análises de solo confirmaram aumento no teor de matéria orgânica do solo.

Ocorreu redução drástica de perdas de nutrientes, por causa das medidas intensas de conservação de solo e água, e por meio da intensa atividade de ciclagem de nutrientes pelas forrageiras estimuladas ao desenvolvimento. Medições em condições semelhantes de manejo indicaram não haver perdas significativas de nitrato para o subsolo, em função das doses de adubo utilizadas de forma parcelada e também porque as raízes exerciam suas atividades cicladoras até 2,80 m de profundidade. Em condições similares, foram medidas perdas de NH_3 por causa da aplicação do N-uréia na superfície do solo, em média de 28%, mas que não influenciaram a produção de forragem. Conhecendo as condições que estimulam as perdas, procurou-se evitá-las ao máximo possível, de modo que o balanço geral de perdas-ciclagem de nutrientes no sistema foi considerado 0 (zero), em especial porque elementos de grande poder eutroficante das águas, como fosfato e nitrato, foram contidos, apesar de seu maior emprego na adubação. Assim, por exemplo, procurando-se ativar as cargas negativas de pH-dependentes, por meio de correção de acidez (uso de calcário) antes da aplicação de cátions (em especial potássio e cálcio), pode-se evitar lixiviação mais intensa desses nutrientes perfil abaixo, em especial porque

em solos tropicais bem manejados e permeáveis, protegidos superficialmente, ocorre maior infiltração de água das chuvas. O controle da dosagem e da frequência de aplicação de insumos, o estímulo do desenvolvimento radicular em profundidade, bem como o controle do pH do solo devem ser realizados rigorosamente para se evitar perdas e impactos ambientais negativos, e é o que foi realizado nesse projeto.

Com relação à moderada redução (-1) da compactação dos solos, medições em condições similares de manejo indicaram aumento na permeabilidade de solos compactados de pastagens degradadas, resultante do estímulo ao desenvolvimento radicular nas camadas superficiais do solo e em profundidade e de sucessão de ciclos morte-renovação radicular.

Relacionado à água, pode ser concluído, com base em estudos de áreas sob manejo similar, que, por causa do impedimento de acesso dos animais aos corpos de água, instalando-se bebedouros perto das áreas pastejadas, ou espalhando-se as fezes nas pastagens com rigoroso controle de conservação de água e solo, deve ter ocorrido redução de teores de coliformes e de vermes nos corpos de água. Entretanto, em decorrência do controle sanitário intenso relacionado a doenças infecciosas, a presença de eventuais coliformes não constituiu indicativo de presença de agentes patogênicos na água.

Por causa da redução da erosão e do escoamento superficial das águas pluviais e do não lançamento de fezes nos corpos de água, não ocorreu aumento na demanda bioquímica de oxigênio, nem de sedimentos e, conseqüentemente, nem de turbidez (redução moderada nestes itens, isto é, -1).

Com respeito à biodiversidade (aumento moderado na perda de vegetação nativa), pode-se afirmar que a intensificação do manejo de pastagens reduz a biodiversidade de pastagens degradadas e pastagens nativas, porém, em virtude da menor necessidade de uso de área agrícola, podem ser preservadas mais áreas com vegetação natural dentro da propriedade, e a reposição obrigatória de vegetação nativa em áreas de proteção permanente gera aumento na biodiversidade da propriedade.

Com o restabelecimento das matas ripárias ou ciliares, ocorreu esforço para restaurar corredores de fauna de terra firme e aquática, também pela redução do processo de assoreamento e pela produção de alimentos para a fauna silvestre nas margens dos corpos de água.

Recuperação ambiental

O resultado gerado pela planilha APA, numa escala de -15 a 15, mostra impacto de 2,4 na recuperação ambiental.

O pacote tecnológico apresentado permite realizar a recuperação de pastagens degradadas (3), geralmente sem revolvimento do solo, exceto em casos de implantação, sem ser por sobresemeadura, de alguma forrageira mais produtiva. Ocorre aumento no teor de matéria orgânica no solo, e de sua permeabilidade e fertilidade química em profundidade, aumentando a capacidade das plantas para retirar água de camadas mais profundas.

O pacote tecnológico exige a execução de práticas de recuperação de áreas de preservação permanente (3), como matas ripárias e protetoras de mananciais, que, conjugadas com as práticas de manejo pastejo-descanso de pastagens e práticas de conservação de solo e água, permite que ocorra “produção de água” pela propriedade e a conservação de corpos de água. Isso acontece por causa da recuperação e da manutenção da permeabilidade do solo e do fluxo de reposição de água do lençol freático, e da proteção dos corpos de água, com poços e nascentes apresentando fluxo mais constante de água.

O pacote também inclui a melhoria do conforto animal, com a instalação de telhados de sombrite ou de bambu – quando o plantio e desenvolvimento de árvores e bosques não foi suficiente –, permitindo melhorar a produtividade animal. A sombra de árvores é mais eficiente, pois, sendo elas vaporizadoras-umidificadoras ambientais, por causa de sua intensa evapotranspiração em condições tropicais, exercem efeito hidrotermorregulador mesoclimático, útil para as plantas e os animais.

Qualidade do produto

O resultado gerado pela planilha APA, numa escala de -15 a 15, mostra impacto de 0,7 na qualidade do produto.

Em razão do maior controle no uso e no manejo racional de insumos, com substituição de substâncias mais tóxicas por menos tóxicas, reduz-se os resíduos químicos no leite.

Com o melhor estado nutricional dos animais e maior eficiência do sistema imunológico ocorre menor contagem de células somáticas, e com a prática de resfriamento do leite logo após sua coleta, reduz-se à concentração de colônias de bactérias no leite, aumentando sua qualidade e durabilidade (-1).

Índice de impacto ambiental

A análise da tecnologia avaliada, utilizando-se as planilhas do Ambitec Produção Animal, permitiu encontrar o índice de impacto ambiental de 0,90, na escala de 15 a -15, para a tecnologia disponibilizada. A planilha Ambitec Agro gerou o índice geral de impacto ambiental complementar de -0,19, resultando o índice final de 0,71, altamente positivo quando se considera que ocorre em ambiente com elevada intensificação de produção, com uso de insumos externos, com elevada viabilização socioeconômica e de forma atrativa para pequenos produtores. Esse resultado indica um caminho validado para a recuperação ambiental com lucratividade no nível de propriedades manejadas de forma integrada no programa de microbacias hidrográficas, quando se considera que a pecuária ocupa 60% da área agrícola nacional, fora da região norte, estando 70% das pastagens com algum grau de degradação, comprometendo a quantidade e a qualidade dos corpos de água, utilizados para atender aglomerados humanos, o turismo, a indústria e a própria agricultura.

Conclusão

As estimativas dos impactos econômicos, sociais e ambientais das técnicas de produção intensiva em pequenas propriedades rurais mostram que políticas públicas bem direcionadas à este segmento de produtores poderão resultar em elevados benefícios econômicos, sociais e ambientais conforme evidenciados no corpo do trabalho. Em longo prazo, poderão viabilizar novo cenário para a agricultura familiar no País, levando-se em conta o número elevado de pequenas propriedades familiares, cerca de 1,5 milhão de propriedades envolvidas com a produção de leite. As técnicas de produção intensiva de leite aplicadas à pequena propriedade rural causam impacto em toda a cadeia produtiva do leite, aumentando os ganhos de produtividade, a demanda sobre fornecedores e a oferta de leite de qualidade para o mercado. Contudo, o impacto primordial se dá no aumento da renda familiar, fixando o pequeno produtor na atividade.

Referências

ABRAMOVAY, R. Agricultura familiar e uso do solo. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 5-10, abr./jun. 1997.

BORTOLETO, E. E.; CROSETTA, I.; RAMOS, J. et al. **Cadeia produtiva do leite no Estado de São Paulo**: repensado a agricultura paulista. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, 1996. 61 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. **Propostas e recomendações de política agrícola diferenciada para o pequeno produtor rural**. Brasília: MAARA/CONTAG, 1994. 37 p.

CARMO, M. S do. A produção familiar como lucus ideal da agricultura sustentável. **Agricultura em São Paulo, São Paulo**, v. 45, n. 1, p. 1-15, 1998.

FARINA, E. M. M. Q. Indústria de laticínio e o desenvolvimento da pecuária leiteira. **Balde Branco, São Paulo**, v. 32, n. 375, p. 34-39, jan. 1996.

FÁVARO, T. Pronaf terá mais verba, mas enfrenta críticas. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, n. 2480, p. 6-7, 21 maio 2003. Suplemento Agrícola.

GUANZIROLI, C. E.; CARDIM, S. E. C. S. Novo retrato da agricultura familiar – o Brasil redescoberto. Brasília: Incra/Fao, 2000. 74 p.

MATTEI, L. Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF): concepção, abrangência e limites observados. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 4., 2001, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção, 2001.p. 1-14.

MORICOCHI, L.; FERREIRA, C. R. R. P. T.; FAGUNDES, L. Produção de leite no Estado de São Paulo: potencial tecnológico. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 41, n. 2, p. 141-157, 1994.

PRONAPA: **programa nacional de pesquisa agropecuária**. Brasília: Embrapa-DPD, 1994. 315 p.

Manejo Integrado de Moscas-das-Frutas: Monitoramento Populacional e Tratamento Hidrotérmico

Carlos Estevão Leite Cardoso

Clóvis Oliveira de Almeida

Antonio Souza do Nascimento

Introdução

O sistema brasileiro de controle de moscas-das-frutas, de forma geral, ainda é muito dependente do uso de pesticidas, com forte impacto na população de inimigos naturais e na qualidade final da fruta. Os principais mercados importadores de frutas estão fechados aos países que adotam sistemas convencionais de controle de moscas-das-frutas. Por essa razão, as exportações brasileiras de manga estão restritas às regiões que adotam o monitoramento e o tratamento hidrotérmico no controle das mosca-das-frutas.

Obtenção da tecnologia

O monitoramento populacional das moscas-das-frutas permite estabelecer níveis de controle e identificar os períodos mais críticos de ocorrência, possibilitando a adoção de medidas de controle em momentos mais adequados. O método consiste em instalar armadilhas plásticas tipo McPhil, com capacidade para 250 mL de atrativo alimentar (hidrolizado de proteína a 5% + 5% de bórax). A quantidade de armadilhas depende do tamanho da área cultivada. O tratamento hidrotérmico, uma tecnologia do pós-colheita, atua de forma complementar ao monitoramento, e tem como objetivo conferir segurança quarentenária. O método consiste na imersão dos frutos em água a 46°C por um tempo de 75 e 90 minutos para frutos com pesos máximos de 425 e 650 g, respectivamente. Essa tecnologia foi aprovada pelo United States Department of Agriculture (Usda), em 1989, com base em dados de pesquisa com as espécies de moscas-das-

frutas de importância quarentenária. As referidas tecnologias foram fundamentais na abertura do mercado norte-americano às exportações brasileiras de manga em 1991, ano em que o País também conseguiu a aprovação no Usda do método de monitoramento e do tratamento hidrotérmico, desenvolvidos para atender às especificidades locais.

A tecnologia tem sido utilizada em estados produtores de frutas tipo exportação, especialmente manga, mamão e uva. Atualmente, os principais estados beneficiados são: Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará, Sergipe, Minas Gerais e Espírito Santo. Nesses estados, a tecnologia está sendo adotada nos seguintes pólos de fruticultura irrigada: Juazeiro, BA; Petrolina, PE; Mossoró/Assu, RN; Vale do Jaguaribe, CE; Janaúba, MG; Itaberaba, BA norte do Espírito Santo, além das regiões oeste, sudoeste e extremo-sul da Bahia.

A contribuição da pesquisa ao conhecimento deve-se ao estabelecimento, para as condições brasileiras do monitoramento e do tratamento hidrotérmico adequados às especificidades locais. O primeiro depende das espécies de moscas-das-frutas de importância quarentenária presentes na região, enquanto o segundo pode variar conforme o tipo e o peso da manga.

Contextualização da tecnologia no agronegócio

O Brasil é o terceiro produtor mundial de frutas, mas tem uma pequena participação no cobiçado mercado internacional do produto, estimada em aproximadamente 1,3%. O acesso a mercados e o crescimento sustentável das exportações depende da capacidade de o Brasil responder às principais exigências dos países importadores e do seu poder de negociação na OMC e nos acordos comerciais regionais, bilaterais e multilaterais. Atualmente, as barreiras fitossanitárias constituem um dos principais obstáculos ao crescimento, de forma mais acelerada, das exportações brasileiras de frutas frescas. O controle de moscas-das-frutas, por meio do monitoramento e do tratamento hidrotérmico, constitui, no caso da manga, a principal exigência do mercado norte-americano.

Por essa razão, apenas os estados brasileiros que adotam essas tecnologias estão autorizados a exportar manga para os Estados Unidos. Atualmente existem 16 equipamentos para tratamento hidrotérmico de manga em funcionamento no País, sendo 12 deles na Região Nordeste. As tecnologias "monitoramento" e

“tratamento hidrotérmico” afetam segmentos distintos da cadeia produtiva de frutas, especialmente a da manga, na qual ambas são mais utilizadas. O monitoramento tem efeito direto sobre o segmento da produção, atuando no controle da população de moscas de importância quarentenária e controlando a frequência de aplicação de pesticidas. O tratamento hidrotérmico tem ação direta no segmento do pós-colheita, especificamente no subsegmento “packing house”, e tem como objetivo conferir segurança quarentenária.

Identificação dos impactos

Os maiores beneficiados são: os produtores de frutas, especificamente manga, em virtude da redução no custo de produção e acesso ao mercado norte-americano; o País, por causa do aumento das exportações de manga e de geração de divisas; e os consumidores, pelo aumento da oferta de frutas com menor resíduo de pesticidas, portanto, mais saudáveis.

Avaliação dos impactos econômicos

Estimativa dos benefícios econômicos

Os benefícios econômicos decorrentes da adoção da tecnologia foram estimados com base nos ganhos unitários da receita de exportação proporcionados pelo acesso da manga brasileira ao mercado norte-americano. Ou seja, a composição do fluxo anual de benefício foi calculado supondo-se que, sem a adoção da tecnologia, restaria aos exportadores de manga apenas o mercado europeu. Nesse caso a receita das exportações de manga seria de menor magnitude. A receita anual consiste no diferencial de preço médio da manga entre os mercados dos Estados Unidos e da Europa multiplicado pela quantidade exportada para os Estados Unidos. Para facilitar a análise, implicitamente, admite-se que não haveria restrições para o mercado europeu absorver o volume de manga do Brasil destinado aos Estados Unidos.

Composto o fluxo de benefício com base nas informações do MDIC (2003), considerou-se que a participação da Embrapa na geração da receita é equivalente a 50%. Os 50% restantes são creditados a outras instituições parceiras, tais como a Universidade de São Paulo (USP), a Agência de Defesa Sanitária da Bahia (ADAB) e outras instituições públicas ou privadas que colaboraram

diretamente na geração, ajuste e difusão da tecnologia. A taxa de adoção considerada foi de 100%, haja vista que no fluxo de receita computou-se apenas as exportações efetivas para os Estados Unidos.

A adoção das técnicas do monitoramento populacional e do tratamento hidrotérmico permitiu o acesso da manga produzida no Brasil ao mercado norte-americano. Isso gerou uma receita adicional equivalente a R\$ 33,3 milhões (Tabela 1), considerando-se os 17 anos compreendidos entre a geração, a adoção plena e a obsolescência de parte daquelas técnicas. Destaca-se que, embora o tratamento hidrotérmico seja dispensável a partir da adoção do “Systems Approach” e da “técnica do inseto estéril (TIE)”, o monitoramento populacional deve perdurar.

Conforme citado anteriormente, estima-se que a Embrapa contribuiu com 50% na geração dessa receita, ou seja, mais de R\$ 16,7 milhões.

Custos da tecnologia

Considerou-se, na análise, o período de 17 anos, que compreende o início do curso de doutorado do pesquisador, em 1987, até o ano de 2003, que se estima como o ano em que o tratamento hidrotérmico de controle das mascas-das-frutas passará a ser dispensável em virtude do uso das tecnologias “Systems Approach” – conforme já ocorre na cultura do mamão – e “técnica do inseto estéril (TIE)”.

O custo da tecnologia foi estimado em aproximadamente R\$ 2,1 milhões (Tabela 2). Concentrando-se 89,5% desses custos nas despesas com pessoal, 4,1% em serviços complementares e 2,1% nas despesas de monitoramento (Anexos 1 e 2).

a) Custo de pessoal

Nas estimativas do custo de pessoal considerou-se duas etapas. A primeira corresponde ao período de geração e de ajuste da tecnologia do tratamento hidrotérmico. Nessa etapa, equivalente ao período de quatro anos, o desenvolvimento da tecnologia demandou a dedicação exclusiva de um pesquisador com nível de mestrado, perfazendo um custo total de R\$ 877.273,06, correspondendo o custo médio anual de R\$ 219.318,26 (Anexo 1). Na composição das despesas com pessoal considerou-se o salário bruto acrescido dos encargos sociais (95%). As demais despesas diretas com pessoal de apoio, durante essa etapa, foram custeadas pela Universidade de São Paulo.

Tabela 1. Composição do fluxo de receita, baseado no diferencial de preço das exportações brasileiras destinadas aos Estados Unidos e União Européia, 1991-2003⁽¹⁾

	Manga: Estados Unidos		Manga: União Européia		Variação de preço	Vanição de receita	Taxa de câmbio	Valores nominais	IGP Médio (dez 2002 = 100)	Exportações (R\$ dez 2002 = 100)	Participação Embrapa (%)	
	US\$ FOB	Kg	US\$/kg	kg								US\$/kg
1991	65.2421,00	1.035.148,00	0,63	3.694.603	5.950.914	0,621	0,009	9.753,18	0,0001	1,45	16.886,70	
1992	1.244.515,00	1.523.611,00	0,82	5.167.785	6.878.222	0,751	0,065	99.786,89	0,0017	165,15	175.992,92	
1993	6.967.966,00	4.129.139,00	1,69	11.964.028	12.847.008	0,931	0,756	3.122.624,38	0,0328	102.456,14	4.777.204,15	
1994	4.833.584,00	2.645.408,00	1,83	12.292.499	10.140.160	1,212	0,615	1.626.664,66	0,6453	1.049.686,71	2.024.922,34	
1995	7.427.190,00	3.044.796,00	2,44	14.426.784	9.510.296	1,517	0,922	2.808.341,73	0,9177	2.577.215,21	2.968.853,30	
1996	7.406.212,00	5.180.408,00	1,43	20.941.361	18.575.932	1,127	0,302	1.566.139,26	1,0052	1.574.283,19	1.632.398,78	
1997	4.985.409,00	5.489.615,00	0,91	14.093.523	16.614.448	0,848	0,060	328.738,18	1,0787	354.609,87	340.740,87	
1998	6.977.183,00	6.982.749,00	1,00	23.687.214	29.894.582	0,792	0,207	1.444.345,31	1,1611	1.677.029,35	1.551.143,48	
1999	7.821.740,00	13.381.578,00	0,58	20.836.224	35.094.698	0,594	-0,009	-123.094,19	1,8158	-223.514,44	-371.429,66	
2000	9.224.827,00	16.863.114,00	0,55	23.412.758	45.337.705	0,516	0,031	516.578,38	1,8295	945.080,14	1.380.396,06	
2001	15.087.959,00	27.370.838,00	0,55	32.506.530	61.184.063	0,531	0,020	546.084,48	2,3522	1.284.499,92	1.700.022,95	
2002	18.578.924,00	36.280.844,00	0,51	6.558.144	12.540.312	0,523	-0,011	-394.686,82	2,9215	-1.153.077,53	-1.344.517,11	
2003	21.909.814,00	37.563.857,00	0,58...	43.848.337	81.469.246	0,538	0,045	1.692.214,60	3,0910	5.230.632,23	4.976.814,78	
Total											33.317.572,00	16.658.786,00

⁽¹⁾ Os valores referentes a 2003 são estimativas.

Fonte: MDIC (2003)

Tabela 2. Estimativas dos custos⁽¹⁾.

Anos	Ph.D.	Salários		B.Sc.	Apoio	Custo de operação			Custo de capital		Custos de extensão	Serviços compl.	Outros ⁽²⁾	Subtotal	Custos administr.	Total Geral
		M.Sc.	M.Sc.			Insumos	Energia	Mão/Equip	Instalações	Outros						
1987		225.996,85	-	-	-	-	-	15.152,44	-	-	-	22.728,66	2.651,68	266.529,62	5.885,91	272.415,54
1988		171.642,34	3.135,43	434,14	1.688,31	-	-	-	-	-	-	18.330,20	2.122,44	197.352,85	5.885,91	203.238,77
1989		269.475,25	2.891,77	306,19	748,46	-	-	-	-	-	-	18.711,43	2.687,64	294.820,73	5.885,91	300.706,65
1990		210.158,62	425,94	264,42	131,61	-	-	-	-	-	-	25.125,93	2.392,95	238.499,48	5.885,91	244.385,38
1991		69.897,17	-	12.116,70	-	-	-	-	-	-	-	-	2.326,87	91.321,34	2.354,36	93.675,70
1992		45.014,23	-	14.327,67	-	-	-	-	-	-	-	-	2.557,55	66.688,30	2.354,36	68.942,66
1993		51.745,21	-	15.232,82	-	-	-	-	-	-	-	-	2.331,34	71.174,45	2.354,36	73.528,80
1994		41.878,80	-	14.372,89	-	-	-	-	-	-	-	-	2.507,79	58.759,49	1.803,14	60.562,62
1995		62.082,51	-	17.348,85	-	-	-	-	-	-	-	-	2.534,32	81.965,68	1.952,14	83.917,82
1996		85.484,40	-	30.638,69	-	-	-	-	-	-	-	-	2.592,29	118.715,38	2.299,98	121.015,36
1997		64.371,58	-	22.002,49	-	-	-	-	-	-	-	-	2.594,40	88.968,47	2.887,69	91.856,16
1998		65.983,03	-	18.266,84	-	-	-	-	-	-	-	-	2.682,31	86.832,17	2.205,50	89.037,68
1999		61.122,53	-	16.653,98	-	-	-	-	-	-	-	-	2.658,83	80.435,34	2.650,22	83.085,56
2000		53.159,90	-	14.619,45	-	-	-	-	-	-	-	-	2.556,07	70.335,43	2.357,80	72.693,22
2001		65.377,37	-	14.392,49	-	-	-	-	-	-	-	-	2.580,81	82.350,67	2.731,96	85.082,63
2002		60.090,84	-	13.037,80	-	-	-	-	-	-	-	-	2.506,95	75.635,60	2.436,05	78.071,64
2003		51.451,26	-	11.262,52	-	-	-	-	-	-	-	-	2.506,95	65.220,72	2.219,17	67.439,90
Total		777.558,83	877.273,06	-	214.273,20	6.453,14	1.004,74	2.566,38	15.152,44	-	-	13.534,51	42.791,20	2.035.505,71	54.150,39	2.089.656,11
Part(%)		37,21%	41,98%	0,00%	10,25%	0,31%	0,05%	0,12%	0,65%	4,06%	2,05%	0,00%	0,00%	97,41	2,59	100,00

Fonte: Dados básicos, CNPMF/ISRH.

⁽¹⁾Valores reais de dezembro de 2002, corrigidos pelo IGP-DI (dez 2002 = 100).⁽²⁾Refere-se aos custos do monitoramento.

A segunda etapa compreende os demais anos. Nesse caso, considera-se o salário de dois pesquisadores doutores e dois servidores de apoio, com dedicação estimada em 10%, para ambos os casos.

b) Custo de operação

Os custos de operação contemplam: as despesas com papel de filtro, placa de Petri, vermiculita e outros materiais de consumo usados em laboratórios; energia elétrica; outros materiais, tais como: caixas plásticas, caixas de papelão, potes de plástico e peneiras.

c) Custo de capital

No item custo de capital consideraram-se os investimentos em um termômetro de varredura, dois tanques de cimento amianto com capacidade para 1.000 L e 500 L de água, uma bomba centrífuga, uma resistência trifásica, um termostato e um sensor de temperatura.

d) Custo de extensão

Os custos foram computados com base nas publicações (boletins, folderes e orientações técnicas) elaboradas para difundir e capacitar os usuários da tecnologia.

e) Serviços complementares

Este item contempla as despesas com o monitoramento populacional das moscas-das-frutas, a qual compreende a aquisição de armadilhas plásticas e atrativo alimentar (hidrolisado de proteína a 5% + 5% de borax).

f) Custos administrativos

Nas estimativas dos custos administrativos considerou-se para os anos de 1987 a 1990, 50% dos gastos administrativos estimados por pesquisador. Nesse caso, levou-se em consideração apenas os gastos efetuados pela Embrapa para o pesquisador em curso de pós-graduação. Para os demais anos foram considerados 10% dos gastos administrativos estimados por pesquisador, sendo computadas as despesas para dois pesquisadores.

g) Outros

Os custos inseridos neste item são: bolsa de estudo (auxílio subsistência mensal); passagens aéreas e deslocamento terrestre de ida e volta do pesquisa-

dor e respectivos familiares, da cidade de origem até a cidade em que se localiza a universidade; e transporte de mobiliário.

Avaliação custo/benefício

Na Tabela 3 apresentam-se os fluxos de benefícios e custos associados à geração e à difusão da tecnologia de manejo integrado das moscas-das-frutas, compreendendo o monitoramento populacional e o tratamento hidrotérmico.

Tabela 3. Fluxos⁽¹⁾ de benefícios, de custo e de benefício líquido associados à tecnologia de manejo integrado das moscas-das-frutas: monitoramento populacional e tratamento hidrotérmico. 1987-2003.

Anos	Fluxo de benefícios (R\$)	Fluxo de custo (R\$)	Fluxo de benefícios líquidos (R\$)
1987	0	272.416	(272.416)
1988	0	203.239	(203.239)
1989	0	300.707	(300.707)
1990	0	244.385	(244.385)
1991	(22.138)	93.676	(115.814)
1992	118.553	68.943	49.610
1993	4.621.536	73.529	4.548.007
1994	1.925.190	60.563	1.864.628
1995	854.064	83.918	2.770.147
1996	1.437.097	121.015	1.316.082
1997	133.782	91.856	41.926
1998	1.287.894	89.038	1.198.856
1999	(504.485)	83.086	(587.571)
2000	54.459	72.693	(18.235)
2001	(181.869)	85.083	(266.952)
2002	(1.367.788)	78.072	(1.445.859)
2003	1.072.250	67.440	1.004.810
Total	11.428.545	2.089.656	9.338.889
Taxa interna de retorno (TIR) (%)			51,2
Valor presente líquido (VPL)(R\$1.000,00)			3,461
Relação benefício/custo(RB/C)			4/1

⁽¹⁾Valores reais de dezembro de 2002 corrigidos pelo IGP-DI (dez. 2002 = 100).

Fonte: Dados da pesquisa.

Além disso, incluem-se a taxa interna de retorno (TIR), o valor presente líquido (VPL) e a relação benefício/custo (RB/C), calculados com base nos fluxos citados. Esses fluxos geram uma taxa de retorno de 51,2%, um valor presente líquido de aproximadamente R\$ 3,5 milhões e uma relação benefício custo de 4/1, descontado à taxa de 12%.

Avaliação dos impactos ambientais

Esta avaliação foi baseada no Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária (Ambitec Agro), que se compõe de um conjunto de planilhas eletrônica (plataforma MS-Excel[®]) elaboradas pelos pesquisadores da Embrapa Meio Ambiente (RODRIGUES et al., 2002).

Alcance da tecnologia

Do ponto de vista do volume e do valor comercial, a manga, o mamão e a uva são as frutas diretamente beneficiadas pelo uso da técnica do monitoramento populacional. Entretanto, toda a área destinada à fruticultura no País pode ser protegida, uma vez que a tecnologia enquadra-se no conceito de “área ampla”, não sendo, portanto, restrita a uma determinada propriedade ou fazenda e, sim, em seu entorno, abrangendo toda uma região ou pólo de fruticultura. Desse modo, o alcance dessa tecnologia é teoricamente 100% das áreas comercialmente cultivadas com fruticultura no País.

A técnica do tratamento hidrotérmico aqui considerada é específica para a manga e para a produção destinada ao mercado norte-americano, portanto de abrangência pontual do ponto de vista do exportador e de abrangência geral do ponto de vista do importador, pois seu efeito se irradia para todo o País que importa o produto, na medida em que reduz a possibilidade de introdução de moscas-das-frutas.

Eficiência tecnológica

O manejo integrado das moscas-das-frutas pode contribuir para a redução do uso de agroquímicos nos casos em que o monitoramento populacional é utilizado na tomada de decisão para se reduzir a frequência de aplicação de pesticidas. Portanto, dentre os indicadores de eficiência tecnológica, o uso de agroquímicos pode ser afetado pela redução da frequência de aplicação de pesticidas. Salienta-

se que, por força das exigências do mercado importador, em alguns casos, pode ser necessário aumentar a frequência de aplicação de inseticidas, visando reduzir a densidade populacional dos insetos em níveis aceitos pelo mercado. Por essa razão, adotou-se um critério mais parcimonioso, admitindo-se que a tecnologia tem apenas um efeito moderado no componente. Ainda, considerando o indicador uso de agroquímicos, observou-se que a tecnologia não tem qualquer tipo de impacto sobre o uso de fertilizantes.

Quanto ao uso de energia, o impacto é negativo. Apesar de se esperar que haja redução no consumo de diesel, por conta da menor frequência de aplicação de inseticida, decorrente do monitoramento populacional, o tratamento hidrotérmico aumenta o consumo de energia elétrica nas empresas que adotam a tecnologia. O efeito combinado da adoção da tecnologia em várias empresas, de certa forma, provoca como consequência impactos que não se restringem apenas à empresa, mas também no seu entorno.

Nos demais componentes do indicador de eficiência relacionado ao uso de energia (óleo combustível, gasolina, carvão mineral e energia de origem da biomassa) não há alteração.

No tocante ao uso de recursos naturais também não há impacto. Poder-se-ia considerar impacto positivo na redução do uso de água em decorrência da menor frequência do uso de inseticidas e consequentemente menos pulverizações. Todavia, em determinadas situações pode ocorrer o contrário, conforme já explicitado, implicando impacto negativo. Por isso se optou por considerar que os efeitos se anulam não havendo alteração nos componentes do indicador.

Conservação ambiental

Conforme o Ambitec Agro, o impacto da tecnologia para a conservação é avaliado segundo o seu efeito na qualidade dos grandes componentes do ambiente: atmosfera, capacidade produtiva do solo, água e biodiversidade (RODRIGUES et al., 2002). Estima-se que a presente tecnologia tem impacto na atmosfera e na biodiversidade.

Na atmosfera, o impacto se manifesta por meio da redução da emissão de poluentes, uma vez que a menor frequência no uso de inseticidas pode diminuir a presença de odores. Esse impacto extrapola as fronteiras da propriedade que,

porventura, reduza a aplicação de inseticidas em decorrência do monitoramento populacional.

Na biodiversidade, considera-se que a tecnologia contribui para melhorar a sua qualidade, a medida que se pode evitar a perda de espécies de inimigos naturais, considerando-se que a aplicação de inseticida será realizada em bases racionais.

Recuperação ambiental

A contribuição dessa tecnologia para a recuperação ambiental restringe-se aos ecossistemas degradados. Conforme comentado anteriormente, menos inseticidas implica menor pressão negativa sobre os ecossistemas já degradados.

Índice de impacto ambiental

Embora modesto, considerando-se uma escala que varia de -15 a $+15$, o índice geral de impacto ambiental foi positivo (0,40) (Tabela 4).

Os resultados apresentados na Tabela 4 indicam que, dentre os indicadores de impacto ambiental, o uso de energia é o único que apresentou coeficiente negativo (-0,625), refletindo o aumento no uso desse componente ambiental. Isso implica dizer que a tecnologia aumenta o uso de energia. Esse desempenho é em decorrência do incremento no consumo de energia elétrica utilizada no aquecimento da água até a temperatura de 46°C , que é usada no tratamento hidrotérmico.

Tabela 4. Indicadores e coeficientes de impacto ambiental associados à tecnologia de manejo integrado das moscas-das-frutas: monitoramento populacional e tratamento hidrotérmico.

Indicadores de impacto ambiental	Coefficientes de impacto
Uso de agroquímicos	1,500
Uso de energia	-0,625
Uso de recursos naturais	0,000
Atmosfera	0,500
Capacidade produtiva do solo	0,000
Água	0,000
Biodiversidade	0,800
Recuperação ambiental	1,000
Índice de impacto ambiental	0,400

Fonte: Dados da pesquisa/Ambitec Agro.

O indicador de impacto ambiental que mais contribuiu positivamente para a composição do índice de impacto ambiental foi o uso de agroquímicos. O coeficiente de impacto igual a 1,5, para esse indicador, superou os valores apresentados pelos demais indicadores, que também contribuíram favoravelmente para o índice de impacto ambiental (recuperação ambiental 1,0, biodiversidade 0,8 e atmosfera 0,5) (Tabela 4).

Conclusão

Como base nos resultados do estudo conclui-se que a tecnologia de manejo integrado das moscas-das-frutas, compreendendo o monitoramento populacional e o tratamento hidrotérmico, proporciona impactos positivos, tanto do ponto de vista econômico como ambiental.

Os fluxos de benefícios e custos geram uma taxa de retorno de 51,2%, um valor presente líquido de aproximadamente R\$ 3,5 milhões e uma relação benefício custo de 4/1, descontado à taxa de 12%. O índice geral de impacto ambiental, embora não tão expressivo, considerando-se uma escala que varia de -15 a +15, foi positivo (0,40).

Referências

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: um sistema de avaliação para o contexto institucional da P&D. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, V. 19, n. 3, p. 349-375, set./dez. 2002.

MDIC. **Aliceweb**. Disponível em: <<http://www.aliceweb.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 18 ago. 2003.

Síntese e Conclusões

Introdução

Os resultados obtidos nas avaliações de impactos econômicos da amostra de tecnologias, apresentadas neste documento, mostram que os investimentos em pesquisas na Embrapa geram grandes benefícios para a sociedade. A pesquisa da Embrapa ajuda a viabilizar a agricultura brasileira, tornando-a mais competitiva e mais moderna.

Entretanto, a avaliação de impactos ambientais permite, contudo, mostrar que inovações tecnológicas geradas pela Empresa deverão ter um papel muito importante na conservação do meio ambiente, embora, em certos casos, exista a possibilidade de haver algum impacto negativo. Daí, a importância das avaliações de impacto ambiental – com o propósito de identificar os impactos esperados e possibilitar aos centros de pesquisa que geram as tecnologias – adotar medidas que visem mitigar tais efeitos.

A seguir é apresentada uma síntese dos resultados obtidos tanto no âmbito da dimensão econômica, quanto da dimensão ambiental.

Avaliações de impactos econômicos

Neste documento foram apresentadas as avaliações de impacto de 12 tecnologias, as quais se inserem em um dos quatro tipos de benefícios econômicos medidos por meio da metodologia adotada e descrita no capítulo: incrementos de produtividade, redução de custos, expansão de áreas e agregação de valor. Desse conjunto de 12 tecnologias, apresenta-se a distribuição por tipo de impacto econômico:

- Seis tecnologias foram avaliadas em termos da geração de ganhos de produtividade: Embrapa 051; *Eucalyptus benthamii* tolerante à geadas; Cultivar de Arroz de Terras Altas Primavera; Cenoura Brasília; Manejo Racional de Irrigação em Tomateiro para Processamento Industrial; e Técnicas de Produção Intensiva Aplicada às Propriedades Familiares Produtoras de Leite.

- Três tecnologias geraram redução dos custos de produção por seus adotantes: Produção Integrada de Manga; Terminação de Cordeiros em Confinamento; e Extração Mecanizada para Conservação da Água de Caju por Métodos Combinados.
- Três tecnologias foram avaliadas do ponto de vista da agregação de valor: Cultivar de Pêssego Maciel, duplo propósito; Uva Niágara Rosada, para Regiões Tropicais; e Módulos Múltiplos de Processamento de Castanha-de-caju.
- Uma tecnologia permitiu a expansão da produção em novas áreas: Recomendação do Cultivo de Pimenta-longa para a Produção de Óleos Essenciais Ricos em Safrol.

Além disso, houve o caso da tecnologia Manejo Integrado de Moscas-das-Frutas: Monitoramento Populacional e Tratamento Hidrotérmico, que foi avaliada por outra metodologia por não se inserir nos tipos de cálculo de benefícios econômicos acima. Nesse caso, foram calculados os ganhos devido à exportação do produto.

Os resultados das análises custo/benefício das tecnologias, medidos em termos de valor presente líquido, taxa interna de retorno e relação benefício/custo, são apresentados na Tabela 1. Os valores estimados são todos positivos, indicando a viabilidade da adoção das tecnologias avaliadas pelos produtores. Isso de-

Tabela 1. Síntese das análises custo benefício.

Tecnologia	TIR (%)	VPL (R\$)	RB/C
<i>Eucalyptus benthamii</i> tolerante a geadas severas	12,69	6.116	1,5/1
Recomendação do cultivo de pimentalonga para produção de óleos essenciais ricos em safrol	14	284.227	1,9/1
Cultivar de arroz de terras altas "primavera"	64	264.275	52/1
Niágara Rosada para regiões tropicais	109	24.044	59/1
Terminação de cordeiros em confinamento	26,37	722.817	3/1
Embrapa O51	34	4.385	7,9/1
Cultivar de pêssego Maciel duplo propósito	44	2.182	166/1
Manejo integrado de moscas-das-frutas: monitoramento populacional e tratamento hidrotérmico	51,2	3.460	4/1
Cenoura 'Brasília'	60,4	54.668	94/1
Técnicas de produção intensiva aplicada às propriedades familiares produtoras de leite.	77	486.783	156/1
Produção integrada de manga	65	3.808	5,29/1
Módulos múltiplos de processamento de castanha-de-caju	76	17.767	11/1

monstra que, ao comparar o investimento da Embrapa na geração dessas tecnologias com os benefícios que a sociedade recebe, os ganhos compensam os custos, sendo, esse investimento, rentável para o País.

Avaliação de impactos ambientais

Os índices estimados de impacto ambiental foram em sua quase totalidade positivos (apenas um foi negativo), isto é, traduzem, com as devidas ponderações de importância dos coeficientes ambientais dos respectivos indicadores, resultados ecologicamente desejáveis sugerindo que tais inovações tecnológicas são recomendáveis para aplicação no campo (Tabela 2). Além dessa contribuição positiva em relação aos impactos ambientais, tais resultados significam também que essas tecnologias atendem à norma¹ definida de minimizar os impactos ambientais negativos.

Em termos de magnitude, esses índices são relativamente baixos, tendo a grande maioria valores próximos ou menores do que 1, considerando que na escala usada poderiam atingir + 15. Os destaques positivos foram para “módulos múltiplos de processamento de castanha-de-caju” (5,55) e produção integrada de manga (4,34). O único índice negativo (-0,19) obtido, que pode sugerir um alerta ambiental, foi para a tecnologia “técnica de produção intensiva aplicada à pequena propriedade leiteira”. Nesse caso, aplicou-se Ambitec Produção Animal definida como a metodologia de melhor expressão dos impactos ambientais da tecnologia, complementada pelo Ambitec Agro, para atender componentes agrícolas na produção de volumosos em pastagens, áreas de cana-de-açúcar e eventualmente silagem de milho e sorgo, cujos impactos se expressam por unidade de área. A combinação dos índices pelos dois sistemas (0,90 -0,19) confere também um valor positivo para a essa tecnologia. Outra tecnologia com um índice também muito baixo, mas positivo, (0,03) foi a Cultivar de Arroz de Terras Altas Primavera.

Já no que se refere aos coeficientes, expressão do impacto ambiental dos respectivos indicadores, segundo aspecto ambiental considerado, os resultados estimados são bem diversificados dentro da escala de possibilidades (-15 a + 15), tanto em direção como magnitude. A maioria dos valores negativos tem um resultado absoluto relativamente pequeno, sendo o impacto negativo mais

⁽¹⁾ Veja discussão sobre norma no capítulo sobre metodologia de AI ambiental – dimensão ecológica.

Tabela 2. Indicadores de impacto, coeficientes de impactos e índice de impacto ambiental de algumas inovações tecnológicas da Embrapa, 2003.

Indicadores de Impacto Ambiental de Inovações Tecnológicas	Uso de agro-químicos	Uso de insumos materiais	Uso de energia	Uso de recursos naturais	Atmosfera	Capacidade produtiva do solo	Geração de resíduos sólidos	Água	Biodiversidade	Recuperação ambiental	Qualidade do produto	Índice de impacto ambiental
Extração mecanizada para conservação da água de coco por métodos combinados ⁽¹⁾	-	-3	-4,5	7,5	-0,1	-	0	0,75	-	-	1,05	0,20
Módulos múltiplos de processamento de castanha de caju ⁽¹⁾	-	3	4,5	7,5	15	-	-4,5	11,25	-	-	0,35	5,55
Terminação de cordeiros em confinamento ⁽²⁾	-	0	0	0,9	0	4	-	0,4	1,4	0,8	0,35	0,87
Poedeira O5 ⁽²⁾	-	0	4,5	1,8	1,8	1	-	0	-3	0,3	1	0,90
Técnicas de produção (1) intensiva aplicada a pequena propriedade leiteira ⁽²⁾	-	-2,5	-2	0,1	1,6	7	-	1,6	-0,8	2,4	0,7	0,90
Técnicas de produção (1) intensiva aplicada a pequena propriedade leiteira ⁽³⁾	-3,5	-	0	2	0	0	-	0	0	0	-	-0,19
Manejo racional da irrigação do tomateiro no processamento industrial ⁽³⁾	2,5	-	2	8	0	2,5	-	0	0	0	-	1,88
<i>Eucalyptus benthamii</i> – tolerante a geadas severas ⁽³⁾	0	-	0	2	2	0	-	0	2	0,4	-	0,80
Recomendação do cultivo de pimenta longa para a produção de óleos essenciais, ricos em safrol ⁽³⁾	6	-	-5,25	-2	-3	5	-	0	0	3	-	0,47
Cultivar de arroz de terras altas "Primavera" ⁽³⁾	-1	-	0	0	0	0	-	0	0,8	0,4	-	0,03
Produção integrada de uvas finas de mesa ⁽³⁾	12	-	3	6	3	7,5	-	0	0	3,2	-	4,34
Produção integrada de manga ⁽³⁾	1,2	-	3	6	3	7,5	-	0	0	3,2	-	4,34
Uva Niágara Rosada para regiões tropicais ⁽³⁾	10,5	-	1,5	-0,5	0,9	3,75	-	0	0	0,4	-	2,07
Pêssegos para dupla finalidade: Mercado "in natura" e processamento industrial ⁽³⁾	3,5	-	1,5	1	3	0	-	3,75	0	4	-	2,09
Manejo integrado da Mosca da Fruta – uso da TIE (Técnica do inseto estéril e do controle biológico) ⁽³⁾	1,5	-	-0,625	0	0,5	0	-	0	0,8	1	-	0,4
Cenoura cultivar Brasília ⁽³⁾	3	-	2	-0,5	0,4	1,25	-	1,25	0,6	0,2	-	1,03

⁽¹⁾Tecnologias do segmento "agroindústria", avaliadas pelo Sistema Ambitec Agroindústria.

⁽²⁾Tecnologias do segmento "produção animal", avaliadas pelo Sistema Ambitec Produção Animal.

⁽³⁾Tecnologias do segmento "agropecuária", avaliadas pelo Sistema Ambitec Agro. (1) Utilizou-se também a metodologia Ambitec Agro para avaliação dos impactos ambientais dos componentes agrícolas desta tecnologia relativos à produção de volumosos (pastagens, cana-de-açúcar, e silagens de milho ou sorgo).

relevante na tecnologia “recomendações do cultivo de pimenta-longa para produção de óleos essenciais, ricos em safrol” (-5,25), no uso de energia face ao aumento, mesmo que moderado, do uso de gasolina e da grande utilização de lenha como combustível. Entretanto, muitos dos valores positivos foram superiores a 10, como: no uso de agroquímicos nos casos de “produção integrada de manga” (12) e, da “cultivar uva Niágara” (10,5); na melhoria das condições atmosféricas (15) e da qualidade da água (11,25) na tecnologia “módulos múltiplos de processamento de castanha-de-caju”.

As tecnologias “Terminação de Cordeiros em Confinamento”, “*Eucalyptus benthamii*” tolerante a geadas severas e “Produção Integrada de Manga” tiveram todos coeficientes de impacto ambiental positivos. A tecnologia “Módulos Múltiplos de Processamento de Castanha-de-caju” também teve um dos melhores desempenhos ambientais face ao maior número de coeficientes estimados positivos e de magnitude significativa considerando a possibilidade da escala (até +15). A “cultivar de arroz de terras altas Primavera” foi, por sua vez, a tecnologia de mais baixo desempenho ambiental, em que todos os coeficientes estimados são menores que 1, inclusive com um índice também muito baixo (0,03).

Dada a metodologia usada (modelo Ambitec), os resultados podem ser também analisados de acordo com o tipo de tecnologia (agropecuária, produção animal ou agroindústria), conforme apresentado abaixo.

a) Tecnologias do Segmento “Agropecuária” (Ambitec Agro)

Neste segmento que tem o maior número de tecnologias avaliadas, o desempenho desejável, isto é, positivo e de elevada magnitude (igual ou acima de 6), é relativamente significativo para alguns indicadores, como uso de agroquímicos, uso de recursos naturais e, capacidade produtiva dos solos (cultivo de pimenta-longa, produção integrada de manga e uva Niágara). Já os piores desempenhos, isto é, coeficientes negativos e de magnitude iguais ou maiores que 2, ocorreram principalmente no cultivo de pimenta-longa (uso de energia, uso de recursos naturais e atmosfera) e na produção.

b) Tecnologias do Segmento “Agroindústria” (Ambitec Agroindústria)

Neste segmento do agronegócio avaliado ocorreram os melhores resultados em termos ambientais, com destaque para a tecnologia “Módulos Múltiplos de Processamento de Castanha de caju”, que em geral teve desempenho ambiental

muito bom, notadamente para os indicadores usos de recursos naturais (7,5), conservação atmosférica (15) e melhoria na qualidade da água (11,25). Inclui-se o índice de impacto ambiental da tecnologia, uma estimativa agregada, foi o maior (5,5) das tecnologias avaliadas.

c) Tecnologias do Segmento “Produção Animal” (Ambitec Produção Animal)

As tecnologias com expressão de impactos por unidade animal, segmento produção animal, em geral tiveram estimativas relativamente baixas e, em muitos casos, semelhantes, como por exemplo: os índices de impacto ambiental, igual ou próximo de 0,90. A maioria dos coeficientes de impacto ambiental, expressão do desempenho ambiental dos diversos indicadores, foi também muito baixa em termos da magnitude desejável (coeficientes positivos). Os melhores desempenhos ambientais ocorreram nos indicadores uso de energia (4,5) no caso da “poedeira Embrapa O51” e, na melhoria da capacidade produtiva do solo (4), no caso da “terminação de cordeiros em confinamento”.

Principais dificuldades

A avaliação de impactos tem tido sua importância cada vez mais reconhecida para subsidiar decisões de investimento e alocação de recursos nas instituições de pesquisa agrícola. No entanto, desenvolver estudos de impacto não é uma tarefa fácil, pois, existe um grande número de pré-requisitos que devem ser observados para se evitar ou minimizar problemas nas estimativas realizadas. No caso dessa experiência recente da Embrapa, vale destacar as dificuldades que se teve tanto nas estimativas de custos, quanto na de benefícios.

Se uma instituição deseja realizar avaliação de impactos, é preciso ter sistematizada a coleta e organização (compilação) dos dados de custos de seus projetos. Sem essa estimativa dos custos da pesquisa e da transferência não é possível avaliar a viabilidade econômica dos investimentos. Entretanto, fazer estimativas de impacto de tecnologias adotadas implica coletar dados sobre o desempenho dessas tecnologias em nível dos adotantes (produtores ou agroindústrias), o que implica em custos adicionais.

a) Dificuldades em estimar custos

No caso de estimativa dos custos da geração das 13 tecnologias avaliadas, a dificuldade foi maior porque a Empresa ainda não tem um sistema de custos

implantado de onde poderiam ser extraídos tais dados. Dessa forma, houve dificuldades em resgatar os custos gerados pelo desenvolvimento e transferência das tecnologias analisadas, desde o início de suas gerações. Os pesquisadores tiveram que contactar os departamentos financeiros de suas unidades e realizar uma série de suposições (baseadas na literatura sobre o assunto) como, por exemplo, sobre como deve ser quantificada a parcela de utilização de um bem que é usado por vários projetos. Em decorrência das dificuldades no resgate das informações e por, ainda, não ter uma metodologia uniformizada no que se refere a forma que esses dados devem ser apresentados, as informações de custos das tecnologia não apresentam um padrão único e assim não podem ser comparadas.

b) Escassez de recursos para coleta de dados

A escassez de recursos em instituição de pesquisa, em países em desenvolvimento, é um sério impedimento para uma das fases fundamentais na atividade, a coleta de dados. A análise do pesquisador e de outros especialistas deve ser complementada com constatações nas propriedades onde a tecnologia está sendo adotada. Estimativas de aumento de produtividade e de queda de custos de produção apenas podem ser realizadas após o contato com o produtor já que ele enfrenta uma série de dificuldades que não há em campos experimentais. Para estimativas da área de adoção, no caso de ganhos com melhoramento genético, por exemplo, o contato com as empresas detentoras da semente deve ser complementado também com visitas a campo.

No caso dessas avaliações, as equipes responsáveis tiveram problemas de limitação de recursos financeiros para a coleta de dados no campo. Não foi possível, em alguns estudos, a verificação em uma amostra representativa de propriedades dos ganhos devido às tecnologias, de forma sistematizada, o que em alguns casos foi substituída por conversas com extensionistas e outras figuras locais. Dessa forma, o “ideal” foi substituído pelo “possível” e apesar do processo de coleta de dados ter toda credibilidade, certamente a ampla verificação in loco dos resultados seria mais adequada.

c) Uniformização da metodologia

Outra parte que ainda necessita de aprimoramento na Embrapa é o uso adequado e padronizado da metodologia. A atividade de avaliação de impacto necessita de constante treinamento e aprimoramento. A deficiência de treinamento sistemati-

zado levou a diferenças entre unidades no modo em que os dados foram organizados e analisados pelos pesquisadores. Apesar das diferenças não implicarem em análises incorretas, espera-se que nas próximas avaliações de impacto haja uma maior uniformidade metodológica nesse aspecto.

d) Participação da Embrapa

O objetivo de realizar avaliação de impactos na Embrapa é calcular os benefícios gerados pela instituição. Assim, não é suficiente calcular os benefícios gerados pela adoção das tecnologias, mas saber exatamente qual a parcela de contribuição da Embrapa no desenvolvimento e transferência da tecnologia. Definir a participação da instituição nem sempre é uma tarefa fácil, já que devem ser considerados conhecimentos prévios, uso de tecnologias previamente desenvolvidas, melhoramento de variedades antigas e qualquer parceria existente. Computar todos os responsáveis, por exemplo, no melhoramento de variedades é um trabalho que deve resgatar todos os ancestrais da variedade estudada, o que pode levar a pesquisas desenvolvidas em outros países. Esse item, dessa forma, deve ser olhado com cautela e certamente merece o desenvolvimento de uma metodologia pela Embrapa para ser calculado, visando a uniformização.

Conclusões

Avaliações de impacto são ferramentas essenciais para o conhecimento de todas as implicações em se investir em pesquisa agropecuária, sejam elas positivas ou negativas. Além de buscar justificar o investimento na pesquisa, estudos de avaliação visam subsidiar a escolha dos projetos mais eficientes e de maiores ganhos para sociedade, além de auxiliar na indicação de novas diretrizes para os programas de pesquisa.

As avaliações de impactos apresentadas neste trabalho mostram o quanto os investimentos realizados nas tecnologias avaliadas foi rentável e gerou benefícios para a sociedade. Entretanto, a avaliação de impactos ambientais mostrou que as tecnologias, em geral, estão causando impactos positivos ao meio ambiente.

Anexos

Tabela A3. Tipo de Impacto: Expansão da Produção.

Ano	Unidade de medida (um)	Renda com produto anterior R\$ (A)	Renda com produto atual R\$ (B)	Renda adicional obtida R\$ C = (B-A)	Participação da Embrapa % (D)	Ganho líquido Embrapa R\$/um E = (Cx D)	Área de expansão: Unidade de medida (um)	Área de Expansão: quant./Um (F)	Benefício econômico – R\$ G = (ExF)
1998				0		0			0
1999				0		0			0
2000				0		0			0
2001				0		0			0
2002				0		0			0
2003				0		0			0

Tabela A4. Tipo de Impacto: Agregação de Valor.

Ano	Unidade de medida (um)	Renda com produto sem agregação R\$/(um)(A)	Renda com produto com agregação R\$/(um)(B)	Renda adicional obtida ⁽¹⁾ R\$ C = (B-A)	Participação da Embrapa % (D)	Ganho líquido Embrapa R\$/um E = (Cx D)/100	Unidade de medida (um)	Área de adoção/(um)(F)	Benefício econômico R\$ G = (ExF)
1998				0		0			0
1999				0		0			0
2000				0		0			0
2001				0		0			0
2002				0		0			0
2003				0		0			0

⁽¹⁾Este incremento deve ser calculado comparando-se a situação da renda do produtor obtida sem o produto processado (situação anterior), por exemplo, com a nova renda obtida com o produto processado (situação atual).

Impressão e acabamento
Embrapa Informação Tecnológica



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

