

Impacto socioeconômico e ambiental da soca de arroz produzida na microrregião do Rio Formoso, Estado do Tocantins

Osmira Fátima da Silva¹

Anna Cristina Lanna²

Alcido Elenor Wander³

José Alexandre Freitas Barrigossi⁴

Alberto Baêta dos Santos⁵

RESUMO

As plantas de arroz (*Oryza sativa* L.) possuem a capacidade de gerar perfilhos férteis após o corte dos colmos na colheita. Esta brotação, denominada soca, possibilita o segundo cultivo de arroz, o qual pode constituir-se numa alternativa prática para aumentar a produtividade de grãos em muitos agroecossistemas, principalmente em várzeas, visto que esta é a espécie mais adaptada. Sem a necessidade de preparo do solo nem de semeadura, o seu cultivo usa 60% menos água e 50% menos mão-de-obra que a cultura principal. Além disso, é uma prática que aumenta a produção de arroz por unidade de área e de tempo por apresentar menor duração de crescimento que um novo cultivo. O sucesso do aproveitamento da soca é determinado pelas práticas empregadas na cultura principal, tais como: época de plantio, altura do corte das plantas, manejo de fertilizantes, sistema de plantio e colheita, bem como pelas práticas que promovem uma rápida e uniforme brotação como fertilização nitrogenada, manejo de água e tratos fitossanitários. Ênfase deve ser dada na sua importância como uma alternativa para aumentar a produção sem acrescer a área de cultivo e com menor custo de produção, possibilitando reduzir a sazonalidade do uso de máquinas e implementos, aumentar a produtividade das várzeas tropicais com qualidade ambiental e de produção, além de incrementar a renda líquida dos produtores. Os

¹ Economista. Analista da Embrapa Arroz e Feijão. Rodovia GO-462, km 12, Zona Rural, 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. E-mail: osmira@cnpaf.embrapa.br.

² Química, Doutora em Fisiologia Vegetal. Pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão. Rodovia GO-462, km 12, Zona Rural, 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Professora dos Cursos de Ciências Biológicas e Química do Centro Universitário de Goiás – Uni-Anhangüera. E-mail: aclanna@cnpaf.embrapa.br.

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Economia Agrícola. Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão. Rodovia GO-462, km 12, Zona Rural, 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. Professor do Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional das Faculdades Alves Faria – ALFA. E-mail: awander@cnpaf.embrapa.br.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Entomologia. Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão. Rodovia GO-462, km 12, Zona Rural, 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. E-mail: alex@cnpaf.embrapa.br.

⁵ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia. Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão. Rodovia GO-462, km 12, Zona Rural, 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. E-mail: baeta@cnpaf.embrapa.br.

impactos regionais da adoção dessa tecnologia, implantada em várzeas tropicais da microrregião do Rio Formoso, no Estado do Tocantins, foram avaliados nas dimensões econômica, social e ambiental, no período de cinco anos. Para avaliação econômica foi utilizada a metodologia do excedente econômico, utilizando-se dados conjunturais oficiais do período de 2003 a 2007 e do custo de produção do arroz irrigado no Estado do Tocantins. Para o período analisado, a soca foi adotada em 20% da área total cultivada com arroz irrigado e foi estimado um benefício econômico que variou de dois milhões de reais, na safra 2002/2003, para trezentos mil reais, na safra 2006/2007, correspondentes a um adicional de aproximadamente 13 mil toneladas de arroz em casca, em 2003, e 1,2 mil toneladas de arroz em casca, em 2007. Para avaliação social e ambiental utilizou-se o Sistema Ambitec Social e Ambiental, respectivamente, desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente, com obtenção do índice de impacto de 0,43 para a dimensão social e de 0,03 para a dimensão ambiental.

Palavras-chave: incremento de produtividade, excedente econômico, sustentabilidade, Ambitec-Agro, Ambitec-Social.

INTRODUÇÃO

O Brasil produz anualmente cerca de 11 a 12 milhões de toneladas de arroz em casca, o que, em termos quantitativos, não é suficiente para atender a demanda interna que gira em torno de 13 milhões de toneladas. A produção de arroz acontece na maioria das 558 microrregiões do Brasil; contudo, a maior parte advém dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (LSPA, 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007).

O arroz é produzido em dois sistemas básicos de cultivo, irrigado por inundação em várzeas sistematizadas e terras altas. Uma alternativa para aumentar o rendimento no sistema irrigado por inundação é a exploração da soca, que consiste no aproveitamento da rebrota dos colmos após a colheita. Embora a exploração da soqueira seja uma técnica conhecida há muito tempo, principalmente em países asiáticos, o interesse por sua exploração no Brasil tem crescido com o lançamento de cultivares modernas, semi-anãs, responsivas aos fertilizantes e com elevada capacidade de rebrota. No Brasil, embora não se disponha de levantamentos específicos quanto à área envolvida com o aproveitamento da soca, presume-se que vários produtores, em diferentes regiões do País, conheçam e utilizam esse sistema de produção, em pequenas áreas, para aumentar a renda familiar. Os Estados de Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Pará, Goiás e Tocantins, além dos perímetros irrigados da Região Nordeste, possuem grande potencial para adotar essa tecnologia; todavia, a exploração da soca pode ser viável, tecnicamente, em todas as regiões produtoras de arroz irrigado.

No Estado do Tocantins, a soca representou uma grande importância até meados da primeira década do século XXI, visto que o arroz foi e continua sendo a espécie mais adaptada ao ecossistema várzea e contribui para aumentar a produção

de grãos por unidade de área e tempo. Nessa região, o clima é tropical e a vegetação predominante é o cerrado, que ocupa 87,8% da área total do Estado, o restante é ocupado por florestas.

O aproveitamento da soca tem despertado interesse dos produtores da microrregião do Rio Formoso, principalmente nos municípios de Formoso do Araguaia, Lagoa da Confusão e Dueré, devido à sua viabilidade econômica. As áreas desses municípios são formadas por solos muito profundos, porosos, bem permeáveis - mesmo quando muito argilosos, friáveis, situados em relevo plano, com declividades que raramente ultrapassam 3%. A microrregião possui clima úmido, com pequena ou nula deficiência hídrica, megatérmico, evapotranspiração potencial média anual de 1.700 mm e concentração da evapotranspiração potencial no verão em torno de 30%.

Para a viabilidade do aproveitamento da soca, nessa microrregião, foram empreendidas diversas pesquisas de ajuste fitotécnico, visando adequar a prática à realidade dos orizicultores tocantinenses. Estes trabalhos foram desenvolvidos por diversas organizações de pesquisa e desenvolvimento (P&D) que atuam no Estado.

Na busca de meios de se avaliar os reais benefícios regionais do aproveitamento da soca de arroz na microrregião do Rio Formoso (Estado do Tocantins), foi analisada sua sustentabilidade nas dimensões econômica, social e ambiental.

Avaliação dos impactos econômicos

A avaliação de impactos econômicos de novas tecnologias fornece informações extremamente úteis para justificar os recursos investidos em pesquisa e desenvolvimento para gerar essas tecnologias. Sem a análise econômica, é difícil conhecer o valor social do conhecimento científico ou de novas tecnologias e fazer julgamentos sobre os *trade-offs* na alocação de recursos escassos para a pesquisa (ALSTON et al., 1995). Internacionalmente a avaliação de impactos econômicos tem recebido uma atenção cada vez maior. No Brasil, as instituições de pesquisa e desenvolvimento também estão valorizando cada vez mais esse tipo de estudo (WANDER et al., 2004).

Os métodos de avaliação econômica de inovações tecnológicas podem ser classificados em três grandes grupos: econométricos, de programação e excedente econômico (MASTERS et al., 1996).

Os métodos econométricos buscam estimar a produtividade marginal da pesquisa durante um longo período de tempo. Assim, os modelos econométricos utilizam uma função de produção, uma função de custo ou uma análise de produtividade total dos fatores para estimar uma mudança na produtividade em função dos investimentos realizados em pesquisa (MAREDA et al., 2000).

Os métodos de programação tentam identificar uma ou mais tecnologias ou atividades de pesquisa dentro de um leque de opções disponíveis. Assim, esses métodos tentam maximizar um objetivo, como, por exemplo, a lucratividade para o agricultor, levando em consideração restrições como disponibilidade dos fatores de produção (terra, capital e trabalho).

O método do excedente econômico busca mensurar os benefícios sociais agregados de um esforço realizado na pesquisa. Esse método fornece estimativas dos retornos dos investimentos, calculando uma variação nos excedentes do consumidor e produtor resultante de uma mudança tecnológica gerada pela pesquisa. A partir daí, o excedente econômico é utilizado, junto com os custos da pesquisa, para calcular o Valor Presente Líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) ou a relação Benefício-Custo (B/C) (MARELIA et al., 2000). A vantagem do método do excedente econômico sobre os outros, é que requer bem menos informações e ainda assim produz resultados úteis e bastante efetivos em mostrar os benefícios que a pesquisa agrícola produz. Desta forma, o método do excedente econômico foi considerado para o presente estudo.

O enfoque do excedente econômico permite que se estime o benefício econômico gerado pela adoção de inovações tecnológicas, comparativamente a uma situação anterior em que a oferta do produto era dependente da tecnologia tradicional. O cálculo da produção excedente é ilustrado na Figura 1, representado pela área hachurada. A estimativa utiliza os coeficientes de elasticidade-preço da oferta e da demanda do produto avaliado, a taxa de deslocamento da curva de oferta resultante da adoção de inovações tecnológicas, os preços e as quantidades oferecidas.

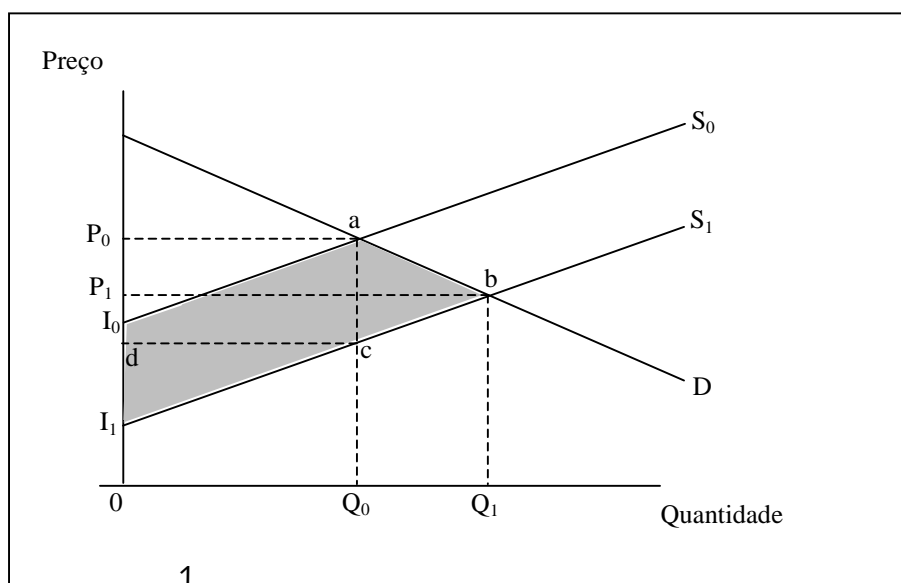


Figura 1. Excedente econômico gerado pela adoção de inovações tecnológicas.

Nas avaliações de impacto econômico de tecnologias, a Embrapa utiliza uma variante do conceito de excedente econômico para o cálculo dos benefícios, adotando-se hipóteses sobre as elasticidades da oferta e da demanda diferentes daquelas usadas na maioria dos demais estudos realizados com base em tal método.

Esta hipótese, que foi adotada inicialmente por Tosterud et al. (1973) e depois por Kislev e Hoffmam (1978), apresenta duas variantes quanto às elasticidades de oferta dependendo do tipo de impacto da inovação tecnológica: a) aumento de produção (rendimentos ou expansão de área) - curva de demanda (D)

perfeitamente elástica e uma curva de oferta (S) vertical (Figura 2), e b) redução de custos - curvas de oferta horizontal e demanda vertical (Figura 3).

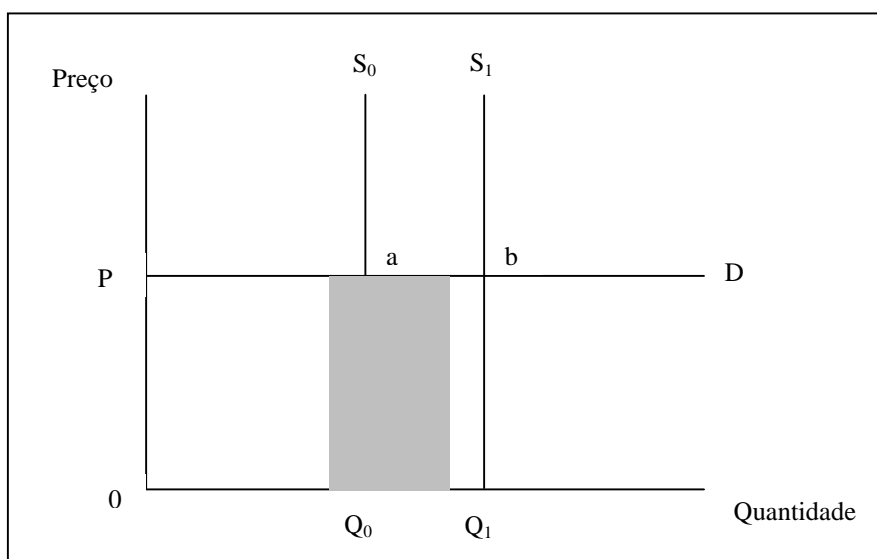


Figura 2. Excedente gerado pela adoção de inovações que aumentam a produção (aumento de produtividade e/ou expansão da área de produção).

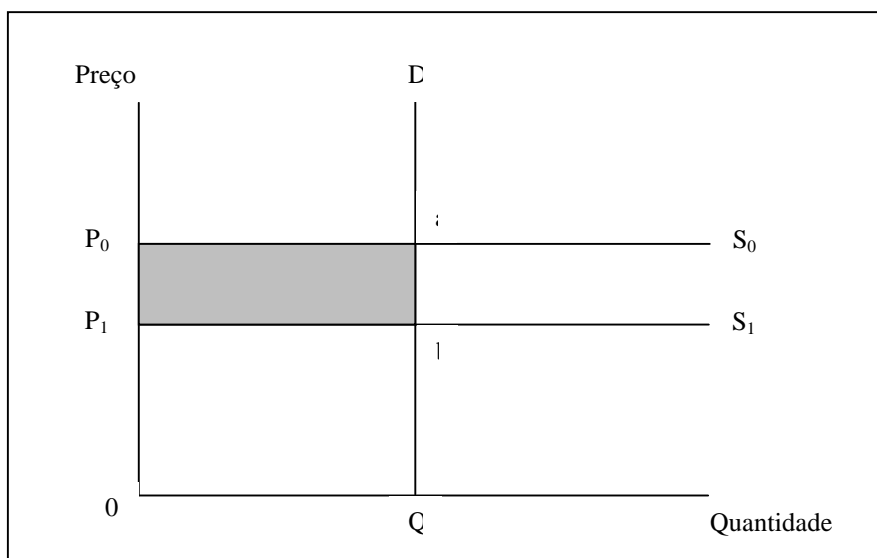


Figura 3. Excedente gerado pela adoção de inovações que reduzem custos de produção.

No caso de aumentos de produção (Figura 2), como é o caso da soca de arroz, o deslocamento da curva de oferta é para a direita (S_0 para S_1), como consequência da adoção de resultados da pesquisa, não afeta o preço do produto (P). Neste caso o deslocamento é feito ao longo de uma curva de demanda horizontal. Por outro lado, na outra hipótese (Figura 3), insumos são poupados (redução de custos) e isto implica que a curva de oferta se desloca horizontalmente para baixo contra uma curva de demanda vertical (ALSTON et al., 1995). Os

excedentes econômicos gerados nas duas hipóteses mostradas nas Figuras 2 e 3 correspondem ao seguinte resultado: aumento de produção – abQ_0Q_1 e redução de custos – P_0aP_1b , respectivamente.

No caso da soca de arroz, que aumenta a produção via incrementos de produtividade, se aplica a hipótese de curva de demanda perfeitamente elástica e curva de oferta perfeitamente inelástica (Figura 2).

Avaliação dos impactos sociais

A dimensão social é parte indissociável de avaliações da sustentabilidade de atividades produtivas em estabelecimentos rurais, bem como de projetos de desenvolvimento, programas ou políticas. Avaliações de impacto são também aplicadas a inovações tecnológicas, no sentido de instruir o desenvolvimento, indicação, transferência e adoção tecnológica (IRIAS et al., 2004; RODRIGUES e CAMPANHOLA, 2003; RODRIGUES et al., 2003a/b).

Rodrigues et al. (2005) realizaram um esforço no sentido de sistematizar um método capaz de aglutinar as diferentes dimensões do impacto social de uma inovação tecnológica. Estes autores desenvolveram o Sistema de Avaliação de Impacto Social da Inovação Tecnológica Agropecuária (Ambitec-Social), o qual consiste de um conjunto de planilhas eletrônicas que integram quatorze indicadores da contribuição de uma dada inovação tecnológica agropecuária para o bem-estar social, no âmbito de um estabelecimento rural. Quatro aspectos essenciais de avaliação são considerados: emprego, renda, saúde e gestão/administração. Os indicadores são construídos em matrizes de ponderação nas quais dados obtidos em campo, de acordo com o conhecimento do produtor/administrador do estabelecimento, são automaticamente transformados em índices de impacto, expressos graficamente. Os resultados da avaliação permitem, ao produtor/administrador, averiguar quais impactos da tecnologia estão em conformidade com seus objetivos de bem estar social; ao tomador de decisões a indicação de medidas de fomento ou controle da adoção da tecnologia, segundo planos de desenvolvimento local sustentável e finalmente, proporcionam uma unidade de medida objetiva de impacto, auxiliando na qualificação, seleção e transferência de tecnologias agropecuárias.

Esse sistema abrange uma avaliação em três etapas: a primeira refere-se ao processo de levantamento e coleta de dados gerais sobre a tecnologia, que inclui informações sobre o seu alcance (abrangência e influência), a delimitação da área geográfica e sobre o universo de adotantes da tecnologia (definindo-se a amostra de adotantes). 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 eletrônicas componentes do Sistema (plataforma MS-Excel), obtendo-se os resultados quantitativos dos impactos e os índices parciais e agregados de impacto social da tecnologia selecionada. A terceira etapa consiste 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 (RODRIGUES et al., 2005).

Avaliação dos impactos ambientais

Existe à disposição dos avaliadores de impacto ambiental vasta literatura, com mais de cem métodos descritos para os mais variados propósitos e situações (BISSET, 1987; CANTER, 1986 e 1996; OREA, 1998). Essa variedade é previsível, dada a multiplicidade de situações passíveis de serem submetidas a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), as disparidades de escala e de qualidade e disponibilidade de dados, a experiência passada em avaliações e projetos semelhantes, bem como os objetivos das avaliações.

No Brasil, o IBAMA (1995) definiu os principais instrumentos da política ambiental e os procedimentos para atendimento dos requisitos para AIA de projetos e empreendimentos, com breve descrição dos principais métodos normalmente empregados. Ainda na literatura brasileira, há um manual de AIA elaborado em um convênio (SURHEMA-GTZ, 1992), no qual os principais métodos disponíveis são descritos e exemplificados, com ênfase para avaliação de projetos envolvendo obras de engenharia. Os fundamentos e introdução à metodologia para avaliação de impactos das atividades agropecuárias foram apresentados por (RODRIGUES, 1998a), que direcionou a abordagem para avaliação de impactos em projetos de pesquisa (RODRIGUES et al., 2000). De acordo com esses autores, a avaliação de impactos ambientais (AIA) é um conjunto de procedimentos desenvolvidos com o objetivo de permitir a previsão, a análise, e as possíveis mitigações dos efeitos ambientais de projetos, planos e políticas de desenvolvimento que impliquem em alteração da qualidade ambiental. Assim, essa avaliação permite a seleção de alternativas mais adequadas às proposições em avaliação, tornando-se um sistema de grande valia para o planejamento e a tomada de decisão em relação ao desenvolvimento sustentável (RODRIGUES, 1998a).

Entre as diferentes modalidades de avaliação de impacto ambiental aplicadas internacionalmente, o Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária (Ambitec-Agro) (IRIAS et al., 2004; RODRIGUES e CAMPANHOLA, 2003; RODRIGUES et al, 2002, 2003a/b) destaca-se pela sua simplicidade e aplicabilidade ao objetivo do estudo. Esse Sistema possui uma estrutura hierárquica simples, que parte da escala local (unidade de área) do respectivo segmento agropecuário e estende-se até a escala de entorno do estabelecimento rural, a paisagem ou microbacia hidrográfica, e atenta para a qualidade dos ecossistemas e para a manutenção de sua capacidade produtiva (RODRIGUES, 1998a). A aplicação do sistema Ambitec-Agro é muito similar ao sistema Ambitec-Social, o qual envolve uma avaliação em três etapas, conforme descrito anteriormente.

O conjunto de planilhas eletrônicas componentes do Sistema Ambitec permite a consideração de diversos aspectos de contribuição de uma dada inovação tecnológica para melhoria ambiental, dependendo do segmento do agronegócio em avaliação. No caso do segmento agropecuário (expressão de impactos tecnológicos por unidade de área), são considerados os aspectos Alcance, Eficiência, Conservação e Recuperação Ambiental. 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 coeficiente de alteração, conforme conhecimento pessoal do adotante/responsável da tecnologia (RODRIGUES, 1998a).

Objetivo

Avaliar os impactos socioeconômicos e ambientais do aproveitamento da soca de arroz na orizicultura irrigada da microrregião do Rio Formoso, Estado do Tocantins, visando estimar o benefício regional proporcionado por essa prática agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

Impacto econômico

Para avaliação econômica foi utilizado o método do excedente econômico, medido por meio do incremento de renda nos vários segmentos da cadeia, decorrentes do aumento de produtividade, redução de custos, expansão de áreas e agregação de valor (ÁVILA, STACHETTI e VEDOVOTO, 2006). Neste estudo, o excedente econômico foi medido pelo incremento da produtividade no sistema de produção, utilizando-se dados conjunturais obtidos do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do custo de produção do arroz irrigado no Estado do Tocantins.

O período de análise compreendeu os anos agrícolas 2002/2003 a 2006/2007, tendo como base os dados de custos de produção e de produtividade do arroz irrigado desses anos agrícolas, em nível de lavoura comercial nos municípios de Dueré, Formoso do Araguaia e Lagoa da Confusão, visto que esses municípios do Estado do Tocantins são os principais produtores de arroz naquele estado e apresentam elevado nível de adoção dessa tecnologia. Foram realizados levantamentos de campo para levantamento de custo de produção, bem como do nível de adoção da prática da cultura e colheita da soca do arroz.

Impacto social

O procedimento de avaliação do Sistema Ambitec-Social consiste em solicitar ao adotante/responsável pela tecnologia que indique a direção (aumenta, diminui, ou permanece inalterado) dos coeficientes de alteração dos componentes (Tabela 1) para cada indicador, em razão específica da aplicação da tecnologia à atividade e nas condições de manejo particulares à sua situação.

Tabela 1. Efeitos da inovação tecnológica e coeficientes de alteração do componente a serem inseridos nas células das matrizes de avaliação de impacto social da inovação tecnológica do Sistema Ambitec-Social.

Efeito da tecnologia na atividade rural sob as condições de manejo específicas da aplicação tecnológica	Coeficiente 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

Fonte: Rodrigues et al. (2005).

Durante a entrevista, o avaliador informa e auxilia o adotante/responsável a exprimir a situação observada para os diferentes aspectos e indicadores de impactos do Sistema, e em visita ao estabelecimento confirma as informações. Como o resultado da avaliação é totalmente dependente dos coeficientes de alteração dos componentes, rigor deve ser exercitado em sua obtenção. A subjetividade de avaliações baseadas em entrevistas, como é o caso desse Sistema, pode 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 interpretação dos coeficientes se faz em duas etapas: primeiro, pela seleção e formulação objetiva dos componentes e indicadores e, segundo, pela clara delimitação e definição desses componentes no contexto de adoção tecnológica. As matrizes do Sistema incluem ainda fatores de ponderação, que se referem à importância do componente para a formação do indicador e à escala geográfica de ocorrência da alteração do 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). Enquanto fator de normalização, essas ponderações podem assumir valores positivos ou negativos, definindo a direção do impacto para o indicador, ou seja, se um aumento do componente significa um impacto favorável (soma de fatores = +1) ou desfavorável (soma de fatores = -1). Os valores de importância dos componentes podem ser alterados pelo usuário do Sistema para melhor refletirem qualquer situação específica na qual certos componentes devam ser enfatizados, desde que o valor total de todos os componentes seja igual à unidade. A escala da ocorrência explicita o espaço geográfico no qual se processa a alteração no componente do indicador, conforme a situação específica de aplicação da tecnologia, e pode ser: (a) pontual - quando os efeitos da tecnologia no componente se restringem apenas ao ponto de sua ocorrência ou à unidade produtiva na qual esteja ocorrendo a alteração; (b) local - quando os efeitos se fazem sentir externamente a essa unidade produtiva, porém confinados aos limites do estabelecimento em avaliação e (c) no entorno - quando os efeitos se fazem sentir além dos limites do estabelecimento (RODRIGUES et al., 2005).

A inserção desses coeficientes de alteração do componente, diretamente nas matrizes e seqüencialmente nas planilhas, resulta na expressão automática do coeficiente de impacto ambiental 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 expressos graficamente na planilha "AIS da Tecnologia", após ponderação automática dos coeficientes de alteração fornecidos pelo adotante/responsável pelos fatores de ponderação dos dados. A soma dos resultados dos indicadores ponderados pelo peso do indicador obtém-se o índice de impacto social, que pode variar de -15 (impacto altamente negativo) a +15 (impacto altamente positivo) (RODRIGUES et al., 2005).

Impacto ambiental

Para avaliação ambiental foi utilizado o Sistema Ambitec, que é composto por um conjunto de planilhas eletrônicas que considera a contribuição da tecnologia em estudo sob os aspectos: alcance e eficiência da tecnologia, conservação e recuperação ambiental (IRIAS et al, 2004); expressos por oito indicadores e 36 componentes, todos integrados em matrizes de ponderação formuladas em planilhas eletrônicas automatizadas (RODRIGUES et al., 2000). Cada componente foi avaliado a campo em uma entrevista realizada pelo usuário do sistema a um conjunto de produtores/responsáveis pela atividade à qual se aplica a inovação tecnológica. Conforme preconizado por Irias et al. (2004), o conhecimento dos adotantes da tecnologia que gerou o coeficiente de alteração é traduzido para uma escala de +3 a -3, em que grande aumento no componente equivale a uma alteração de +3, moderado aumento no componente equivale a uma alteração de +1, componente inalterado equivale a uma alteração nula (0); moderada diminuição no componente equivale a uma alteração de -1 e grande diminuição no componente equivale a uma alteração de -3 (Tabela 1). Esse coeficiente de alteração foi então ponderado segundo a escala da ocorrência, em que a escala pontual possui peso igual a 1, local igual a 2 e entorno igual a 5. A inserção desses coeficientes de alteração do componente, diretamente nas matrizes e seqüencialmente nas planilhas, resulta na expressão automática do coeficiente de impacto ambiental 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 expressos graficamente na planilha "AIA da Tecnologia", após ponderação automática dos coeficientes de alteração fornecidos pelo adotante/responsável pelos fatores de ponderação dos dados. A soma dos resultados dos indicadores ponderados pelo peso do indicador obtém-se o índice de impacto ambiental, que pode variar de -15 (impacto altamente negativo) a +15 (impacto altamente positivo) (IRIAS et al., 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Impactos econômicos

Os níveis de rendimento do cultivo principal (4.800 kg ha^{-1}) se mantiveram estáveis nos três primeiros anos analisados (Tabela 2), com a soca propiciando um incremento de produtividade cerca de 1.200 kg ha^{-1} , elevando a produtividade média para 6.000 kg ha^{-1} . Em 2006, houve uma redução na produtividade da soca, de 1.200 kg ha^{-1} para 780 kg ha^{-1} . Nesse ano, os orizicultores adotantes da soca de arroz na microrregião do Rio Formoso não procederam a adubação nitrogenada e não combateram as pragas existentes na lavoura para não onerarem o custo da produção, em razão do preço do produto que encontrava-se depreciado em relação ao ano anterior. Em 2007, com a expectativa dos produtores por melhores preços, o aproveitamento da soca de arroz foi incrementado em novas áreas, como no Município de Lagoa da Confusão. A produtividade do arroz irrigado no Estado do Tocantins manteve-se em 4.800 kg ha^{-1} . Contudo, tal como ocorreu no ano anterior, a produtividade da soca de arroz decresceu ainda mais, chegando a 600 kg ha^{-1} .

Em 2007, o aumento de lucratividade com o arroz irrigado como cultura principal foi de 10% em relação ao ano de 2006, devido, principalmente, ao aumento no preço do produto. No entanto, foi observado um declínio no aproveitamento da soca que foi, principalmente, devido a não adoção das tecnologias indicadas pela pesquisa, e, conseqüentemente, a geração de produtos com baixa qualidade.

A área de adoção chegou a ultrapassar os 11 mil hectares nos anos 2004 e 2005, motivada principalmente pelos preços compensadores recebidos pelos produtores naqueles dois anos. Em 2006 e 2007 os preços foram menores e, em conseqüência, a área de adoção da técnica foi reduzida drasticamente.

O impacto econômico mensurado pelo excedente econômico regional gerado com a adoção da técnica foi de 3,2 milhões de reais em 2003, 4,1 milhões de reais em 2004, caindo a partir de 2005, tendo chegado a 383 mil reais em 2007 (Tabela 2).

Tabela 2. Ganhos líquidos unitários obtidos com a adoção da soca de arroz na microrregião do Rio Formoso, Tocantins, 2003-2007.

Ano	Rendimento	Rendimento	Preço	Custo	Ganho	Área de adoção (ha) (F)	Benefício Econômico Regional (R\$) G=E x F
	Anterior (kg/ha) (A)	Atual (kg/ha) (B)	Unitário (R\$/kg) (C)	Adicional (R\$/ha) (D)	Unitário (R\$/ha) E= [(B-)xC]-D		
2003	4.800	6.000	0,5166	296,40	323,52	9.921	3.209.641,92
2004	4.800	6.000	0,6166	364,67	375,25	11.057	4.149.139,25
2005	4.800	6.000	0,5166	424,04	195,88	11.760	2.303.548,80
2006	4.800	5.580	0,5000	279,64	110,36	5.112	564.160,32
2007	4.800	5.400	0,5666	148,20	191,76	2.000	383.520,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Na formação do custo de produção do cultivo principal do arroz irrigado foram considerados os insumos, operações com máquinas e implementos/serviços. Foi considerado o preparo convencional do solo feito com grade aradora e niveladora e a manutenção da estrutura básica com os reparos das taipas. O custo da irrigação por inundação foi baseado no bombeamento de água, utilizando motores elétricos. Na adubação de base, por ocasião da semeadura, foram utilizados 350 kg ha⁻¹ do formulado 4-30-16. A adubação nitrogenada foi feita em cobertura, em duas aplicações, totalizando 150 kg. ha⁻¹ de uréia, empregando-se distribuidor tracionado por trator. O controle de plantas daninhas foi realizado com herbicidas pré-emergentes e, nos tratamentos fitossanitários, utilizaram-se inseticidas e fungicidas para o controle das principais pragas e doenças, em aplicações via aérea.

Durante o período analisado, constata-se que os fatores agregados que mais oneraram o custo da produção do cultivo principal, em média, foram os insumos (58%), seguido das operações com máquinas (35%), despesas com serviços (4%) e pós-colheita (3%). O custo adicional da soca refere-se apenas aos custeios com a colheita e pós-colheita, em que foram adotados os mesmos procedimentos do cultivo principal. Os produtores não utilizaram os insumos e tecnologias de manejo preconizadas pela pesquisa.

Segundo levantamentos de campo, a estimativa de adoção da soca de arroz, em 2007, foi de 4,5% para o Estado do Tocantins, totalizando uma área média de 2.000 hectares. O benefício econômico líquido foi da ordem de R\$ 451.284,25 e estima-se um incremento de 16% na produtividade do arroz irrigado devido a adoção da soca, acarretando um aumento na receita líquida equivalente a 796 toneladas de arroz. A soca foi economicamente viável, proporcionando uma relação benefício/custo de 2,29 para os produtores nos municípios avaliados. Ressalva-se, a propósito, que os investimentos básicos, como por exemplo, o preparo do solo e sementes para o plantio, por não terem sido necessários no aproveitamento da soca, propiciaram aos produtores ganhos econômico e financeiro, adicionais, bastante positivos. O aproveitamento da soca constitui uma alternativa de aumento na lucratividade para os produtores de arroz no Estado do Tocantins. Neste Estado, a rentabilidade global (cultura principal + soca) atingiu 35% sobre o investimento realizado para a produção do arroz irrigado, ou seja, uma relação benefício/custo de 1,35.

Impactos sociais

A análise do impacto social da soca de arroz irrigado na microrregião do Rio Formoso foi fundamentada em 14 indicadores balizados pelo Ambitec-Social. Para o presente estudo, apenas cinco indicadores não tiveram aplicabilidade, que foram a capacitação, qualidade do emprego, diversidade de fontes de renda, valor da propriedade e condições de comercialização (coeficiente de impacto igual a zero) (

Tabela 3). Essa constatação foi baseada em levantamento de campo realizada através de aplicação de questionários em dezembro de 2007, junto aos produtores, em áreas dos municípios abrangidos pela tecnologia. Os nove indicadores estudados com os devidos coeficientes de impacto são apresentados na

Tabela 3. Indicadores de emprego, renda, saúde, gestão e administração, seus pesos e coeficientes de impacto para a soca de arroz na microrregião do Rio Formoso (Tocantins) no período de 2003 a 2007.

Aspecto	Indicador	Peso do indicador	Coeficiente de impacto
Emprego	Capacitação	0,1	0
	Oportunidades de emprego local qualificado	0,1	0,825
	Oferta de emprego e condição do trabalhador	0,05	0,45
	Qualidade do emprego	0,1	0
Renda	Geração de renda do estabelecimento	0,05	1,25
	Diversidade de fontes de renda	0,05	0
	Valor da propriedade	0,05	0
Saúde	Saúde ambiental e pessoal	0,05	-1
	Segurança e saúde ocupacional	0,05	-0,1
	Segurança alimentar	0,05	0,6
Gestão e administração	Dedicação e perfil do responsável	0,1	1
	Condição de comercialização	0,1	0
	Reciclagem de resíduos	0,1	1
	Relacionamento institucional	0,05	1,75
Índice de impacto social		-	0,43

Fonte: Dados da pesquisa.

No aspecto emprego, a adoção da tecnologia gera algumas oportunidades de emprego local, principalmente para mão-de-obra familiar e contratada temporariamente. Quanto à renda, a adoção da soca de arroz proporciona um aumento da renda do produtor em função da produção ser superior ao aumento dos custos de produção.

Em relação ao aspecto saúde, a tecnologia apresenta efeitos negativos sobre a saúde ambiental em função da emissão de poluentes atmosféricos; os demais componentes deste item permanecem inalterados ou não se aplicam (

Tabela 3). A segurança e saúde ocupacional são influenciadas negativamente pelo aumento moderado do tempo de exposição dos trabalhadores à umidade. Porém, não há alteração na exposição à periculosidade, ruídos, agentes químicos e biológicos. Adicionalmente o nível de segurança alimentar é incrementado, pois a quantidade produzida aumenta moderadamente, ainda que não altere a garantia de produção.

No aspecto gestão e administração, a adoção da técnica representou um aumento moderado na capacitação dirigida à atividade, melhorando a dedicação do responsável. A condição de comercialização do produtor permaneceu inalterada com a adoção da soca de arroz. O componente reciclagem de resíduos altera positivamente em função da utilização do excedente dos insumos aplicados no cultivo principal pela soca de arroz. No caso do relacionamento institucional, a tecnologia, sob avaliação, impõe aumento moderado no uso de assistência técnica para otimização dos tratamentos culturais durante a cultura principal para garantir

resultados satisfatórios no aproveitamento da soca, além de exigir um aumento moderado na capacitação contínua do gerente.

Diante do resultado, conclui-se que a soca de arroz representa uma opção tecnológica de impactos sociais positivos. Os aspectos que mais contribuem para a favorabilidade da tecnologia são questões ligadas a melhoria do emprego e geração de renda. Por outro lado, como o trabalho de campo se dá em áreas inundadas, questões ligadas à saúde podem apresentar efeitos negativos aos trabalhadores, o que limita a positividade do índice de impacto social como um todo.

Impactos ambientais

O alcance da tecnologia expressa a escala geográfica na qual esta possui efeito sobre a atividade ou produto, sendo 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). No caso da soca de arroz, constata-se que, no período analisado, a área média total cultivada com arroz irrigado no Estado do Tocantins foi de 46.838 hectares, em que a soca de arroz foi cultivada em, aproximadamente, 20% dessa área.

Com relação à eficiência, considera-se à contribuição da tecnologia para a redução da dependência do uso de insumos, sejam esses insumos tecnológicos ou naturais. Os indicadores desse aspecto abrangem os indicadores uso de agroquímicos, de energia e de recursos naturais. A análise dos componentes do primeiro indicador sugere que a soca, atividade agrícola tipicamente extensiva e intensiva, manejada adequadamente, não exige aplicações adicionais de herbicidas e fungicidas. Porém, via de regra, uma aplicação de inseticida pode ser necessária para a obtenção de maior produtividade e melhoria da qualidade dos grãos da soca (número de aplicações de ingredientes ativos). Quanto ao número de produtos e formulações de agrotóxicos usados (variedades de ingredientes ativos) e ao potencial de dano ambiental dos agrotóxicos utilizados na atividade avaliada (toxicidade dos produtos), para o aproveitamento da soca são utilizados os mesmos princípios ativos que o cultivo principal do arroz irrigado, portanto, são componentes com coeficientes inalterados. Vale ressaltar que a ocorrência de resíduos de agrotóxicos é constatada em, praticamente, todos os ambientes do planeta, e graves problemas ocupacionais e toxicológicos estão associados ao seu uso (RODRIGUES, 1998b). Em decorrência, conhecimentos e pesquisas têm sido estimulados para que ocorram avanços tecnológicos e de conscientização dirigida à necessidade de racionalização de uso de agrotóxicos (RODRIGUES, 1998c). No aproveitamento da soca, o uso de fertilizantes, avaliado por meio da quantidade aplicada de NPK hidrossolúvel, calcário e micronutrientes, é reduzido. Esses insumos são aplicados somente no cultivo principal do arroz irrigado, não havendo necessidade de aplicações adicionais; com exceção do nitrogênio, que é aplicado, na forma de uréia, para incrementar a produtividade da soca. O nitrogênio é aplicado logo após a colheita da cultura principal, com o objetivo de obter uma brotação mais rápida e perfilhos mais sadios, para obtenção de adequada produtividade.

O segundo indicador, uso de energia, tem um alto grau de importância uma vez que a energia é essencial em todas as etapas da produção agrícola (RODRIGUES et al., 2002). No caso da soca de arroz, a matriz energética é composta por óleo combustível, gasolina, diesel e eletricidade em decorrência da segunda colheita, da manutenção da lâmina de água, da aplicação de uréia e de inseticida, o que causa moderado impacto negativo nesse coeficiente; enquanto outras formas de energia: carvão mineral, álcool, lenha, bagaço de cana e restos vegetais se mantiveram inalterados.

Quanto ao uso de recursos naturais, há um aumento na utilização de água para irrigação, uma vez que o aproveitamento da soca exige a manutenção da lâmina de água por mais dois meses, consumindo cerca de 60% do total de água exigido pela cultura principal (STONE e SANTOS, 2004). Nesse componente ocorre a geração de impacto moderadamente negativo. O melhor desempenho da soca, em várzeas tropicais, é obtido quando a inundação é iniciada nove dias após a colheita da cultura principal, proporcionando uma economia de água de 14% (SANTOS et al., 2002). Com relação à eficiência no uso do solo, pelo fato de a área ser a mesma utilizada para o cultivo principal de arroz irrigado e a produtividade elevar de 4.800 kg ha⁻¹ para 6.000 kg ha⁻¹, significa que menos área cultivada é necessária para garantir a mesma produção, o que reduz a pressão para ocupação de novas áreas (Tabela 4).

Quanto ao aspecto conservação ambiental, a contribuição da tecnologia é avaliada segundo seu efeito na qualidade dos compartimentos ambientais: atmosfera, capacidade produtiva do solo, água e biodiversidade. No que tange à qualidade do ar, o aproveitamento da soca contribui para um moderado aumento na emissão de metano (CH₄). Neste caso o CH₄ é gerado nos processos metabólicos anaeróbicos dos microrganismos decompositores da matéria orgânica em ambientes anóxicos, como solos inundados em áreas de irrigação, comuns na produção de arroz (LIMA, 2000). Esse gás é um dos principais associados com o aquecimento global do planeta, e por isso, a mensuração desse componente na atmosfera vem sendo incluído nos inventários e projetos de investigação sobre mudanças do clima planetário (COLIN, 2002). No caso do aproveitamento da soca, ocorre um aumento moderado na emissão desse gás, visto que a inundação da área é mantida por mais dois meses. Quanto à capacidade produtiva do solo, indicador fundamental da sustentabilidade das atividades agropecuárias, pode ser avaliada pelos componentes erosão, perda de matéria orgânica e de nutrientes e compactação. A região estudada possui áreas com declives suaves, nos quais, na maior parte dos solos, o escoamento superficial é lento ou médio. Portanto, a soca em sucessão com o cultivo principal não altera os componentes erosão e perda de matéria orgânica/nutrientes, porém aumenta moderadamente a compactação, uma vez que aumenta o tempo que a área fica inundada, além de fazer uso de maquinário para a segunda colheita. Por outro lado, a compactação sub-superficial pode ser vista como vantajosa do ponto de vista ambiental, uma vez que reduz a percolação de água para o lençol freático, aumentando com isso a economia de água para manutenção da lâmina de água, além de evitar possíveis contaminações por agrotóxicos e fertilizantes-N nas águas subterrâneas. A qualidade da água pode ser alterada dentro e nos arredores das lavouras de acordo com a quantidade de fertilizantes e defensivos agrícolas utilizados. Não foi verificado redução da

qualidade da água quando do aproveitamento da soca, em sucessão com a cultura principal, visto que as aplicações de agrotóxicos são eventuais e o tempo adicional que a água permanece na superfície é curto. No entanto, o período da atividade que pode ocorrer maior impacto é a época da aplicação de do fertilizante uréia.

A conservação da biodiversidade é hoje considerada um objetivo fundamental para o desenvolvimento sustentável e uma oportunidade para exercício do papel multifuncional do setor agropecuário, uma vez que a maior parte do estoque presente de diversidade biológica e cultural encontra-se em áreas sujeitas a algum nível de manejo agropecuário e florestal (PIMENTEL et al., 1992). Os principais fatores que podem influenciar a biodiversidade de uma região são o clima (principalmente o período de duração da seca e o índice de precipitação na época da chuva) e a diversidade das espécies vegetais, sendo que essa última influencia diretamente a diversidade entomológica e edáfica. Na região em estudo, a flora e fauna são riquíssimas, devido a grande variedade de ambientes distintos. Uma quantidade significativa de espécies vegetais e animais convivem em perfeita harmonia e equilíbrio com os rios, terrenos altos, matas, ipucas⁶ e ainda com os terrenos alagáveis da região. O aproveitamento da soca, como é realizado em sobreposição à área cultivada com a cultura principal, evita o desmatamento e auxilia na preservação de áreas de vegetação nativa, corredores de fauna e espécies/variedades caboclas existentes na propriedade e no seu entorno. Além disso, para as lavouras de arroz irrigado serem implantadas muito pouco desmate foi efetuado, tendo em vista que as grandes planícies alagáveis apresentavam como cobertura vegetal capim nativo. Com a implantação dessas lavouras e a irrigação na época das secas, o cultivo do arroz irrigado e, por extensão, o aproveitamento da soca contribuíram indiretamente por força de alívio de efetiva pressão de ocupação ou exploração predatória sobre estas áreas. Ademais, as ipucas tornaram-se um grande criatório natural de peixes e conseqüentemente das aves que se alimentam de peixes.

O aspecto recuperação ambiental dedica-se à consideração da resiliência, definida como a capacidade de um material ou sistema em recuperar-se de uma alteração imposta, ou a habilidade de recobrar a forma original após cessada uma pressão deformadora (RODRIGUES et al., 2002). No caso específico da soca, não houve alteração ou nenhuma contribuição efetiva da inovação tecnológica para promover a recuperação da qualidade ambiental e dos ecossistemas, por melhoria das propriedades de compartimentos ambientais ou estoque de recursos. Assim, quando do cultivo principal mais soca do arroz não houve alteração desse coeficiente (Tabela 4). Tabela 4. Indicadores de eficiência tecnológica, conservação e recuperação ambiental, pesos e coeficientes de impacto para a soca de arroz na microrregião do Rio Formoso (Tocantins) no período de 2003 a 2007.

⁶ Ipucas são fragmentos florestais únicos no mundo, desenvolvidos em áreas planas, situados nos topos do nível de alagamento na planície do Araguaia em forma de manchas ou ilhas. Destacam-se pela ocorrência de agrupamentos de plantas da mesma espécie, com predominância de elementos florestais homogêneos, e grande diversidade de espécies da fauna, muitas ainda desconhecidas pela ciência. Há estudos científicos que comprovam que a atividade agrícola desencadeia o colapso das ipucas, com o rebaixamento do solo e afloramento do lençol freático, o que torna estes locais inadequados para o plantio (TOCANTINS, 2008).

Aspecto	Indicador	Peso do indicador	Coefficiente de impacto
Eficiência tecnológica	Uso de agroquímicos/insumos e/ou materiais	0,125	-0,30
	Uso de energia	0,125	-0,60
	Uso de recursos naturais	0,125	0,90
Conservação ambiental	Atmosfera	0,125	-0,80
	Capacidade produtiva do solo	0,125	0,00
	Água	0,125	0,00
	Biodiversidade	0,125	1,00
Recuperação ambiental	Recuperação ambiental	0,125	0,00
Índice de impacto ambiental		-	0,03

Fonte: Dados da pesquisa.

Mediante essa análise (Tabela 4), a soca do arroz, na microrregião do Rio Formoso (Estado do Tocantins), obteve um índice de impacto ambiental igual a 0,03, de um máximo de 15, preconizado pelo sistema. Portanto, a partir do resultado obtido, considera-se que a tecnologia atendeu ao paradigma de não aumentar os impactos ambientais negativos na região estudada. Adicionalmente, alguns efeitos adversos advindo dessa atividade podem ser minimizados como a conscientização/sensibilização dos produtores por meio de treinamento em boas práticas agrícolas.

CONCLUSÃO

A soca de arroz é uma técnica agrícola economicamente viável, ambientalmente aceitável e socialmente justa, nos moldes utilizados na microrregião do Rio Formoso, Tocantins. É uma prática sustentável, visto que apresenta elevação da renda do produtor (dimensão econômica); oferta de emprego e reciclagem de resíduos (dimensão social) e preservação da biodiversidade (dimensão ambiental). De um modo geral, a avaliação dos impactos econômico, social e ambiental do aproveitamento da soca de arroz foi positiva, constituindo em um dos principais fatores responsáveis pelo sucesso das lavouras na região estudada e refletindo na sua importância quanto à segurança alimentar, em nível nacional. A melhoria contínua de todos os processos envolvidos nessa atividade se apóia na adoção de boas práticas agrícolas, com foco principal na conscientização/sensibilização dos produtores e treinamentos em manejo adequado da lavoura de arroz irrigado com o aproveitamento da soca.

Socioeconomic and environmental impacts of ratooning rice production in the microregion of Rio Formoso, Tocantins State

ABSTRACT

The rice (*Oryza sativa* L.) plants are able to generate fertile tillers after harvest. This sprouting, called ratoons, allows a second harvest, which may become a feasible alternative to increase yields in different ecosystems, mainly in low lands, due to its adaptability. As soil tillage and seeding are not required, the ratoon cultivation demands 60% less water and 50% less labor than the main crop. Additionally, it increases the rice production per cultivation area and time as the season is shorter than of the main crop. The success of the ratoon crop is determined by management practices adopted for the main crop, such as seeding date, height of cutting the plants, fertilizer management, seeding and harvesting procedures as well as practices that promote a fast and uniform sprouting, like nitrogen fertilizers, irrigation water management and crop protection. Ratoons represent an alternative to increase production without additional land area and with lower production costs, reducing seasonality of machinery use, increasing yields of tropical low lands with environmental and product quality, improving farmers livelihoods. The regional impacts of ratooning in the lowlands of Rio Formoso microregion of Tocantins State were evaluated in the economic, social and environmental dimensions, considering a period of five years. The economic assessment was based on the economic surplus method, using official production data from 2003 to 2007 and the production costs for irrigated rice in Tocantins State. Ratooning was estimated to be adopted in 20% of cultivated area, generating an economic surplus varying from 2 million reais in season 2002/2003 to 0.3 million reais in season 2006/2007, representing an additional production of 13 thousand tons of paddy in 2003 and 1.2 thousand tons in 2007. The social and environmental assessments were based on the Ambitec-Social and Ambitec-Agro, developed by Embrapa Environment. Rice ratooning in the study area obtained social impact index of 0.43 and an environmental impact index of 0.03.

Keywords: yield increase, economic surplus, sustainability, Ambitec-Agro, Ambitec-Social.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALSTON, J.M.; NORTON, G.W.; PARDEY, P.G. Science under Scarcity: principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting. Cornell University Press & ISNAR. 1995, 585p.

BISSET, R. Methods for environmental impact assessment: a selective survey with case studies. In: BISWAS, A.K.; GEPING, Q. (Eds.). Environmental Impact

Assessment for Developing Countries. London: Tycooly International, 1987. p. 3-64.

CANTER, L. W. Environmental Impacts of Agricultural Production Activities. Chelsea, MI: Lewis Publishers, Inc., 1986. 382 p.

CANTER, L. W. Environmental impact Assessment. New York: McGraw-Hill, Inc., 1996. 660 p.

COLIN, B. Química Ambiental, 2ed., Porto Alegre: Bookman, 2002.

GIRARDIN, P.; BOCKSTALLER, C.; van der WERF, H. Indicators, tools to evaluate the environmental impacts of farming systems. *Journal of Sustainable Agriculture*. V. 13, n. 4, p. 5-21, 1999.

IBAMA. Avaliação de Impacto Ambiental: Agentes Sociais, Procedimentos e Ferramentas. Brasília: IBAMA/DIRPED/DEDIC/DITEC, 1995. 134 p.

IRIAS, L.J.M.; GEBLER, L.; PALHARES, J.C.P.; ROSA, M.F.; RODRIGUES, G.S. Avaliação de impacto ambiental de inovação tecnológica agropecuária: aplicação do sistema Ambitec. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, v.51, n.1, p.23-39, 2004.

KISLEV, Y.; HOFFMAN, M. Research and productivity in wheat in Israel. *Development Studies*, v14, p.166-181, 1978.

LIMA, M. A. Emissão de gases de efeito estufa provenientes de sistemas agrícolas no Brasil. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, n. 17, p. 38-43, 2000.

LSPA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola . Rio de Janeiro: IBGE, dez.2003.

LSPA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola . Rio de Janeiro: IBGE, out.2004.

LSPA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola . Rio de Janeiro: IBGE, dez.2005.

LSPA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola . Rio de Janeiro: IBGE, out.2006.

LSPA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola . Rio de Janeiro: IBGE, set. 2007.

MAREDA, M.; BYERLEE, D.; ANDERSON, J.R. 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, 2000.

MASTERS, W. et al. *The Economic Impact of Agricultural Research: A Practical Guide*. Department of Agricultural Economics, Purdue University, West Lafayette, IN. 1996.

OREA, D. G. Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid: Editorial Agricola Española, S. A., 1998. 260 p.

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*, v. 42, p. 354-362, 1992.
- RODRIGUES, G. S. Avaliação de Impactos Ambientais em Projetos de Pesquisas - Fundamentos, Princípios e Introdução à Metodologia. Jaguariúna (SP): Embrapa Meio Ambiente, Documentos. 14. 1998a. 66 p.
- RODRIGUES, G. S. Pesticide contamination in the South Cone: a review. *Ciência e Cultura*. v. 50, n, 5, p. 342-354, 1998b.
- RODRIGUES, G. S., Ed. Racionalización del uso de pesticidas en el Cono Sur. Montevideo: PROCISUR/IICA, Dialogo. 50. 1998c. 89p.
- 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. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa, 10).
- RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C. Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do novo rural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 4, p. 445-451, 2003.
- RODRIGUES G.S.; CAMPANHOLA, C. KITAMURA, P.C. An environmental impact assessment system for agricultural R&D. *Environmental Impact Assessment Review*, Amsterdam (The Netherlands), v. 23, 2003a, 219-244 p.
- RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P.C. Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: AMBITEC-AGRO. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003b. 95p. (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 e Tecnologia*, Brasília, v. 19, n. 3, 2002, 349-375 p.
- RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P.C.; IRIAS, L.J.M.; RODRIGUES, I. Sistema de Avaliação de Impacto Social da Inovação Tecnológica Agropecuária (Ambitec-Social). Jaguariúna (SP): Embrapa Meio Ambiente, 2005. 31p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 35).
- SANTOS, A.B.; FERREIRA, E.; STONE, L.F.; SILVA, S.C.; RAMOS, C.G. Manejo da água no comportamento da cultura principal e da soca de arroz irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, n.10, p.1412-1420, 2002.
- STONE, L.F.; SANTOS, A.B. dos. Manejo de água. In: SANTOS, A.B. dos. Cultivo da soca de arroz irrigado. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. p.101-108.
- SURHEMA-GTZ. Manual de Avaliação de Impactos Ambientais. Curitiba, PR: Secretaria Especial do Meio Ambiente, 1992.
- TOCANTINS. Procuradoria da República no Estado do Tocantins. Projetos agrícolas em Lagoa da Confusão são multados em oito milhões. Disponível em: <http://www.prto.mpf.gov.br/info/info_detalhes_a.php?iid=1867&ctg=&sctg=>. Acesso em: 30 mai. 2008.

TOSTERUD, R.J.; GILSON, J.C.; HANNAH, A.E.; STEFANSSON, B.R. Benefit cost evaluation of research relating to the development of selkirk wheat and target rapeseed .In: SYMPOSIUM ON AGRICULTURAL Research, Proceedings, 1, s.l. University of Manitoba, 1973, v.1, p.149-99 (Occas. Serv.).

WANDER, A. E.; MAGALHÃES, M. C.; VEDOVOTO, G. L.; MARTINS, E. C. Using the Economic Surplus Method to Assess Economic Impacts of New Technologies: Case Studies of Embrapa. In: Deutscher Tropentag 2004: Rural Poverty Reduction through Research for Development and Transformation, Berlin. Proceedings of the Deutscher Tropentag 2004. Berlin: 2004, 10p.