

## AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DA TECNOLOGIA TRIO DA PRODUTIVIDADE NA CULTURA DA MANDIOCA NO ESTADO DO PARÁ

### EVALUATION OF ECONOMIC, SOCIAL AND ENVIRONMENTAL IMPACTS OF TECHNOLOGY TRIO OF PRODUCTIVITY IN CASSAVA CROPPING IN THE STATE OF PARÁ

Enilson Solano Albuquerque Silva - Mestre em agronomia, analista da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-Pa. E-mail: [enilson.silva@embrapa.br](mailto:enilson.silva@embrapa.br).

Aldecy José Garcia de Moraes - Economista, mestre em Administração, analista da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-Pa. E-mail: [aldecy.moraes@embrapa.br](mailto:aldecy.moraes@embrapa.br).

Everaldo Nascimento de Almeida - Dsc. em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental. E-mail: [everaldo.almeida@embrapa.br](mailto:everaldo.almeida@embrapa.br).

Patricia Ledoux Ruy de Souza - Mestre em Economia do Desenvolvimento, analista da Embrapa Amazônia Oriental. E-mail: [patricia.ledoux@embrapa.br](mailto:patricia.ledoux@embrapa.br).

**Grupo de Pesquisa: Agropecuária, Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**

#### Resumo

O artigo avalia os impactos econômico, social e ambiental da tecnologia denominada Trio da Produtividade na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em áreas de agricultores familiares no estado do Pará. A tecnologia consiste em três práticas, a saber: a) seleção e preparo de material para plantio; b) espaçamento; e c) tratos culturais. Utilizou-se o método do excedente econômico para a avaliação do impacto econômico e a ferramenta Ambitec-Agro para avaliação dos impactos social e ambiental. Os resultados mostraram que a adoção dessa tecnologia gera impactos positivos (benefícios diretos), principalmente nas dimensões econômica e social. Por outro lado, não mudou o quadro ambiental nas propriedades rurais, pois a tecnologia utiliza práticas culturais que não interferem nos processos de recuperação e conservação ambientais, conforme os indicadores avaliados. Mas, ao proporcionar um ganho de produtividade em média de 54,32% em comparação ao sistema tradicional, é possível obter o mesmo volume de produção com a redução da área plantada, tendo como efeito a redução do desmatamento para o seu cultivo, trazendo assim benefícios ambientais indiretos. Mesmo com benefícios diretos e indiretos, a área de adoção com a utilização do Trio da Produtividade ainda é incipiente, inferior a 2% da área total utilizada para o cultivo da mandioca no Estado do Pará em 2014, o que demonstra a necessidade de intensificar ações de transferência de tecnologia a fim de potencializar sua adoção.

**Palavras-chave:** Trio da Produtividade, Avaliação de Impacto, Mandioca.

#### Abstract

*This paper evaluates the economic, social and environmental impacts of the technology known as trio of productivity in the cultivation of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in the family farmer's lands in the State of Pará. The technology consists into three practices, i.e.:*

*a) selection and prepare of material to planting; b) spacing; and c) crop handling. It was used the economic surplus method to evaluate the economic impact, and the tool Ambitec-Agro to evaluate the social and environmental impacts. The results showed that the adoption of the technology generates positive impacts (direct benefits), mainly, in the economic and social aspects. On the other hand, the use of the technology did not change the environmental framework in the rural properties, because the technology uses cultural practices that do not interfere in the environmental conservation and recovering processes, according to the indicators evaluated. However, by providing an average productivity gain of 54.32 % compared to the traditional system, it is possible to obtain the same production volume with reduced crop area, resulting in indirect environmental benefits. Although the direct and indirect benefits, the adoption area with the use of the Trio of Productivity still is incipient, less than 2% of the total area used for cassava cropping in the State of Pará in 2014, showing the necessity for intensifying actions of technology transference aiming to strengthen adoption.*

**Key words:** *Trio of Productivity, Impact Assessment, Cassava.*

## 1. Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura de grande importância socioeconômica, sendo cultivada em todas as regiões brasileiras nas mais diversas condições edafoclimáticas. Em algumas regiões do Brasil, a mandioca é um dos principais cultivos do qual depende a subsistência e a renda de muitos produtores, principalmente familiares. Além da destacada importância na alimentação humana e animal, as raízes da mandioca são também utilizadas como matéria-prima em inúmeros produtos industriais.

A cultura da mandioca é explorada em duas modalidades, os cultivos destinados à subsistência e/ou consumo animal e as lavouras comerciais com grandes extensões, cujo consumo principal é das fecularias ou farinheiras. Existem ainda pequenas unidades de fabricação de goma ou de polvilho azedo que geralmente são exploradas por agricultores familiares, sendo que nessas, o processo de produção é artesanal, inclusive com a secagem do produto final ainda realizada em terrenos próximos às residências.

Apesar de sua importância socioeconômica, a mandioca não apresenta um padrão estável de produção ao longo do tempo, exibindo uma significativa oscilação, principalmente no que se refere à área cultivada e preço.

Em 2014, o total da produção brasileira foi de aproximadamente 23,2 milhões de toneladas, colhidas em uma área de 1,56 milhões de hectares. Isso representou um aumento na produção em torno de 8,18% em relação ao ano de 2013 (PRODUÇÃO..., 2014). Mesmo sendo cultivada em todo o país, é a região norte que se constitui como grande produtora e consumidora dos produtos de mandioca. Em 2014, a sua participação foi de aproximadamente 34,58% da produção nacional, seguida da região nordeste com aproximadamente 24,39% e a região sul com 24,02% (PRODUÇÃO..., 2014).

Em termos estaduais, a produção concentra-se basicamente em três estados, que juntos detêm 47,35% da produção brasileira. São eles: o Pará com aproximadamente 4,9 milhões de toneladas, o Paraná com pouco mais de 3,9 milhões de toneladas e a Bahia com 2,1 milhões de toneladas (PRODUÇÃO..., 2014).

O Estado do Pará, ao longo dos anos, ocupa o primeiro lugar na produção nacional. Uma das características desse estado é a existência de milhares de pequenas casas de farinha<sup>1</sup>,

---

<sup>1</sup> Casa de farinha é o nome dado ao local onde se fabrica a farinha de modo artesanal.

que resultam na maior produção brasileira de farinha. Apesar de maior produtor, em 2014 a sua produtividade média foi de 14,27 kg/ha, abaixo da produtividade do estado do Paraná de 25,18 kg/ha (PRODUÇÃO..., 2014). Essa menor produtividade no Estado do Pará, muito baixa em relação ao potencial da cultura, está relacionada, dentre outros fatores, ao baixo nível tecnológico e ao reduzido uso de insumos que conjugados contribuem para a situação atual.

A existência de problemas relacionados à baixa produtividade da mandioca no estado do Pará, os quais impactam negativamente outros elos da cadeia produtiva se constitui como desafio para a pesquisa: como produzir mais em um espaço menor?

Visando atender a esse desafio, a Embrapa Amazônia Oriental lançou o Trio da Produtividade na cultura da mandioca, uma tecnologia de processo que preconiza a adoção de práticas simples de manejo, e tem comprovado ser capaz de aumentar a produtividade da cultura da mandioca, sendo orientada apenas para mudanças nos procedimentos de cultivo (ALVES, 2007). As tecnologias de processos referem-se às que trabalham preferencialmente a informação que devem interferir nos sistemas de produção, especificamente na mudança de procedimento dos agricultores, visando à execução e controle de práticas agrícolas e do número de épocas das operações (ALVES; MODESTO JÚNIOR, 2013).

Observa-se que muitas das tecnologias geradas são de difícil aplicação no sistema de produção familiar na Amazônia. A tentativa dos técnicos é predominantemente “transferir” informações voltadas para o uso de “tecnologias de insumos”, que sempre oneram o sistema de produção e frequentemente não são adotadas pelos pequenos produtores, geralmente descapitalizados além do fato destes insumos não estarem disponíveis suficientemente na região, o que provoca a elevação dos preços, onerados pelo frete proveniente de regiões distantes. Portanto, mais uma razão para que as tecnologias de processos sejam preferidas em relação às tecnologias de insumo (ALVES et al., 2008).

Para atender a demanda da maioria dos produtores de mandioca há necessidade de geração e divulgação de tecnologias adaptadas às realidades locais, sobretudo, do ponto de vista econômico, social e ambiental. O Trio da Produtividade na cultura da mandioca é um exemplo de tecnologia simples que vem sendo transferida a agricultores familiares, o qual tem o objetivo de aumentar a produtividade da cultura e que tem apresentado resultados positivos.

A expansão da tecnologia ocorre principalmente em propriedades de agricultores familiares. Nessas propriedades, os cultivos são plantados em pequenas áreas anualmente, atingindo, em média, um hectare e são caracterizados pelo baixo nível tecnológico e baixo uso de insumos. Neste contexto, a adoção do Trio da Produtividade na cultura da mandioca tem um importante papel para contribuir na transformação da agricultura familiar na Amazônia.

Nesse contexto, a avaliação de impacto de tecnologias agropecuárias reveste-se de grande importância na medida em que procura estimar os efeitos e benefícios econômico, social e ambiental à sociedade. Serve também para a Embrapa, enquanto instituição pública, mostrar à sociedade a efetividade dos seus resultados, frente aos recursos aplicados em pesquisa agropecuária no Brasil.

O presente trabalho tem como objetivo realizar a avaliação de impacto do Trio da Produtividade na cultura da mandioca, tecnologia gerada pela Embrapa Amazônia Oriental, nos aspectos econômico, social e ambiental.

## 2. DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA

A inovação tecnológica denominada Trio da Produtividade na cultura da mandioca, lançada em 2007 pela Embrapa Amazônia Oriental, consiste em três práticas, a saber: i)

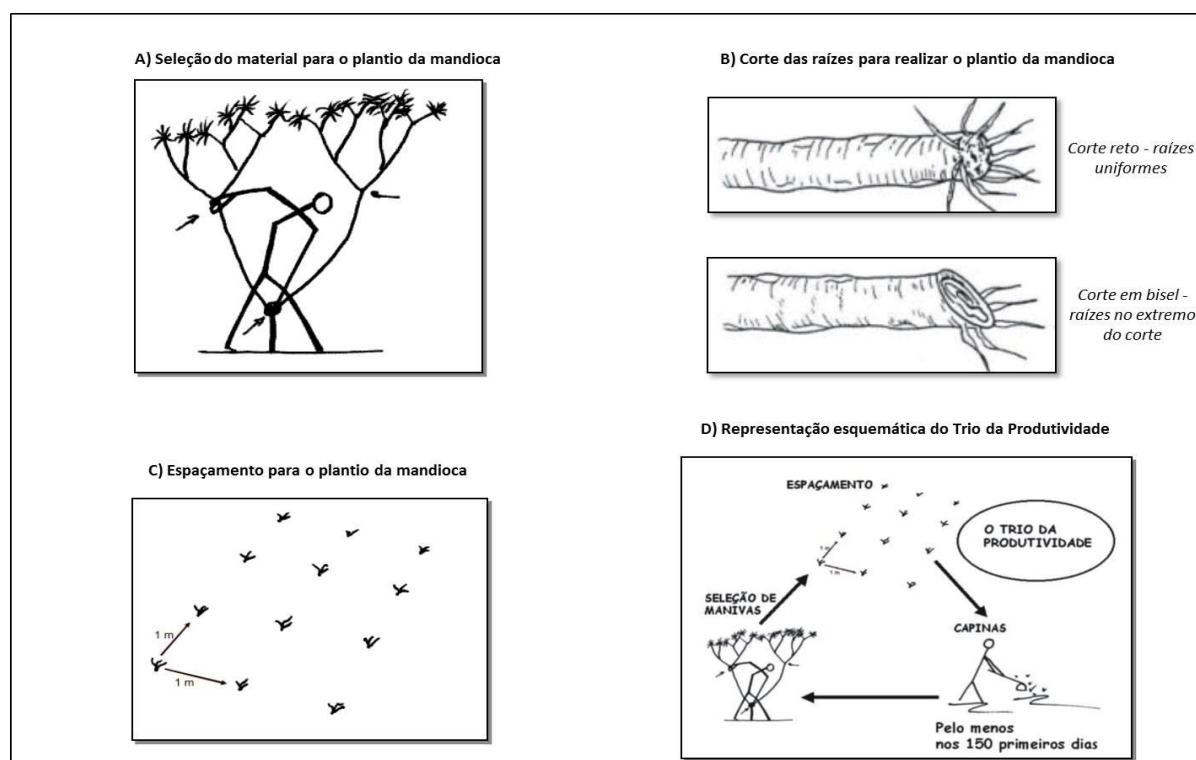
seleção e preparo de material para plantio; ii) espaçamento; e iii) tratos culturais. A figura 1 mostra um painel ilustrativo dessas etapas.

Em relação à seleção e ao preparo do material para plantio (figura 1-A), a tecnologia recomenda que se retire manivas da parte mediana de plantas com idade de 8 a 12 meses, eliminando a parte inferior fibrosa (que corre o risco de não brotar) e a parte superior esverdeada (que origina plantas raquíticas) (ALVES et al., 2008).

O corte das manivas<sup>2</sup> deve ser reto (nunca em bisel ou bico de gaita – figura 1-B) e no tamanho de 20 cm, contendo de 5 a 7 gemas, além de eliminar as plantas doentes que não servem para propagação de material. No corte das manivas eliminam-se também aquelas atacadas por doenças ou brocadas.

Em relação ao espaçamento, a pesquisa recomenda que o plantio seja feito em fileiras simples de 1,00m x 1,00m (figura 1-C).

Figura 1. Painel ilustrativo do Trio da Produtividade na cultura da mandioca



Nesse sistema, o plantio da mandioca deve ser realizado no início das chuvas ou no começo da estiagem, para locais onde as chuvas são bem distribuídas por todo o ano. A plantação deve ser feita em covas com profundidade média de 10 cm, com as estacas colocadas na posição horizontal (ALVES, 2007).

No que se refere aos tratos culturais, recomenda-se que a área plantada seja mantida limpa pelo menos nos 150 primeiros dias (equivalente a duas capinas), pois nesse período o mato ainda compete por nutrientes com a raiz.

<sup>2</sup> Maniva é o nome dado ao caule da mandioca que é utilizado para o plantio.



A utilização dessas três práticas no sistema de produção da cultura da mandioca em propriedades familiares reflete no incremento da produtividade da cultura. A figura 1-D mostra a representação esquemática do Trio da Produtividade na cultura da mandioca.

No quadro 1 descrevem-se sinteticamente as vantagens e as desvantagens do uso da tecnologia Trio da Produtividade na cultura da mandioca comparativamente ao sistema tradicional de produção de mandioca.

Quadro 1: Vantagens e Desvantagens do Uso da Tecnologia

	<b>Sistema Tradicional</b>	<b>Trio da Produtividade</b>
<b>Vantagens</b>	Custo de implantação menor Sem necessidade de capacitação (uso do conhecimento tradicional)	Incremento de produtividade e renda Geração de maior número de empregos Maior segurança alimentar
<b>Desvantagens</b>	Menor produtividade Torna-se obsoleto em função da tecnologia alternativa Perda de competitividade Gera menos emprego em relação à tecnologia recomendada pela pesquisa	Custo adicional de implantação

Fonte: Silva et al. (2015), com adaptação.

### 3 REVISÃO DOS RESULTADOS DE PESQUISA

Desde 2007, quando foi lançado o Trio da Produtividade na cultura da mandioca, vários trabalhos (ALVES et al., 2008), (ALVES; MODESTO JÚNIOR, 2012), (ALVES; MODESTO JÚNIOR, 2014); (MODESTO JÚNIOR; ALVES, 2014a), (MODESTO JÚNIOR; ALVES, 2014b) têm apresentado os resultados de pesquisas realizadas em diferentes municípios do estado do Pará, que mostram vantagem dessa tecnologia comparativamente ao sistema tradicional de cultivo da mandioca, sobretudo relacionada ao aumento da produtividade.

As primeiras ações de transferência da tecnologia no âmbito das propriedades rurais iniciaram em 2007, junto a agricultores familiares dos municípios de Moju e Acará, no qual se obteve como resultado uma produtividade média da ordem de 27,64 t/ha, cerca de 60% a mais que a média do estado do Pará (ALVES et al., 2008).

Apesar dos resultados promissores, foram observadas algumas dificuldades relatadas pelos agricultores na adoção do Trio da Produtividade. Uma delas refere-se ao “plantio em linha” (plantio em espaçamento definido), que, de acordo com os depoimentos, é mais demorado que no sistema tradicional. Outra dificuldade mencionada é na obtenção de manivas-sementes, pois as áreas não possuíam material propagativo para uma seleção criteriosa do que os agricultores denominaram de “maniva classificada”. Observou-se também uma vantagem importante relatada pelos agricultores: a utilização de manivas selecionadas melhora o vigor das plantas e favorece o rápido fechamento de sua parte aérea, reduzindo o número de capinas para apenas duas (ALVES et al., 2008).

Em trabalhos conduzidos com agricultores familiares na região do Baixo Tocantins, em 2008, nas comunidades do Guarumã (Acará, PA), Itacuruçá-Alto (Abaetetuba, PA), Vila

Moiraba (Cametá, PA) e Trevo (Moju, PA), utilizando as tecnologias Roça sem Fogo<sup>3</sup> no preparo de área e o Trio da Produtividade no cultivo da mandioca, obteve-se uma produtividade média de 22,17 t/ha, cerca de 40% a mais que a média estadual (ALVES; MODESTO JÚNIOR, 2012).

Em outra pesquisa conduzida no município de Cametá no ano de 2010, na comunidade de Porto Grande, foram instaladas oito unidades demonstrativas (UDs) em áreas de agricultores, utilizando-se duas variedades de mandioca selecionadas na própria comunidade, a Taxi e a Bacuri. Os resultados revelaram que a utilização da Roça sem Fogo e do Trio da Produtividade com a cultivar Bacuri obteve uma produtividade média de 21,25 t/ha quase o dobro da produtividade da Taxi com 11,0 t/ha e 65,75% a mais que a produtividade média (12,82 t/ha) obtida pelos agricultores da comunidade. Em um dos tratamentos no qual se utilizou a variedade Bacuri com o Trio da Produtividade, aplicando calcário dolomítico na dosagem de uma t/ha e rocha fosfatada na dosagem de uma t/ha para a correção e fertilização do solo, a produtividade se elevou para 30,50 t/ha (ALVES; MODESTO JÚNIOR, 2014).

Em trabalho semelhante conduzido junto a agricultores familiares na comunidade de Vila Adonias (Ourém, PA), no período de abril de 2012 a abril de 2013, foram instaladas duas UD's com o cultivo da mandioca, uma com a Roça sem Fogo e a outra com mecanização, seguindo as orientações do Trio da Produtividade, e com aplicação de adubação química de NPK na formulação 10:28:20 na dose de 200 kg/ha, aplicado 30 dias após o plantio, imediatamente após a primeira capina. O resultado mostrou que a maior produtividade foi obtida a partir da combinação da Roça sem Fogo com o Trio da produtividade chegando a 30,6 t/ha, cerca de 30% superior ao cultivo mecanizado (23,75%) e o dobro da média obtida pelos agricultores da comunidade com média de 12 t/ha e 15 t/ha (MODESTO JÚNIOR; ALVES, 2014a).

Em 2013, instalou-se uma UD na Comunidade Miritipitanga, Município de Tomé-Açu, utilizando-se os procedimentos da Roça sem Fogo e do Trio da Produtividade. O resultado obtido mostrou que a produtividade da mandioca foi de 20,76 t/ha, ou seja, 73% superior à produtividade média do Município de Tomé-Açu na ordem de 12 t/ha (MODESTO JÚNIOR; ALVES, 2014b).

Esses resultados revelam, portanto, que o Trio da Produtividade tem se mostrado eficiente na elevação da produtividade de mandioca. E quando utilizado com outros métodos como a Roça sem fogo no preparo de área e com aplicação de corretivos e fertilizantes do solo, tem potencial para duplicar a produtividade média.

#### 4 METODOLOGIA

O procedimento metodológico utilizado tem como intuito realizar a comparação da tecnologia gerada pela Embrapa com aquela utilizada previamente à sua adoção ou com as principais alternativas existentes no mercado, buscando mapear todos os efeitos ao longo da cadeia produtiva (AVILA et al., 2005, 2008). No presente trabalho esse método serviu para efetuar a comparação da tecnologia Trio da Produtividade com as práticas de cultivos da mandioca anteriores utilizadas pelos produtores. Essas avaliações ocorrem anualmente e retratam o impacto da tecnologia nas dimensões econômica, social e ambiental.

Para avaliar os impactos econômicos utilizou-se o método do excedente econômico, pois permite estimar o benefício econômico gerado pela adoção de inovações tecnológicas, comparativamente a uma situação anterior em que a oferta da produção era dependente da

---

<sup>3</sup> Roça sem Fogo refere-se à técnica de preparo de área sem a utilização do fogo.

tecnologia tradicional (AVILA et al., 2008). Os impactos econômicos gerados pela adoção da tecnologia são provenientes de diferentes fatores: incrementos de produtividade, redução de custo de produção, expansão da produção em novas áreas e agregação de valor via melhorias de produtos.

No caso especificamente do Trio da Produtividade o benefício econômico foi estimado a partir do incremento da produtividade. Nessa perspectiva, compara-se o rendimento dessa tecnologia (atual) com o rendimento do sistema tradicional (anterior). O rendimento anterior foi obtido a partir dos dados de produtividade média do Estado do Pará registrados na pesquisa Produção Agrícola Municipal (PAM) - IBGE, ao passo que o rendimento atual foi baseado em valores médios de produtividade de resultados de pesquisas realizadas nos diversos municípios do estado.

O ganho unitário pelo uso da tecnologia foi definido a partir dos resultados dos incrementos de rendimento por hectare, além de considerar fatores como o preço do produto pago ao produtor e os custos adicionais. Neste trabalho, considerou-se o preço médio anual (em kg) da raiz de mandioca pago ao produtor dos diversos municípios paraenses, obtido por meio do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA), realizado pelo Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias – GCEA/IBGE. Já os custos adicionais da tecnologia foram determinados pela diferença entre os custos sem e com a implantação do Trio da Produtividade.

A parcela do benefício econômico atribuído à Embrapa é definida a partir da aplicação de um percentual de participação da instituição na geração da inovação tecnológica, estimada com base em informações dos pesquisadores que desenvolveram a tecnologia (AVILA et al., 2005, 2008; VEDOVOTO et al., 2008). No caso do Trio da Produtividade estimou-se em 70% essa participação, considerando que foi a instituição que sistematizou todo o processo, bem como foi a responsável pela instalação e condução dos experimentos para validação da tecnologia nos diversos municípios do estado do Pará. O percentual restante foi atribuído às outras instituições parceiras como a Emater-Pa, que exerceu um papel importante de assistência técnica e extensão rural, e o Sebrae-Pa, que contribuiu para o financiamento de ações de projetos.

De posse do ganho líquido da Embrapa, e multiplicando esse valor pela área de adoção determina-se o benefício econômico proporcionado pela tecnologia (AVILA et al., 2005, 2008; VEDOVOTO et al., 2008). A área de adoção do Trio da Produtividade foi obtida com base em informações de instituições locais como os escritórios da Emater nos municípios, secretarias de agricultura, sindicato de produtores e trabalhadores rurais, além de visitas *in loco* nas áreas dos agricultores familiares. Deve-se ressaltar que foram considerados para a estimativa da área de adoção somente os municípios que tiveram ações de transferência de tecnologia do Trio da Produtividade por parte da Embrapa e de instituições parceiras.

Para a avaliação dos impactos social e ambiental utilizou-se a ferramenta Ambitec – Agro. Essa ferramenta consiste de módulos integrados de indicadores socioambientais para os setores produtivos rurais da agricultura, da produção animal e da indústria. O sistema se compõe de um conjunto de matrizes de ponderação construídas para permitir a consideração dos aspectos de contribuição de uma dada inovação tecnológica ou atividade para o desempenho socioambiental na produção agropecuária (RODRIGUES et al., 2010).

Os aspectos sociais avaliados foram: emprego, renda, saúde, gestão e administração; enquanto que a eficiência tecnológica, qualidade e recuperação ambiental formam os aspectos ambientais. Para cada um dos aspectos analisados a ferramenta registra a percepção do produtor sobre o efeito da tecnologia, através de um coeficiente de alteração, tal como segue: i. grande aumento = +3, ii. moderado aumento = +1, iii. inalterado = 0, iv. moderada diminuição = -1, v. grande diminuição = -3. A ferramenta Ambitec-Agro também se utiliza

de um fator de ponderação, relativo à escala de ocorrência do efeito positivo ou negativo ocasionado pela adoção da tecnologia (pontual = 1, local = 2 e entorno = 5). Sendo que na inovação tecnológica o termo *pontual* é quando o impacto da tecnologia se restringe ao campo cultivado; o termo *local* é quando o impacto da tecnologia se estende além do pontual, mas, ainda nos domínios da propriedade e, por último, no *entorno* refere-se quando o impacto observado extrapole os limites da propriedade rural, abrangendo as vizinhas, ou mesmo além da comunidade rural (MEDEIROS et. al., 2007).

As informações pertinentes são obtidas por meio de entrevistas aplicadas junto aos produtores, e posteriormente sistematizadas em uma planilha eletrônica, plataforma MS-Excel, que detém as ferramentas também para análise de todas as informações. Os resultados finais da avaliação de cada um dos impactos são expressos graficamente na planilha eletrônica, e por último, a planilha também apresenta uma síntese geral do impacto geral da atividade que obedece a uma escala de -15 a +15.

Para a coleta de informações, foram entrevistados 10 agricultores familiares, cuja renda básica vem, em sua maioria, do cultivo da mandioca e que adotaram o Trio da Produtividade no cultivo da mandioca como novo componente do sistema produtivo. Além disso, foram consultados informantes-chave representantes de prestadoras de serviços de ATER, secretarias de agricultura e outras instituições locais responsáveis pela transferência dessa tecnologia.

Os municípios considerados no levantamento de informações foram: Abaetetuba, Acará, Baião, Barcarena, Bragança, Cametá, Capitão Poço, Castanhal, Garrafão do Norte, Igarapé- Açu, Moju, Inhangapi, Ipixuna do Pará, Irituia, Itaituba, Jacareacanga, Marabá, Mãe do Rio, Nova Esperança do Piriá, Oriximiná, Ourém, Paragominas, Santa Izabel do Pará, Santa Maria do Pará, Santarém, São Miguel do Guamá, Tailândia, Tomé-açu, Tracuateua e Vigia.

A tecnologia Trio da Produtividade começou a ser estudada pela Embrapa Amazônia Oriental em 2005 e foi lançada no ano de 2007. Por tratar-se de uma cultura anual, os efeitos econômicos de sua adoção foram analisados a partir do ano de 2008. Procederam-se avaliações anuais periódicas até 2014.

## 5 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DO TRIO DA PRODUTIVIDADE NA CULTURA DA MANDIOCA

### 5.1 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS

Os impactos econômicos do uso da tecnologia Trio da Produtividade na cultura da mandioca foram quantificados e analisados considerando-se o seu efeito no aumento da produtividade das áreas de cultivo de mandioca, por ser o principal e mais expressivo resultado. Conforme o método do excedente econômico pode-se chegar aos valores expressos nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Rendimentos, Custos Adicionais e Ganhos Líquidos Unitários da Tecnologia - 2008-2014.

Ano	Unidade de Medida (Um)	Rendimento Anterior (*)	Rendimento Atual -	Preço Unitário	Custo Adicional	Ganho Unitário - R\$/ha
		- kg/ha	kg/ha	- R\$	- R\$	
		(A)	(B)	(C)	(D)	$E = \{(B - A) \times C\} - D$
2008	hectare	15.700	24.000	0,22	761,23	1.035,43
2009		15.600	23.900	0,23	809,82	1.133,37



2010	15.400	23.700	0,24	861,51	1.099,26
2011	15.800	24.100	0,25	916,50	1.136,12
2012	15.300	23.600	0,27	975,00	1.303,81
2013	15.320	23.620	0,27	1.014,98	1.262,87
2014	15.280	23.580	0,29	1.234,50	1.172,50

(\*) Os valores do Rendimento Anterior correspondem sempre ao rendimento médio do ano anterior. Ex.: O valor de 2014 (15.280) refere-se à média do ano de 2013, e assim sucessivamente.

Fonte: Silva et al. (2015), com adaptação.

Na tabela 1 têm-se os ganhos unitários líquidos referentes ao incremento de produtividade (rendimento) para os anos de 2008-2014. Considerou-se o preço médio anual, levando em conta a variação do preço nesse período. Os custos adicionais da tecnologia refletem os acréscimos de despesas com a implantação e condução dos cultivos.

Em relação ao aumento da produtividade, observa-se que, com a adoção da tecnologia ocorre um crescimento médio de 54,32% relativamente ao cultivo tradicional. Para efeito de ilustração, em 2014, o rendimento com o cultivo tradicional foi, em média, de 15,28 t/ha variando para 23,58 t/ha com a adoção do Trio da Produtividade. Esse resultado demonstra o potencial da tecnologia para provocar mudanças no cenário da agricultura familiar.

Em relação aos ganhos líquidos unitários observa-se uma oscilação em seu comportamento ao longo do período de 2008 a 2014, sendo que nos dois últimos anos tem ocorrido uma redução, devido principalmente à elevação do custo adicional da tecnologia. No ano de 2014 o ganho líquido por hectare alcançou o montante de R\$ 1.172,50.

Os dados da tabela 2 demonstram os benefícios econômicos no Estado do Pará, proporcionados pelo Trio da Produtividade no cultivo da mandioca. A participação da Embrapa Amazônia Oriental foi estimada em 70%, em função da sua participação efetiva no processo de criação e das ações de transferência da tecnologia. A participação complementar decorre das ações e apoio financeiro de outras instituições como SEBRAE e EMATER; de associações de produtores que desenvolveram ações de consolidação da pesquisa no processo de difusão junto aos produtores rurais.

Observa-se que a área de adoção do Trio da Produtividade na cultura da mandioca vem crescendo ao longo dos últimos cinco anos (2010-2014), embora essa expansão represente uma parcela muito pequena de participação dessa tecnologia da área total cultivada de mandioca no estado do Pará. Com efeito, em 2014, a área estimada de adoção do Trio da Produtividade foi de 5.701 hectares. Se considerarmos a área total cultivada de mandioca no estado do Pará naquele ano, que foi de 344.323 hectares (PRODUÇÃO..., 2014), significa dizer que menos de 2% desse total são cultivados com a adoção dessa tecnologia.

Tabela 2. Benefícios Econômicos do Trio da Produtividade - 2008-2014.

Ano	Participação Embrapa - %	Ganho Líquido Embrapa - R\$/ha	Unidade de Medida (ha)	Área de Adoção - ha	Benefício Econômico - R\$
	(F)	$G = (E \times F)/100$		(H)	$I = (G \times H)$
2008	70	724,80	hectare	2.546	1.845.235,47
2009	70	793,36		1.844	1.462.757,76
2010	70	769,48		2.794	2.149.670,22
2011	70	795,29		3.179	2.528.153,16
2012	70	912,67		3.497	3.191.425,28
2013	70	884,01		5.102	4.509.783,89

2014                      70                      820,75                      5.701                      4.679.095,75

Fonte: Silva et al. (2015), com adaptação.

Com relação aos ganhos líquidos da Embrapa (calculados por meio do ganho unitário e do percentual de participação da Embrapa), no ano de 2014, esse ganho atingiu R\$ 820,75 por hectare. Com base nos levantamentos de campo, onde foram realizadas visitas em áreas de produtores de mandioca e colhidas informações de técnicos de instituições parceiras, considerando a área de adoção desse ano, o benefício econômico foi estimado em R\$ 4,6 milhões.

O benefício econômico (impacto econômico) da tecnologia vem crescendo nos últimos anos, sendo estimados em R\$ 3,1 milhões em 2012, R\$ 4,5 milhões em 2013 e R\$ 4,6 milhões em 2014, para tomar como exemplo os últimos três anos. Esse crescimento, contudo, reflete o ritmo da expansão da área de adoção da tecnologia no estado, considerado muito baixo ao se comparar com o total da área cultivada da mandioca no estado do Pará.

É importante ressaltar que esse impacto se refere apenas à produção e venda de raiz de mandioca, não tendo sido apropriado os efeitos sobre os demais elos da cadeia, o que pode significar que o impacto econômico deva ser maior que o valor aqui estimado.

## 5.2. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIAIS E AMBIENTAIS

Na tabela 3 estão expressos os valores médios dos indicadores de impactos sociais e ambientais do Trio da Produtividade na cultura da mandioca. Em relação aos impactos sociais foram avaliados os aspectos emprego, renda, saúde e gestão e administração.

No aspecto emprego verifica-se que, em termos do indicador capacitação, há um impacto positivo (0,40), embora tenha se observado que a necessidade de treinamento para a inovação tecnológica é local e de nível básico. Em relação aos indicadores oportunidade de emprego local qualificado e oferta de emprego e condição do trabalhador, também houve impacto positivo (0,50 para ambos), decorrente principalmente do aumento da demanda de ocupação de mão-de-obra para trabalhadores com origem local e na propriedade. A necessidade de capacitação e ocupação de trabalhadores locais são aspectos positivos da tecnologia, pois favorece a utilização de mão-de-obra nas comunidades.

Conforme demonstrado, a adoção do Trio da Produtividade resulta em um aumento da produção de raiz da mandioca. Em decorrência disso e pelo fato do processo de colheita ser predominantemente manual, ocorre também um incremento de mão-de-obra. Assim, verifica-se uma maior demanda por trabalhadores em relação ao sistema tradicional.

Quanto ao indicador qualidade do emprego não foram verificadas alterações positivas relacionadas à legislação trabalhista e/ou benefícios que proporcionem garantias sociais para os trabalhadores. Nesse contexto, a adoção da tecnologia não trouxe alterações em relação à situação anterior, pois não necessita de uma mão-de-obra com um perfil muito diferenciado da que já vinha sendo utilizada para o desenvolvimento das atividades.

Tabela 3. Avaliação dos impactos sociais e ambientais do Trio da Produtividade.

Aspectos	Indicadores	Média
<b>Social</b>		
<i>Emprego</i>	Capacitação	0.40
	Oportunidade de emprego local qualificado	0.50

	Oferta de emprego e condição do trabalhador	0.50
	Qualidade do emprego	0.00
<i>Renda</i>	Geração de renda do estabelecimento	2.00
	Diversidade de fonte de renda	0.30
	Valor da propriedade	0.00
<i>Saúde</i>	Saúde ambiental e pessoal	0.00
	Segurança e saúde ocupacional	0.00
	Segurança alimentar	9.00
<i>Gestão e Administração</i>	Dedicação e perfil do responsável	0.60
	Condição de comercialização	2.70
	Reciclagem de resíduos	0.00
	Relacionamento institucional	0.00
<b>Índice do Impacto Social</b>		<b>1,80</b>
<b>Ambiental</b>		
<i>Eficiência Tecnológica</i>	Uso de agroquímicos/insumos químicos e/ou materiais	0,00
	Uso de energia	0,00
	Uso de recursos naturais	0,00
<i>Conservação Ambiental</i>	Atmosfera	0.00
	Capacidade produtiva do solo	0.00
	Água	0.00
	Biodiversidade	0.00
<i>Recuperação Ambiental</i>	Recuperação ambiental	0.00
<b>Índice do Impacto Ambiental</b>		<b>0,00</b>

Fonte: Silva et al. (2015), com adaptação.

Em relação ao aspecto renda, o indicador geração de renda demonstrou impacto positivo (2,00), isso significa que houve um aumento de renda nas propriedades, especialmente pelo incremento nos componentes segurança e montante da renda. Os componentes relacionados à estabilidade e à distribuição de renda também apresentaram incremento que, apesar de moderados, revelaram impactos positivos. Esse resultado evidencia que a adoção de práticas simples pode ter grande importância para a elevação de renda do produtor familiar.

Quanto ao indicador diversidade de fonte de renda foi observado incremento (0,30). A análise desse indicador revela que a tecnologia não possibilitou o transbordamento para atividades agregadas ao cultivo da mandioca, provavelmente em função do perfil do adotante da tecnologia.

Em relação ao indicador valor da propriedade os componentes não sofreram efeitos da tecnologia e mantiveram-se inalterados. Ou seja, embora tenha havido um aumento no rendimento da extração de raiz com o uso da tecnologia Trio da Produtividade, esse benefício não se traduziu em um maior valor das propriedades.

No que diz respeito ao aspecto saúde, observa-se que a tecnologia tem pouca influência sobre os indicadores avaliados, exceto a segurança alimentar. Para os indicadores saúde ambiental e pessoal e segurança e saúde ocupacional não foram verificadas alterações em nenhum de seus componentes. Por sua vez, a tecnologia proporciona impacto altamente positivo na segurança alimentar (9,00), pois o aumento de produção significa maior

disponibilidade para consumo, posto que a farinha (produto da mandioca) é um dos componentes básicos da dieta das famílias paraenses. A qualidade nutricional do alimento não sofreu alteração pelo uso da tecnologia, pois as práticas recomendadas têm efeitos somente sobre o sistema de produção.

Quanto ao aspecto gestão e administração, constata-se, que de modo geral, as práticas relacionadas à tecnologia e adotadas pelos produtores foram pouco eficazes para provocar alterações nos indicadores considerados. Verifica-se que para o indicador dedicação e perfil do responsável há um impacto positivo (0,60) relacionado aos componentes capacitação para a atividade, necessidade de permanência no estabelecimento e engajamento familiar. Em relação aos componentes gerenciais não foram observadas mudanças, o que reflete o perfil dos produtores, que em sua maioria apresentam vulnerabilidades na gestão organizacional da propriedade. Para o indicador condição de comercialização constata-se uma alteração positiva para os componentes venda direta e processamento local (2,70), que foram maximizados pelo aumento de produtividade de raízes com a adoção da tecnologia. No caso do indicador reciclagem de resíduos observa-se que não há variação, pois não se modifica o aproveitamento dos resíduos comparativamente à situação anterior. Em relação ao indicador relacionamento institucional, a tecnologia também não proporcionou alterações nos seus componentes.

O índice final de impacto social da tecnologia foi igual a 1,80, considerando-se uma variação que vai de -15 a +15. Isso significa que a tecnologia proporcionou um impacto positivo moderado relacionado aos aspectos sociais avaliados, que em certa medida, reflete na melhoria do bem estar social dos agricultores entrevistados.

Em relação aos impactos ambientais avaliaram-se os aspectos eficiência tecnológica, conservação ambiental e recuperação ambiental.

O aspecto eficiência tecnológica não sofreu nenhuma alteração nas propriedades que adotaram o Trio da Produtividade. O cultivo da mandioca com a adoção das práticas recomendadas não modificaram os indicadores uso de agroquímicos, insumos químicos e ou materiais, uso de energia e uso de recursos naturais.

Nos aspectos conservação e recuperação ambiental a tecnologia também não traz alterações quanto à situação verificada em propriedades que não a adotam, pois, em geral, a tecnologia ocupa áreas já trabalhadas com o cultivo tradicional.

O resultado do cálculo do índice de impacto ambiental (0,00) mostra que a adoção do Trio da Produtividade na cultura da mandioca, com base estritamente nos aspectos avaliados, não provoca impactos positivos ou negativos para o meio ambiente quando se analisa o sistema de produção comparativamente ao tradicional.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação dos impactos da tecnologia Trio da Produtividade na cultura da mandioca revelou, de modo geral, impactos positivos, principalmente nos aspectos econômicos e sociais no cenário da agricultura familiar analisado.

Do ponto de vista econômico, a tecnologia tem gerado impactos positivos e crescentes no período avaliado, alcançando um benefício econômico estimado em R\$ 4,6 milhões em 2014, valor 2,5 vezes maior que o obtido em 2008, o que revela o potencial da tecnologia.

Na dimensão social, o Trio da Produtividade, mediante índice final de 1,8, gerou impactos positivos, quando comparado ao desempenho do sistema tradicional. A tecnologia provoca efeitos mais evidentes sobre a renda no estabelecimento e sobre a segurança



alimentar, visto que o aumento da produção proporciona maior disponibilidade de alimento (farinha e seus derivados) para os consumidores locais.

Do ponto de vista ambiental, a avaliação do índice de impacto revelou que o Trio da Produtividade, sendo uma tecnologia que utiliza práticas culturais que não interferem nos processos de recuperação e conservação ambientais, não provoca alterações relevantes ao meio ambiente quando comparada ao sistema de produção tradicional de mandioca na região. Contudo, o ganho de produtividade (em média de 54,32%) com a adoção da tecnologia trazem benefícios ambientais indiretos, visto que é possível obter o mesmo volume de produção com a redução da área plantada da mandioca.

Embora sejam evidenciados benefícios diretos (econômico e social) e indiretos (ambiental), a área de adoção com a utilização do Trio da Produtividade ainda é incipiente, inferior a 2% da área total utilizada para o cultivo da mandioca no Estado do Pará em 2014, o que demonstra a necessidade de intensificar ações de transferência de tecnologia a fim de potencializar sua adoção e os benefícios decorrentes.

A Embrapa Amazônia Oriental, conjuntamente com instituições parceiras, vem desenvolvendo estratégias voltadas para o fortalecimento da mandiocultura no Pará, maior produtor de mandioca no país, bem como projetos e ações para a socialização de conhecimentos e tecnologias, visando intensificar a melhoria de processos produtivos em locais onde tradicionalmente se cultiva a mandioca no estado.

## REFERÊNCIAS

ALVES, R. N. B. **O trio da produtividade na cultura da mandioca**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 17 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos on line 284).

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. S. Potencial de tecnologias de processos e tecnologias de insumos na cultura da mandioca na Amazônia. Brasília: **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 30, n.1/3, p. 73-89, 2013. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/22265>>. Acesso em: 24 de out. 2015.

ALVES, R. N. B.; MODESTO JUNIOR, M. de S. ANDRADE, A. C. da S. O trio da produtividade na cultura da mandioca: estudo de caso de adoção de tecnologias na região no Baixo Tocantins, estado do Pará. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA TECNOLÓGICA, 2008, Campina Grande. Os desníveis regionais e a inovação no Brasil: os desafios para as instituições de pesquisa tecnológica: resumos. Brasília, DF: **ABIPTI**, 2008. p. 167 Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60334/1/18-Trio-Produtividade-Cultura-Mandioca.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2015.

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. Roça sem fogo e trio da produtividade da mandioca. **Inclusão Social**, Brasília, DF, v. 6, n. 1, p.191-200, jul./dez. 2012. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/inclusao/index.php/inclusao/article/view/254>>. Acesso em: 04 nov. 2015.

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. **Agricultura de base ecológica de roça sem fogo em vegetação de capoeira para produção de mandioca em Cametá, Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 24p. 2014. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1001665>>. Acesso em: 16 nov. 2015.

AVILA, A. F. D.; MAGALHÃES, M. C.; VEDOVATO, G. L.; IRIAS, L. J. M.; RODRIGUES, G. S. Impactos econômicos, sociais e ambientais dos investimentos na Embrapa. **Revista de Política Agrícola**, v. 14, n. 4, p. 86-101, out.dez. 2005.

AVILA, A. F. D.; RODRIGUES, G. S.; VEDOVOTO, G. L. **Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa**: metodologia de referência. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 189 p.

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, - LSPA, Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias – GCEA-PARÁ/IBGE. Belém, Pará: IBGE, mar. 2015.

MEDEIROS, C. B.; RODRIGUES, I. A.; BUSCHINELLI, C.C. de A.; RODRIGUES, G.S. **Avaliação de serviços ambientais em unidades de produção familiar participantes do Programa Proambiente no estado do Pará**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007. 74 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 68).

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. (Ed.) **Cultura da mandioca**: apostila. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014a. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1000910>>. Acesso em: 17 out. 2015.

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R.N.B. **Relação custo/benefício entre dois métodos de preparo de área, para a difusão do trio da produtividade da mandioca, na vila Adonias, Ourém, estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 22 p. 2014b. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 406). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/busca-de-publicacoes/-/publicacao/996206/relacao-custobeneficio-entre-dois-metodos-de-preparo-de-area-para-a-difusao-do-trio-da-productividade-da-mandioca-na-vila-adonias-ourem-estado-do-para>>. Acesso em: 04 dez. 2015.

PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro: IBGE, v. 41, 2014.

RODRIGUES, G.S.; BUSCHINELLI, C.C.A.; AVILA, A. F. D An Environmental Impact Assessment System for Agricultural Research and Development II: Institutional Learning Experience at Embrapa. **Jornal of Technology, Management & Innovation**, v. 5, n. 4, p. 38-56, 2010.

SILVA, E. S. A; MORAES, A. J. G. de; ROLIM, T. (Coord.). Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela Embrapa. Belém, PA: Embrapa, 2015. 26p. Disponível em: <[http://bs.sede.embrapa.br/2014/relatorios/amazoniaoriental\\_2014\\_produtividade.pdf](http://bs.sede.embrapa.br/2014/relatorios/amazoniaoriental_2014_produtividade.pdf)>. Acesso em: 21 dez. 2015.

VEDOVOTO, G. L.; MARQUES, D. V.; SOUZA, M. O. de; AVILA, A. F. D.; RIBEIRO, L. F. M. Avaliação multidimensional dos impactos de inovações tecnológicas: o caso da Embrapa. In: CONGRESSO ABIPTI: OS DESENVOLVIMENTOS REGIONAIS E A INOVAÇÃO NO BRASIL: os desafios para as instituições de pesquisa tecnológica, 2008, Campina Grande, PB. [Anais...] Campina Grande, PB, 2008. Disponível em:



**54º CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA,  
ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL**  
Universidade Federal de Alagoas – UFAL - Maceió /AL  
14 a 17 de agosto de 2016

<[http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18204/1/12-Aval\\_Multidimensional\\_Impactos\\_Inovacoes\\_Tecnol.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18204/1/12-Aval_Multidimensional_Impactos_Inovacoes_Tecnol.pdf)>. Acesso em: 02 abr. 2015.