

## TRIO DA PRODUTIVIDADE NA CULTURA DA MANDIOCA: UMA AVALIAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA REGIÃO NORTE BRASILEIRA

TRIO OF PRODUCTIVITY IN CASSAVA CULTIVATION: A SOCIO-ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE BRAZILIAN NORTH REGION

TRÍO DE PRODUCTIVIDAD EN EL CULTIVO DE YUCA: UNA EVALUACIÓN SOCIOAMBIENTAL DE LA REGIÓN NORTE DE BRASIL

**RESUMO:** O Trio da Produtividade na cultura da mandioca corresponde a uma solução tecnológica de processo que preconiza a adoção de práticas simples de manejo, e é capaz de aumentar a produtividade da cultura da mandioca. Deste modo, este artigo tem como proposta avaliar os impactos socioambientais do "Trio da Produtividade" na cultura da mandioca na região Norte do Brasil, com ênfase em práticas sustentáveis. Essa cultura está presente em todo território nacional e a sua cadeia produtiva possui importância social e econômica, sendo realizada principalmente por pequenos produtores em áreas marginais de agricultura. Para a coleta de dados dos impactos socioambientais foram avaliados 46 produtores rurais que implantaram o Trio da Produtividade: 33 produtores no estado do Pará, sendo 29 pequenos e 4 médios produtores; 4 pequenos produtores no Tocantins; 6 produtores no Amazonas; e 4 pequenos produtores no Amapá. O Trio apresenta, de modo geral, desempenho positivo nas dimensões social e ambiental. Contudo, o baixo nível tecnológico que predomina nos estados estudados e as práticas tradicionais de produção da cultura da mandioca influenciam o cenário da adoção na região, tornando-se um fator limitante para a sua expansão, com necessidade de intensificar ações para o fortalecimento da transferência de tecnologia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Transferência de tecnologia; Pequenos produtores; Cadeia produtiva.

Licença CC BY:  
Artigo distribuído sob os termos Creative Commons, permite uso e distribuição irrestrita em qualquer meio desde que o autor credite a fonte original.



**Andrea Elena Pizarro Munoz**

Mestre em Desenvolvimento Econômico – Economia Regional e Urbana pela Universidade Estadual de Campinas (2008). Graduação em Economia pela Universidade Estadual de Campinas (1998). andrea.munoz@embrapa.br

**Diego Neves de Sousa**

Doutor em Desenvolvimento Rural pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). diegocoop@hotmail.com

**Daniel Montagner**

Mestre em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2002). Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria (2000). daniel.montagner@embrapa.br

**Aldecy José Garcia de Moraes**

Mestre em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2005). Graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Pará (1997). aldecy.moraes@embrapa.br

**Lindomar de Jesus de Sousa Silva**

Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido pela Universidade Federal do Pará (2014). Mestre em Planejamento do Desenvolvimento pela Universidade Federal do Pará. Graduação em Ciências Sociais com ênfase em Ciência Política pela Universidade Federal do Pará (2003). lindomar.j.silva@embrapa.br

**Enilson Solano Albuquerque Silva**

Mestre em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2000). Graduação em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia (1993). enilson.solano@embrapa.br

**Gustavo Azevedo Campos**

Doutor em Produção Vegetal com ênfase em Análise Genômica e Melhoramento pela Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF). Mestre em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal de Lavras. Graduação em Agronomia pela Fundação Universidade do Tocantins (Unitins). gustavo.campos@embrapa.br

**Lyvia Maria Almeida Nunes**

Bolsista Pibic Embrapa Pesca e Aquicultura. lyviazap23@gmail.com

**Roberto Manolio Valladão Flores**

Doutorado em Agricultural Economics pela Purdue University, Indiana, Estados Unidos (2020). Mestre em Economia pela Universidade de São Paulo (2010). Graduação em Ciências Econômicas pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (2006). roberto.valladao@embrapa.br

**ABSTRACT:** The Productivity Trio in cassava cultivation corresponds to a technological process solution that advocates the adoption of simple management practices, and is capable of increasing cassava crop productivity. Therefore, this article aims to evaluate the socio-environmental impacts of the "Productivity Trio" on cassava cultivation in the North of Brazil, with an emphasis on sustainable practices. This crop is present throughout the national territory and its production chain has social and economic importance, being carried out mainly by small producers in marginal agricultural areas. To collect data on socio-environmental impacts, 46 rural producers who implemented the Productivity Trio were evaluated: 33 producers in the state of Pará, 29 small and 4 medium producers; 4 small producers in Tocantins; 6 producers in Amazonas; and 4 small producers in Amapá. The Trio presents, in general, positive performance in the social and environmental dimensions. However, the low technological level that predominates in the states studied and the traditional production practices of cassava culture influence the adoption scenario in the region, becoming a limiting factor for its expansion, with the need to intensify actions to strengthen transfer. of technology.

**KEYWORDS:** Transfer of technology; Small producers; Production chain.

**RESUMEN:** El Trío de Productividad en el cultivo de yuca corresponde a una solución de proceso tecnológico que propugna la adopción de prácticas de manejo simples, y es capaz de incrementar la productividad del cultivo de yuca. Por lo tanto, este artículo tiene como objetivo evaluar los impactos socioambientales del "Trío de la Productividad" en el cultivo de yuca en el Norte de Brasil, con énfasis en prácticas sostenibles. Este cultivo está presente en todo el territorio nacional y su cadena productiva tiene importancia social y económica, siendo realizada principalmente por pequeños productores de zonas agrícolas marginales. Para recolectar datos sobre impactos socioambientales, fueron evaluados 46 productores rurales que implementaron el Trío de Productividad: 33 productores del estado de Pará, 29 pequeños y 4 medianos productores; 4 pequeños productores en Tocantins; 6 productores en Amazonas; y 4 pequeños productores en Amapá. El Trío presenta, en general, desempeño positivo en las dimensiones social y ambiental. Sin embargo, el bajo nivel tecnológico que predomina en los estados estudiados y las prácticas tradicionales de producción del cultivo de yuca influyen en el escenario de adopción en la región, convirtiéndose en un factor limitante para su expansión, siendo necesario intensificar acciones para fortalecer la transferencia de tecnología.

**PALABRAS CLAVE:** Transferencia de tecnología; Pequeños productores; Cadena de producción.

## INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca está presente em todo território nacional, com sua cadeia produtiva sendo de significativa importância social e econômica. Sua exploração é feita basicamente por pequenos produtores em áreas marginais de agricultura, devido à sua rusticidade e a capacidade de produzir relativamente bem em condições em que outras espécies sequer sobreviveriam (Fialho; Vieira, 2013). Por possuir essas características, existe em geral certa displicênciа em utilizar técnicas de manejo, tratos culturais na cultura da mandioca e observações sobre os custos de produção, o que promove uma baixa produtividade nacional que chega a apenas 14,93 t/ha (Ibge, 2023).

Na região Norte do Brasil, o cultivo da mandioca é praticado utilizando-se o sistema tradicional de agricultura de derruba e queima e é caracterizado pela baixa eficiência dos cultivos que resulta em baixa produtividade de raízes. Entre os principais fatores que determinam essa realidade, destacam-se a baixa fertilidade natural das áreas de cultivo, a baixa qualidade do material de propagação e praticamente a inexistência de uso de tecnologias. Contudo, já existem soluções tecnológicas geradas pela pesquisa que são capazes de redu-

zir os efeitos que comprometem a produtividade e têm potencial para duplicar e até triplicar a produção de raízes, tornando, assim, mais eficientes os cultivos de mandioca na região.

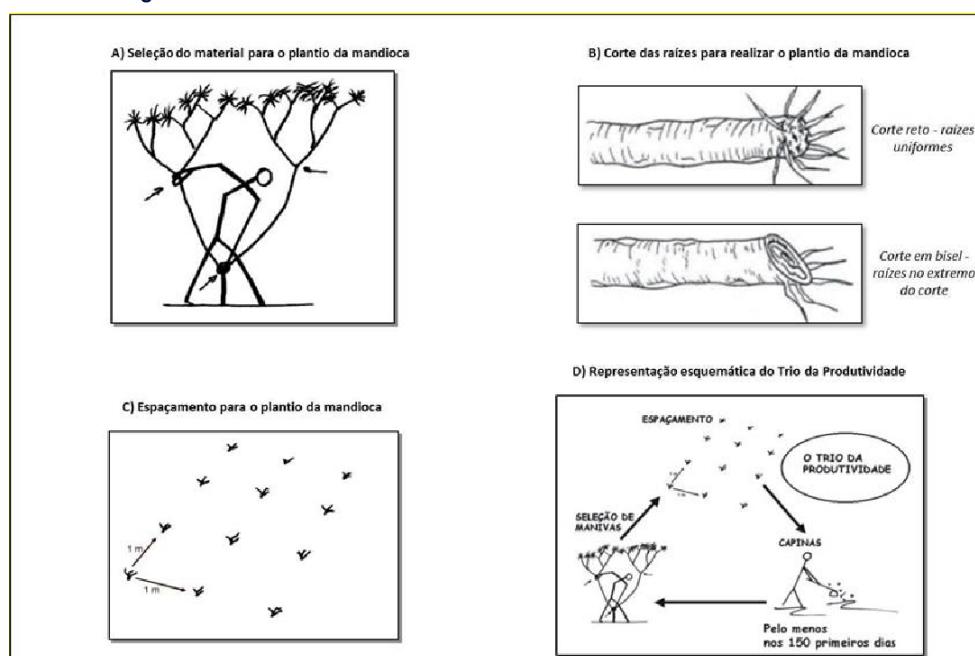
A Embrapa Amazônia Oriental lançou, em 2007, o Trio da Produtividade na cultura da mandioca, uma solução tecnológica de processo que preconiza a adoção de práticas simples de manejo, e é, comprovadamente, capaz de aumentar a produtividade da cultura da mandioca (Alves, 2007; Alves et al., 2008). O Trio da Produtividade consiste em três práticas, a saber: i) seleção e preparo de material para plantio; ii) adequação do arranjo espacial; iii) tratos culturais. Na figura 1, apresenta-se um painel ilustrativo dessas etapas.

Na etapa da seleção e preparo do material para plantio (Figura 1-A), recomenda-se 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, 2007; Alves et al., 2008). O corte das manivas 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, e que não servem para propagação de material.

Na etapa de adequação do arranjo espacial, recomenda-se que o plantio seja feito em fileiras simples, no espaçamento de 1,00 m x 1,00 m (Figura 1-C). 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. O plantio deve ser feito em covas com profundidade média de 10 cm, com as estacas colocadas na posição horizontal (Alves, 2007; Alves et al., 2008).

Na etapa dos tratos culturais recomenda-se que o mandiocal seja mantido limpo pelo menos nos 150 primeiros dias (equivalente a duas capinas), pois nesse período o mato ainda compete por nutrientes com a raiz. A Figura 1-D ilustra a representação esquemática do Trio da Produtividade na cultura da mandioca.

**Figura 1 -** Painel ilustrativo do Trio da Produtividade na cultura da mandioca



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para complemento de informações, no quadro 1 descrevem-se sinteticamente as vantagens e desvantagens do uso da tecnologia Trio da Produtividade na cultura da mandioca.

**Quadro 1 – Vantagens e Desvantagens do Uso da solução tecnológica**

	Sistema Tradicional	Trio da Produtividade
<b>Vantagens</b>	Custo de implantação e manutenção menor	Incremento de produtividade e renda
	Sem necessidade de capacitação (uso do conhecimento tradicional)	Geração de maior número de empregos Facilita o acesso ao crédito (uso de tecnologia)
	-	Maior segurança alimentar
<b>Desvantagens</b>	Menor produtividade e renda	Custo adicional de implantação e manutenção
	Perda de competitividade	Necessidade de capacitação
	Gera menos emprego em relação à solução tecnológica recomendada pela pesquisa	-

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Trio da Produtividade possui como principais vantagens: i) maior produtividade e renda; ii) geração de maior número de empregos; iii) facilita o acesso ao crédito e iv) proporciona maior segurança alimentar aos agricultores. A principal desvantagem do Trio da Produtividade está no custo adicional de implantação e manutenção do cultivo, pois é necessário maior número de trabalhadores para capinar e colher. Neste sentido, este artigo tem como proposta avaliar os impactos socioambientais do “Trio da Produtividade” na cultura da mandioca na região Norte do Brasil, com ênfase em práticas sustentáveis.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a coleta de dados dos impactos socioambientais foram entrevistados 46 produtores rurais (Tabela 1) que implantaram o Trio da Produtividade: 33 produtores no estado do Pará, sendo 29 pequenos e 4 médios produtores; 4 pequenos produtores no Tocantins; 6 produtores no Amazonas; e 4 pequenos produtores no Amapá. Desses 46 produtores, 16 entrevistas foram realizadas em 2023, sendo duas no Pará, quatro no Tocantins, seis no Amazonas e quatro no Amapá. As outras entrevistas com os produtores foram realizadas em anos anteriores.

**Tabela 1 – Número de consultas realizadas por município**

Municípios	Estado	Produtor Familiar	Produtor Patronal			Total
		Pequeno	Médio	Grande	Comercial	
Mojú	Pará	11	-	-	-	11
Ourém	Pará	2	-	-	-	2
Irituia	Pará	2	-	-	-	2
Abaetetuba	Pará	1	-	-	-	1
Tomé-açu	Pará	1	-	-	-	1
Acará	Pará	1	-	-	-	1
Bragança	Pará	2	1	-	-	3
Castanhal	Pará	1	1	-	-	2
Tracuateua	Pará	2	-	-	-	2
Santa Maria	Pará	1	2	-	-	3
Marabá	Pará	5	-	-	-	5
Porto Nacional	Tocantins	3	-	-	-	3
Lajeado	Tocantins	1	-	-	-	1
Careiro Castanho	Amazonas	4	-	-	-	4
Tefé	Amazonas	2	-	-	-	1
Porto Grande	Amapá	2	-	-	-	2
Tartarugalzinho	Amapá	2	-	-	-	2
Total		42	4	-	-	46

Fonte: Dados da pesquisa

Para as análises, utilizou-se o sistema de 'Avaliação de impactos de inovações tecnológicas agropecuárias', denominado de Ambitec-Agro: dimensão socioambiental, conforme descrito por Soares e Rodrigues (2013), para a obtenção dos indicadores necessários à avaliação do desempenho socioambiental do Trio produtividade da cultura da mandioca.

Sua metodologia consiste na realização de entrevistas com produtores usuários da tecnologia que respondem, conforme sua experiência, se houve moderada alteração positiva ou negativa (+1 ou -1), ou grande alteração positiva ou negativa (+3 ou -3), ou ainda se não houve alteração (0) nos diversos aspectos segundo os critérios selecionados. Essas alterações são ponderadas de acordo com a escala de abrangência, se a nível pontual, local ou entorno, resultando em valores mensuráveis para compor os índices e indicadores de impacto.

## AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS: PRINCIPAIS RESULTADOS

Os coeficientes apresentados para cada um dos critérios e indicadores abaixo foram obtidos a partir de entrevista individual com pequenos e médios produtores de alguns municípios produtores de mandioca nos estados do Pará, Amazonas, Amapá e Tocantins, sobretudo naqueles onde houve ações de transferência de tecnologia do Trio da Produtividade na cultura da mandioca, com a aplicação na integralidade do AMBITEC-Agro. Os resultados apresentados e descritos são frutos da percepção desses produtores, considerando o padrão modal, a resposta mais comum dos produtores, no contexto da adoção e a média geral dos entrevistados pelas equipes das quatro unidades da Embrapa: Amapá, Amazônia Ocidental, Amazônia Oriental e Pesca e Aquicultura.

Na dimensão dos impactos ecológicos são avaliados os impactos do uso do Trio da Produtividade na cultura da mandioca sobre o ambiente, considerando dois aspectos. A 'Eficiência tecnológica' com sete critérios, considera as alterações no uso da terra, na eficiência produtiva e no uso de insumos, recursos e energia; enquanto a 'Qualidade ambiental', composto por quatro critérios, leva em conta os efeitos da atividade sobre a qualidade do ambiente, seja devido à emissão de poluentes, seja quanto à conservação e recuperação de habitats naturais e áreas de conservação da biodiversidade.

**Tabela 2 – Impactos ecológicos – aspecto eficiência tecnológica e qualidade ambiental**

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Tipo 3 (***)	Média Tipo 4 (****)	Média Geral
1. Mudança no uso direto da terra	Sim	1,28	2,25	2,25	3,30	2,27
2. Mudança no uso indireto da terra	Sim	0,40	0,00	0,00	3,00	0,85
3. Consumo de água	Sim	-3,00	0,00	0,00	-3,00	-1,38
4. Uso de insumos agrícola	Sim	-2,13	0,00	-1,50	-4,5	-2,03
5. Uso de insumos veterinários e matérias-primas	Sim	-0,88	0,00	-1,00	0,00	-0,47
6. Consumo de energia	Sim	-2,38	0,00	-2,00	-8,5	-3,22
7. Geração própria, aproveitamento, reuso e autonomia	Sim	0,50	0,00	0,00	1,5	0,50
8. Emissões à atmosfera	Sim	-0,50	0,80	0,80	-5,4	-1,08
9. Qualidade do solo	Sim	5,01	5,00	1,25	-1,3	2,49
10. Qualidade da água	Sim	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11. Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental	Sim	0,23	0,60	0,30	5,40	1,63

\*Tipo 1 - Produtores entrevistados pela Embrapa Pesca e Aquicultura, \*\*Tipo 2 - Produtores entrevistados pela Embrapa Amazônia Oriental, \*\*\*Tipo 3 - Produtores entrevistados pela Embrapa Amapá, \*\*\*\*Tipo 4 - Produtores entrevistados pela Embrapa Amazônia Ocidental.

No aspecto 'Eficiência tecnológica' a adoção da solução tecnológica resulta em balanço final positivo do índice de desempenho, comparativamente ao contexto produtivo anterior, no qual era utilizado o sistema tradicional de cultivo da mandioca. Contudo, o critério Mudança no uso direto da terra foi o único que provocou alterações significativas (índice 2,27), seguido de Mudança no uso indireto da terra, resultados da aplicação do potencial de produção do Trio da Produtividade que tem a capacidade de elevar o rendimento médio em até 50%; e do incremento indireto dos estoques de carbono nas áreas em recuperação ou pousio, decorrente da redução da área explorada para atender as famílias.

Produtores entrevistados nos estados do Amazonas, Amapá e Tocantins relataram aumento no uso de insumos agrícolas, como pesticidas e adubo químico, além de consumo de água e consumo de energia, em função da adoção da tecnologia, razão pela qual estes critérios registraram alterações negativas (-2,03; -1,38; -3,22 respectivamente), sobretudo, o último, devido ao uso de equipamentos como bomba motorizada e tratores.

No que se refere ao aspecto 'Qualidade ambiental' verificam-se alterações positivas em metade de seus critérios, com melhorias no desempenho ambiental dos estabelecimentos avaliados. Os impactos positivos estão relacionados aos critérios relativos à qualidade do solo (índice 2,49) e conservação da biodiversidade e recuperação ambiental (índice 1,63), sendo decorrentes de benefícios indiretos dos ganhos de produtividades que possibilitam a redução da área plantada nas propriedades (efeito poupa terra), reduzindo assim os efeitos do uso do fogo no sistema de derruba e queima; e proporcionando benefícios com a recuperação dos solos e ecossistemas degradados nas áreas de produção de mandioca. O critério emissões à atmosfera obteve avaliação positiva no Pará e Amapá, porém negativa no Tocantins e Amazonas, predominando esta última (-1,08), devido ao maior emprego de tratores e motobombas a diesel.

Na dimensão socioambiental também são avaliados os impactos da adoção do Trio da Produtividade sobre a qualidade de vida das pessoas envolvidas e na melhoria contínua dos processos produtivos e de gestão. Cinco aspectos são considerados para essa dimensão, quais sejam: 'Respeito ao Consumidor' com três critérios; 'Trabalho e Emprego' com quatro critérios; 'Renda' composto por dois critérios; 'Saúde' com dois critérios; e 'Gestão e Administração' composto por cinco critérios.

**Tabela 3 - Impactos socioambientais – aspecto respeito ao consumidor**

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Tipo 3 (***)	Média Tipo 4 (****)	Média Geral
12. Qualidade do produto	Sim	2,13	0,00	2,00	7,5	2,91
13. Capital social	Sim	1,45	0,60	0,70	13,1	3,96
14. Bem-estar e saúde animal	Sim	0,00	0,00	1,75	0,00	0,44

\*Tipo 1 - Produtores entrevistados pela Embrapa Pesca e Aquicultura, \*\*Tipo 2 - Produtores entrevistados pela Embrapa Amazônia Oriental, \*\*\*Tipo 3 - Produtores entrevistados pela Embrapa Amapá, \*\*\*\*Tipo 4 - Produtores entrevistados pela Embrapa Amazônia Ocidental.

Quanto ao aspecto Respeito ao Consumidor, a utilização do Trio da Produtividade no cultivo da mandioca resultou em desempenho positivo moderado, com efeitos favoráveis nos indicadores relacionados à transferência da tecnologia, pois houve esforços por parte dos agentes locais na busca de parcerias voltadas à implementação de ações em diversas comunidades, com apoio efetivo do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Em-

presas (Sebrae-PA e TO) e da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará (Emater-PA), Instituto de Desenvolvimento Rural do Estado do Tocantins (Ruraltins), Secretarias de Agricultura dos municípios, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural do Amapá (SDR-AP), Instituto de Extensão, Assistência e Desenvolvimento Rural do Amapá (RURAP), Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM-AM); e à captação de demandas da comunidade, pois geralmente os produtores que adotam as práticas relacionadas à solução tecnológica utilizam suas experiências adquiridas para difundir os conhecimentos a outros produtores que passam a conhecer in loco, resultando em significativa mudança no indicador (3,96). A qualidade do produto foi positivamente impactada pelo uso da solução tecnológica (2,91), conforme apontado na Tabela 3.

**Tabela 4 - Impactos socioambientais – aspecto trabalho/emprego**

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Tipo 3 (***)	Média Tipo 4 (****)	Média Geral
15. Capacitação	Sim	2,03	1,75	1,75	6,8	3,08
16. Qualificação e oferta de trabalho	Sim	1,00	1,48	0,75	7,2	2,61
17. Qualidade do emprego/ocupação	Sim	1,08	0,00	0,00	0,00	0,27
18. Oportunidade, emancipação e recompensa equitativa entre gêneros, gerações e etnias	Sim	2,34	0,0	0,63	11,3	3,57

\*Tipo 1 - Produtores entrevistados pela Embrapa Pesca e Aquicultura, \*\*Tipo 2 - Produtores entrevistados pela Embrapa Amazônia Oriental, \*\*\*Tipo 3 - Produtores entrevistados pela Embrapa Amapá, \*\*\*\*Tipo 4 - Produtores entrevistados pela Embrapa Amazônia Ocidental.

No aspecto Trabalho/Emprego, a utilização do Trio da Produtividade resulta em melhorias no índice final de desempenho dos estabelecimentos avaliados. Em relação ao critério capacitação (índice 3,08), as contribuições vinculadas à adoção da solução tecnológica foram positivas, e decorrentes da necessidade de treinamentos, geralmente de curta duração e de nível básico. Quanto à qualificação e oferta de trabalho (índice 2,61) constata-se que a qualificação requerida para o trabalho é essencialmente braçal com origem nas comunidades e de condição temporária, principalmente para o processo de colheita da mandioca, com utilização também da força de trabalho familiar. No que se refere à oportunidade, emancipação e equidade de gêneros, gerações e etnias foram observadas significativas alterações no Amazonas e em menor grau no Tocantins e Amapá, resultando no índice de 3,57 (Tabela 4).

**Tabela 5 - Impactos socioambientais – aspecto renda**

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Tipo 3 (***)	Média Tipo 4 (****)	Média Geral
19. Geração de Renda do estabelecimento	Sim	6,75	8,00	7,00	9,00	7,69
20. Valor da propriedade	Sim	2,53	0,00	6,25	10,5	4,82

\*Tipo 1 - Produtores entrevistados pela Embrapa Pesca e Aquicultura, \*\*Tipo 2 - Produtores entrevistados pela Embrapa Amazônia Oriental, \*\*\*Tipo 3 - Produtores entrevistados pela Embrapa Amapá, \*\*\*\*Tipo 4 - Produtores entrevistados pela Embrapa Amazônia Ocidental.

Ao considerar o aspecto Renda, a adoção do Trio da Produtividade tem possibilitado a obtenção de ganhos adicionais aos estabelecimentos, que são decorrentes especificamente de importantes alterações positivas no critério Geração de renda (índice 7,69). Esse resultado está relacionado aos benefícios das práticas recomendadas pela solução tecnológica, notadamente no indicador segurança, em resposta a melhoria da qualidade das manivas semen-

tes, nos aspectos de sanidade, uniformidade e vigor, que favorecem o desenvolvimento das plantas e a produção de raízes; e montante decorrente do aumento da produtividade. Quanto ao valor da propriedade, os indicadores receberam efeitos fortemente positivos da solução tecnológica no Amazonas, seguido por Amapá e Tocantins, possibilitando a obtenção do índice geral de 4,82 (Tabela 5).

**Tabela 6 - Impactos socioambientais – aspecto saúde**

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Tipo 3 (***)	Média Tipo 4 (****)	Média Geral
21. Segurança e saúde ocupacional	Sim	1,93	0,00	-0,75	-2,30	-0,2
22. Segurança alimentar	Sim	1,40	9,00	3,20	9,00	5,65

\*Tipo 1 - Produtores entrevistados pela Embrapa Pesca e Aquicultura, \*\*Tipo 2 - Produtores entrevistados pela Embrapa Amazônia Oriental, \*\*\*Tipo 3 - Produtores entrevistados pela Embrapa Amapá, \*\*\*\*Tipo 4 - Produtores entrevistados pela Embrapa Amazônia Ocidental.

No aspecto Saúde, observam-se alterações positivas com destaque para o critério Segurança alimentar (índice 5,65), sobretudo, no Amazonas e Amapá e em menor escala no Pará e Tocantins. Dois fatores foram fundamentais para esse resultado, a garantia da produção e o aumento da quantidade do alimento produzido, efeitos resultantes da adoção das práticas recomendadas pelo Trio da produtividade que proporcionam uma maior regularidade e suficiência da oferta do produto. Ressalta-se que a farinha de mandioca é um alimento básico da população local. Quanto ao critério Segurança e saúde ocupacional obtiveram avaliação positiva no Tocantins, inalterada no Pará e negativa no Amapá e Amazonas resultando num índice geral praticamente inalterado (-0,2), como pode ser verificado na Tabela 6.

**Tabela 7 - Impactos socioambientais – aspecto gestão e administração**

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Tipo 3 (***)	Média Tipo 4 (****)	Média Geral
23. Dedicação e perfil do responsável	Sim	5,84	2,75	6,25	8,30	5,78
24. Condição de comercialização	Sim	4,85	1,50	6,00	8,30	5,16
25. Disposição de resíduos	Sim	3,25	0,00	2,00	9,00	3,56
26. Gestão de insumos químicos	Sim	6,28	0,00	2,25	0,00	2,13
27. Relacionamento institucional	Sim	3,78	1,25	2,50	3,80	2,83

\*Tipo 1 - Produtores entrevistados pela Embrapa Pesca e Aquicultura, \*\*Tipo 2 - Produtores entrevistados pela Embrapa Amazônia Oriental, \*\*\*Tipo 3 - Produtores entrevistados pela Embrapa Amapá, \*\*\*\*Tipo 4 - Produtores entrevistados pela Embrapa Amazônia Ocidental.

No aspecto Gestão e Administração, conforme informações da Tabela 7, a adoção da solução tecnológica exerce impactos positivos na propriedade com efeitos na maioria de seus critérios. Quanto à Dedicação e perfil do responsável (índice 5,78), observam-se melhorias moderadas relacionadas à necessidade de capacitação para implementação das práticas recomendadas; maior permanência do responsável no estabelecimento; e maior engajamento dos membros das famílias para realização das atividades. Nos indicadores gerenciais não foram observadas alterações, o que reflete o perfil dos produtores, que em sua maioria apresentam vulnerabilidades na gestão organizacional das propriedades.

Quanto ao critério de Condição de comercialização (índice 5,16), houve significativa alteração positiva no processamento de farinha na propriedade, e na forma de venda direta, em decorrência do aumento no volume produzido e comercializado. Tal comercialização ocorre diretamente a vizinhos, feiras, mercados locais e também pela compra direta realizada pelo próprio estado e municípios através de repasses financeiros advindos dos mercados institucionais, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e do Programa Nacional

de Abastecimento Escolar (PNAE)<sup>1</sup>.

Referente ao critério Gestão de insumos químicos e disposição de resíduo houve alteração positiva nos indicadores (2,13 e 2,83 respectivamente), sobretudo, no Tocantins, no primeiro, e Amazonas, no segundo.

Em relação ao critério Relacionamento institucional (índice 2,83), o Trio da Produtividade proporcionou alterações positivas moderadas relacionadas ao serviço de assistência técnica e extensão rural para os estabelecimentos. As melhorias observadas foram decorrentes principalmente dos treinamentos aos técnicos de instituições parceiras e produtores das comunidades com a realização de cursos, palestras, dias de campo, bem como dos esforços de diversos órgãos de assistência técnica e organizações não-governamentais, como a Emater-PA, o Sebrae-PA, as Semagri, a Sedap, Ruraltins, Senar-TO, Seder Palmas, Sebrae-AP e SDR/AP, o IDAM-AM, Sindicatos de produtores, Associações e Cooperativas de Produtores, dentre outros.

O Índice Geral de Desempenho do Trio da Produtividade na cultura da mandioca, conforme contexto da adoção nos estabelecimentos produtivos é positivo, alcançando o valor de 1,90 (em uma escala que vai de -15 a +15). Em termos gerais, o impacto social (índice 3,01) se destaca, seguido do impacto ambiental (índice 0,14).

Nos critérios que compõem o aspecto Eficiência Tecnológica, destacam-se as melhorias relacionadas à mudança no uso direto da terra, resultado do potencial de produção do Trio da Produtividade. Quanto à Qualidade Ambiental, os efeitos positivos na maioria de seus critérios resultam das melhorias relacionadas à qualidade do solo, à conservação da biodiversidade e à recuperação ambiental. Os benefícios decorrentes do uso da solução tecnológica promoveram ganhos adicionais à dimensão de Impactos ecológicos das propriedades.

Na dimensão de Impactos sociais destacam-se as melhorias sobre os aspectos Renda, resultante dos importantes benefícios sobre os indicadores segurança e montante, decorrente do aumento da produção de mandioca, matéria prima básica da alimentação local; e Gestão e Administração, resultante da Dedicação e perfil do responsável, da Condição de comercialização e do Relacionamento institucional.

Os resultados da análise dos indicadores de sustentabilidade do uso do Trio da produtividade, nos estabelecimentos analisados, são apresentados aqui neste estudo para a tomada de decisões estratégicas, visando à melhoria contínua de desempenho produtivo e de gestão dos empreendimentos, e ao atendimento de interesses sociais, econômicos e ambientais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Trio da Produtividade na cultura da mandioca apresenta, de modo geral, desempenho positivo nas dimensões social e ambiental.

<sup>1</sup> O Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) é uma política pública agroalimentar, criada através da Lei nº. 10.696/03 e tem como finalidade promover o acesso à alimentação e incentivar e apoiar a agricultura familiar. Já o Programa Nacional de Abastecimento Escolar (PNAE) é gerenciado pelo Ministério da Educação e tem como objetivo "contribuir para o crescimento e o desenvolvimento biopsicossocial, a aprendizagem, o rendimento escolar e a formação de hábito alimentar saudável de alunos, por meio de ações de educação alimentar e nutricional e da oferta de refeições que cubram as suas necessidades nutricionais durante o período letivo". Com a promulgação da Lei nº. 11.947/09, no mínimo de 30% dos repasses financeiros devem ser destinados à compra direta de produtos oriundos da agricultura familiar e de suas organizações coletivas (Sousa, 2021).

Na perspectiva social, o Trio da Produtividade apresenta desempenho positivo, quando se compara com o desempenho do sistema tradicional. Os benefícios estão relacionados principalmente à elevação da renda do produtor, à geração de empregos e, principalmente, à segurança alimentar, visto que o aumento da produção proporciona maior disponibilidade de alimento (farinha e raízes) para os consumidores.

Do ponto de vista ambiental, os efeitos positivos estão relacionados à mudança no uso direto da terra, que além de promover a elevação da produtividade, contribui com um benefício indireto importante, que é o de evitar a abertura de novas áreas para plantio (efeito poupa terra). Com isso é possível reduzir os efeitos negativos de uso do fogo no sistema tradicional de preparo da terra na região (sistema de derruba e queima). Os benefícios são observados gradativamente, com o favorecimento da recuperação dos solos e da estrutura dos ecossistemas alterados nas áreas de produção de mandioca.

No contexto da adoção tecnológica, o Trio da Produtividade na cultura da mandioca é utilizado predominantemente em áreas de produtores familiares, com o objetivo de aumentar a produtividade da cultura e que tem apresentado resultados positivos. Contudo, o baixo nível tecnológico que predomina nos estados estudados e as práticas tradicionais de produção da cultura da mandioca influenciam sobremaneira o cenário da adoção na região, tornando-se um fator limitante para a sua expansão.

Há, portanto, necessidade de intensificar ações voltadas para o fortalecimento da transferência da tecnologia e de comunicação, visando potencializar e disseminar os benefícios dessa solução tecnológica para os produtores, sobretudo, de pequeno porte. Evidências empíricas observadas nos municípios dos quatro estados envolvidos, em 2023, expressam a importância e o potencial do Trio da Produtividade na cultura da mandioca para esse segmento produtivo, principalmente, no contexto da região Norte do país.

## REFERENCES

- AVILA, A. F. D.; RODRIGUES, G.S.; VEDOVOTO, G. L. **Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa:** metodologia de referência. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.
- ALVES, R. N. B. **O trio da produtividade na cultura da mandioca.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. (Série Documentos, 284).
- ALVES, R. N. B; MODESTO JÚNIOR, M. S.; ANDRADE, A. C. 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: **Anais ... CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA TECNOLÓGICA**, Campina Grande, 2008.
- 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, 2005.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Preços Agropecuários - 2021.** Disponível em: <http://sisdep.conab.gov.br/precosiagroweb>. Acesso em 18 de dezembro de 2023.
- FIALHO, J. de F.; VIEIRA, E. A. **Mandioca no cerrado:** orientações técnicas. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2013.
- FILGUEIRAS, G. C; HOMMA, A. K. O. Aspectos socioeconômicos da cultura da mandioca na região Norte. In: **Cultura da mandioca: aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria.** MODESTO JÚNIOR, M. S.; ALVES, R. N. B. (orgs). Brasília, DF: Embrapa, 2016.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Diagnóstico da cadeia agroindustrial da mandioca no Mato Grosso**, 2003.

SOARES, J. P. G; RODRIGUES, G. S. **Avaliação social e ambiental de tecnologias da Embrapa:** Sistema Ambitec Agro. Brasília: Embrapa Cerrados, 2013. (Documentos, 203).

SOUZA, D. N. Os mercados institucionais e suas possibilidades para combate à pobreza rural e inclusão produtiva. **Colóquio - Revista Do Desenvolvimento Regional**, v. 18, p. 125-141, 2021.

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: **Anais...CONGRESSO ABIPTI: OS DESNÍVEIS REGIONAIS E A INOVAÇÃO NO BRASIL:** os desafios para as instituições de pesquisa tecnológica, 2008, Campina Grande, PB.

**Submissão:** 5/12/2024

**Aceite:** 13/05/2025