

IMPACTOS ECONÔMICOS NA CADEIA PRODUTIVA DA MANDIOCA: UMA ANÁLISE DOS EFEITOS DO TRIO DA PRODUTIVIDADE

Aldecy Jose Garcia de Moraes - aldecy.moraes@embrapa.br
Andrea Elena Pizarro Munoz - andrea.munoz@embrapa.br
Daniel Montagner - daniel.montagner@embrapa.br
Lindomar de Jesus de Sousa Silva - lindomar.j.silva@embrapa.br
Enilson Solano Albuquerque Silva - enilson.solano@embrapa.br
Diego Neves de Sousa - diegocoop@hotmail.com
Gustavo Azevedo Campos - gustavo.campos@embrapa.br
Pedro Lucas Lopes Queiroz - pedrollqueiroz@gmail.com
Roberto Manolio Valladao Flores - roberto.valladao@embrapa.br

* Submissão em: 11/12/2024 | Aceito em: 21/01/2026

RESUMO

Este artigo tem como objetivo analisar os impactos econômicos do "Trio da Produtividade" na cadeia produtiva da mandioca, identificando os efeitos sobre a geração de renda, a produtividade, a competitividade do setor e a sustentabilidade econômica dos estabelecimentos agrícolas na região Norte do Brasil. A coleta de dados ocorreu por meio de fontes secundárias, tais como: Pesquisa Agrícola Municipal (PAM)/Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Preços Agropecuários/Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB); e fontes primárias, a partir de consultas com produtores e informantes-chave representantes de prestadoras de serviços de assistência técnica e extensão rural, associações e cooperativas de produtores, secretarias municipais de agricultura e outras instituições locais responsáveis pela transferência da tecnologia. Quando se observa, de maneira geral, o comportamento do custo total da solução tecnológica desde o lançamento até o presente, constata-se variações decrescentes em seus valores, refletindo a consolidação e maturidade da solução tecnológica. 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.

Palavras-chave: Região Norte; Produtores familiares; Transferência de tecnologia.

ECONOMIC IMPACTS ON THE CASSAVA PRODUCTION CHAIN: AN ANALYSIS OF THE EFFECTS OF THE PRODUCTIVITY TRIO

ABSTRACT

This article aims to analyze the economic impacts of the "Productivity Trio" on the cassava production chain, identifying the effects on income generation, productivity, sector competitiveness and the economic sustainability of agricultural establishments in the Northern region of Brazil. Data collection occurred through secondary sources, such as: Municipal Agricultural Survey (PAM)/Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) and Agricultural Prices/National Supply Company (CONAB); and primary sources, based on consultations with producers and key

informants representing technical assistance and rural extension service providers, producer associations and cooperatives, municipal agriculture departments and other local institutions responsible for technology transfer. When observing, in general, the behavior of the total cost of the technological solution from launch to the present, decreasing variations in their values are observed, reflecting the consolidation and maturity of the technological solution. Empirical evidence observed in the municipalities of the four states involved, in 2023, expresses the importance and potential of the Productivity Trio in cassava cultivation for this productive segment.

Keywords: Northern Region; Family producers; Transfer of technology.

Introdução

A cultura da mandioca é largamente cultivada em todo o território brasileiro, de Norte a Sul. Isso se deve ao fato de ser uma cultura explorada, em sua maioria, pelo segmento de pequenos produtores e, principalmente, pela agricultura familiar, caracterizados pelo baixo nível tecnológico, baixa produção por hectare, falta de padronização e aumento de custos decorrentes do nível tecnológico adotado e da logística de transporte (FILGUEIRAS; HOMMA, 2016).

Em 2022, ano da última atualização da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o total da produção brasileira foi de aproximadamente 17,64 milhões de toneladas, colhidas em uma área de 1,18 milhão de hectares com rendimento médio de 14,9 t/ha. A região Norte se constitui a grande produtora de mandioca no Brasil, tanto em área colhida como em quantidade produzida. Em 2022, a sua participação foi de 35,58% da produção nacional, seguida da região Nordeste com 21,35% e a região Sul com 21,7% do total para o Brasil (PAM/IBGE, 2023) (Tabela 1).

Tabela 1: Produção, área colhida e rendimento da Mandioca - Brasil e Regiões - 2022

	Área Colhida (ha)	Quantidade Produzida (t)	Rendimento (kg/ha)	Participação na Produção (%)
Brasil	1.181.482	17.648.564	14.938	-
Norte	425.727	6.280.008	14.751	35,58
Nordeste	377.890	3.768.336	9.972	21,35
Sudeste	119.638	2.291.462	19.153	12,98
Sul	183.996	3.876.576	21.069	21,97
Centro-Oeste	74.231	1.432.182	19.294	8,12

Fonte: PAM/IBGE (2023)

Apesar de sua importância socioeconômica como componente da base da alimentação de grande parte da população brasileira, a produção de mandioca se concentra basicamente em oito estados, que juntos detêm em torno de 69,91% da produção nacional. São eles: o Pará (4,16 milhões de toneladas), o Paraná (2,9 milhões de toneladas), São Paulo (1,43 milhão de toneladas), Mato Grosso do Sul (957 mil toneladas), Amazonas (768 mil toneladas), Ceará (759 mil toneladas), Bahia (700 mil toneladas) e Rio Grande do Sul (661 mil toneladas) (PAM/IBGE, 2023).

O Estado do Pará, ao longo dos anos, ocupa o primeiro lugar na produção nacional e uma das características desse estado é a existência de milhares de pequenas casas de farinha, que resultam na maior produção brasileira de farinha de mandioca. Embora seja o maior produtor, em 2022, a sua produtividade média foi de 15 t/ha, comparativamente abaixo da produtividade dos estados do Paraná com 23,6 t/ha, Mato Grosso do Sul com 22,2 t/ha e de São Paulo que obteve 23,3 t/ha (PAM/IBGE, 2023).

Com relação aos demais estados da região Norte incluídos nesta avaliação de impactos, em 2022, o Tocantins respondeu por 257 mil toneladas, equivalentes a 1,46% da quantidade de mandioca produzida no país em 2022, e o Amapá contribuiu com 119 mil toneladas, correspondentes a 0,68% do total. De forma semelhante ao que se observa no Pará, a produtividade média é inferior à verificada em outros estados: 15,7 t/ha no Tocantins, 10,5 t/ha no Amapá e 10,3 t/ha no Amazonas, menor que em outros estados da mesma região, como Acre com 23 t/ha e Rondônia com 21,3 t/ha.

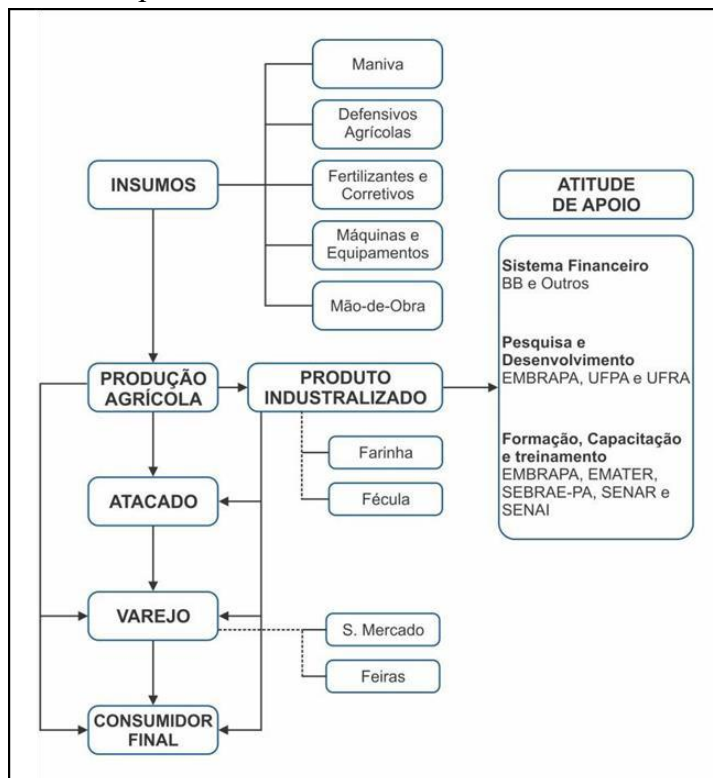
Assim, ações e estratégias que possibilitem aumento na produção e produtividade da mandioca na região Norte têm impacto significativo na cadeia produtiva, uma vez que além do elo da produção agrícola, os elos industrial e comercial também são influenciados positivamente.

Na Figura 1, visualiza-se a estrutura básica da cadeia produtiva da mandioca no estado do Pará, identificando os diversos segmentos e atores. Percebe-se que é uma cadeia ainda muito incipiente, em que seus elos ainda não estão completamente estruturados, o que provoca desencadeamento em seus segmentos. Como exemplo, a inexistência de produção em escala afeta o segmento de agroindústria, pois o processamento da grande maioria da produção é realizado na propriedade agrícola e de maneira artesanal e o produto (farinha) é vendido diretamente para intermediários ou consumidores finais.

Os efeitos da inovação tecnológica ao longo da cadeia têm como origem o aumento e a estabilidade do rendimento da mandioca em resposta tão somente a adoção dos processos preconizados pelo Trio da Produtividade, considerando-se o pressuposto de que os sistemas

produtivos avaliados (tradicional e inovador) diferem entre si apenas pela adoção das práticas, sendo as demais características semelhantes.

Figura 1. Cadeia produtiva da mandioca no Estado do Pará



Fonte: SEBRAE-PA (2003).

Neste sentido, este artigo tem como objetivo analisar os impactos econômicos do “Trio da Produtividade” na cadeia produtiva da mandioca, identificando os efeitos sobre a geração de renda, a produtividade, a competitividade do setor e a sustentabilidade econômica dos estabelecimentos agrícolas na região Norte do Brasil.

Procedimentos metodológicos

Para as análises deste estudo, 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.

A avaliação buscou abranger, de forma sistêmica, o contexto da cadeia produtiva nos quatro estados participantes: Pará, Amazonas, Tocantins e Amapá, sendo, no entanto, focado cada segmento

individualmente, de acordo com a intensidade do impacto (A – alto, M - médio e B - baixo) gerado pelo uso efetivo da solução tecnológica. Dessa forma, foram verificados os efeitos da solução tecnológica nos segmentos de insumos produtivos, produção agrícola, na agroindústria, no atacado, no varejo e para os consumidores. Conforme se pode observar nos resultados da Tabela 2, a solução tecnológica proporcionou impacto positivo principalmente nos segmentos primários da cadeia. Ressalta-se que todos os elos da cadeia foram impactados, contudo o maior destaque está nos elos da produção agrícola, atacado, varejo e consumidor final.

Tabela 2 – Nível de impactos gerados nos segmentos da cadeia produtiva da mandioca pela adoção do Trio da Produtividade.

Segmentos	Nível de Impacto *	Descrição
Insumos produtivos	B	A adoção da solução tecnológica tem baixo impacto na aquisição de insumos.
Produção agrícola	A	A solução tecnológica facilita práticas de manejo como adubação e capinas e promove aumento de produção de raiz com impactos na produtividade.
Produto Industrializado	B	O processamento da grande maioria da produção é realizado na propriedade e de maneira artesanal.
Atacado	M	Com o aumento significativo da produção cresceu a participação do intermediário atacadista.
Varejo	M	Com o aumento significativo da produção cresceu a participação do intermediário varejista.
Consumidor	M	Com o incremento da produção aumentou a oferta de mandioca para os consumidores finais.

*Legenda: A – Alto; B – Baixo; M - Médio.

Fonte: Elaboração dos autores.

A avaliação dos impactos econômicos do Trio da Produtividade, recomendado pela Embrapa utilizou-se da abordagem contrafactual, ao se comparar os resultados “com” e “sem” a solução tecnológica. Esta avaliação buscou abranger, de forma sistêmica, o contexto da cadeia produtiva, sendo, no entanto, focado cada segmento individualmente, de acordo com a intensidade do impacto gerado pelo uso efetivo da solução tecnológica. Dessa forma, apropriaram-se os efeitos da solução tecnológica nos segmentos de insumos produtivos, de produção primária, agroindústria, atacado e varejo.

Por já existir uma base de avaliação, construída nas avaliações de anos anteriores para o estado do Pará, utilizou-se da estratégia metodológica de obter os dados e informações adicionais para 2023 para os quatro estados da região Norte, a partir de informantes-chave, representados por produtores e

técnicos com destacada experiência e conhecimento da solução tecnológica e dos segmentos ou da cadeia produtiva.

A coleta de dados para levantamento do benefício econômico foi obtida por meio de fontes secundárias, tais como: Pesquisa Agrícola Municipal – PAM/IBGE e Preços Agropecuários – CONAB; e fontes primárias, a partir de consultas com produtores e informantes-chave representantes de prestadoras de serviços de assistência técnica e extensão rural, associações e cooperativas de produtores, secretarias municipais de agricultura e outras instituições locais responsáveis pela transferência da tecnologia.

Para a coleta de dados dos impactos socioambientais foram entrevistados 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. 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 3).

Tabela 3: 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	-	-	-	2
Porto Grande	Amapá	2	-	-	-	2
Tartarugalzinho	Amapá	2	-	-	-	2
Total		42	4	-	-	46

Fonte: Dados da pesquisa.

Resultados e Discussão

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

No caso do Trio da Produtividade na cultura da mandioca, o benefício econômico foi estimado a partir do incremento da produtividade. Nessa perspectiva, compara-se o rendimento com o uso da solução tecnológica da Embrapa com o rendimento do sistema tradicional sem o uso da solução tecnológica. O rendimento sem o uso da solução tecnológica foi obtido a partir dos dados de produtividade média, utilizando uma ponderação proporcional ao volume produzido nos estados do Pará, Amapá, Amazonas e Tocantins, registrados na pesquisa Produção Agrícola Municipal (PAM/IBGE, 2023) ao passo que o rendimento com o uso da solução tecnológica (Trio da Produtividade) foi baseado em valores médios de produtividade de resultados de pesquisas realizadas nos diversos municípios destes Estados.

O ganho unitário 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. Considerou-se o preço médio anual (em kg) da raiz de mandioca pago ao produtor disponibilizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2023), utilizando-se média ponderada proporcional à participação relativa dos estados no volume total produzido. Já os custos adicionais da solução tecnológica 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 solução tecnológica 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, o Sebrae-PA, que contribuiu para o financiamento de ações de projetos de P&D e ações de difusão da solução tecnológica; e as associações e cooperativas de produtores que desenvolveram ações de consolidação da pesquisa no processo de difusão junto aos produtores rurais.

De posse do ganho líquido da Embrapa, e multiplicando esse valor pela área de adoção, determinou-se o benefício econômico proporcionado pela solução tecnológica (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 municipais de agricultura, sindicato de produtores e trabalhadores rurais, além de contatos com os produtores por meio telefônico e presencialmente nas visitas técnicas. Deve-se ressaltar que foram considerados para a estimativa da área de adoção, principalmente, os municípios que tiveram ações de transferência de tecnologia do Trio da Produtividade por parte da Embrapa e de instituições parceiras, além dos municípios, cujas informações foram repassadas por informantes-chave sobre o uso da solução tecnológica nos estados do Pará, Amapá, Amazonas e Tocantins. Ressalta-se que os valores dos impactos econômicos para o período 2008-2022 foram corrigidos pelo IGP-DI acumulado tendo como referência o índice acumulado até dezembro de 2022. Para o ano de 2023, os valores são nominais, sem correção.

A solução tecnológica Trio da Produtividade na cultura da mandioca começou a ser desenvolvida pela Embrapa Amazônia Oriental em 2005 e lançada no ano de 2007. Por se tratar de uma cultura anual, os efeitos econômicos de sua adoção foram analisados a partir do ano de 2008. Procederam-se, assim, às avaliações anuais periódicas até 2023, ano considerado neste relatório.

Com base nos levantamentos realizados, em que foram colhidas informações de produtores e de técnicos de instituições parceiras, estima-se que, em 2023, a área de adoção do Trio da Produtividade na cultura da mandioca esteja em torno de 14.195 hectares implantados.

Na tabela 4 estão demonstrados os rendimentos e os ganhos líquidos unitários proporcionados pela adoção da solução tecnológica. Em relação aos rendimentos (produtividade), observa-se que, com a adoção da solução tecnológica, houve um crescimento em torno de 56%, em 2023, passando de um rendimento médio de 14,8 t/ha para 23,1 t/ha. Este resultado demonstra o potencial da solução tecnológica para provocar mudanças no cenário da agricultura familiar.

Tabela 4: Benefícios Econômicos por Incremento de Produtividade – 2008/2023

Ano	Rendimento sem o uso da solução tecnológica Embrapa / Kg/ha (A)	Rendimento com o uso da solução tecnológica Embrapa em avaliação / Kg/ha (B)	Preço Unitário R\$/kg (C)	Custo Adicional R\$/ha (D)	Ganho Unitário R\$/ha $E=[(B-A) \times C]-D$	Participação da Embrapa % (F)	Ganho Líquido Embrapa R\$/ha $G=(E \times F)$	Área de Adoção (ha) (H)	Benefício Econômico $I=(G \times H)$
2008	15.700	24.000	2,50	2.318,78	18.412,95	70%	12.889,06	2.546	32.815.546,76
2009	15.600	23.900	2,04	2.261,04	14.655,82	70%	10.259,08	1.844	18.917.743,52
2010	15.400	23.700	2,16	2.440,25	15.514,36	70%	10.860,05	2.794	30.342.979,70
2011	15.800	24.100	1,93	2.332,44	13.721,09	70%	9.604,76	3.179	30.533.532,04
2012	15.300	23.600	1,99	2.362,94	14.131,60	70%	9.892,12	3.497	34.592.743,64
2013	15.320	23.620	1,84	2.306,33	12.950,85	70%	9.065,59	5.102	46.252.640,18
2014	15.280	23.580	1,25	2.622,64	7.780,82	70%	5.446,57	5.701	31.050.895,57
2015	14.274	22.574	0,88	2.527,11	4.778,90	70%	3.345,23	6.908	23.108.848,84
2016	15.198	23.498	1,26	2.283,26	8.155,57	70%	5.708,90	7.410	42.302.949,00
2017	14.612	22.912	1,42	2.130,84	9.616,82	70%	6.731,77	8.058	54.244.602,66
2018	14.388	22.688	1,07	2.314,10	6.606,01	70%	4.624,21	9.785	45.247.894,85
2019	14.681	22.981	0,73	2.289,36	3.755,72	70%	2.629,00	11.899	31.282.471,00
2020	14.164	22.464	0,74	2.236,60	3.876,48	70%	2.713,53	9.801	26.595.307,53
2021	14.109	22.409	0,34	1.817,28	1.021,00	70%	714,70	11.795	8.429.886,50
2022	14.206	22.506	0,48	1.717,24	2.292,80	70%	1.604,96	12.980	20.832.380,80
2023	14.815	23.115	0,96	2.436,00	5.532,00	70%	3.872,40	14.195	54.968.718,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação aos ganhos unitários proporcionados pelo Trio da Produtividade observa-se uma oscilação em seu comportamento ao longo do período de 2008 a 2023, sendo que neste último ano, alcançou o montante de R\$5.532,00 por hectare. Este valor representa uma elevação de 141% em relação ao ganho unitário de 2022, decorrente sobretudo do crescimento expressivo do preço médio do quilograma da raiz de mandioca pago ao produtor, que, em 2022, era R\$ 0,48/kg, saltando para R\$ 0,96/kg em 2023.

A participação da Embrapa foi estimada em 70%, em função da sua participação efetiva no processo de criação e das ações de transferência da tecnologia, conforme já apontado. Observa-se que

a área de adoção do Trio da Produtividade na cultura da mandioca vem crescendo ao longo dos anos, com exceção de 2020.

A área adotada com o Trio da Produtividade ainda representa uma parcela muito pequena de participação dessa solução tecnológica da área total cultivada de mandioca nos estados analisados do presente relatório. Para efeito de ilustração, em 2023, a área estimada de adoção do Trio da Produtividade foi de 14.195 hectares. Se considerarmos o total de área colhida de mandioca no estado do Pará em 2022, que foi de 277.106 hectares (PAM/IBGE, 2023), significa dizer que em torno de 5% desse total são cultivados com a adoção dessa solução tecnológica.

Com relação aos ganhos líquidos da Embrapa (calculados por meio do ganho unitário e do percentual de participação da Embrapa), no ano de 2023, esse ganho foi de R\$5.532,00 por hectare. Com base nos levantamentos de campo, em que foram coletadas informações de produtores e de técnicos de instituições parceiras, considerando a área de adoção deste ano, o benefício econômico foi estimado em aproximadamente R\$55 milhões (Tabela 4). O impacto econômico da solução tecnológica é bastante significativo nos estados do Pará, Amapá, Amazonas e Tocantins, contudo, o ritmo da evolução da adoção apresenta-se baixo ao se comparar com o total da área cultivada da mandioca no estado do Pará, em torno de 5%, por exemplo. É importante ressaltar que esse impacto se refere apenas à produção e venda de raiz de mandioca, não tendo sido apropriados os efeitos sobre os demais elos da cadeia, o que pode significar que o impacto econômico deve ser maior que o valor aqui estimado.

Os custos com a tecnologia Trio da Produtividade da mandioca para a Embrapa englobam atualmente os seguintes componentes: pessoal, depreciação de capital, administração e transferência de tecnologia, sendo que até 2022 se referiam apenas à Embrapa Amazônia Oriental e a partir de 2023 passam a incluir também as seguintes Unidades Descentralizadas (UDs): Embrapa Amazônia Ocidental, Embrapa Amapá e Embrapa Pesca e Aquicultura. O custeio com as atividades de pesquisa só foi considerado nos três primeiros anos (2005-2007), fase de avaliação e validação do processo tecnológico.

De acordo com a tabela 5, observa-se que, em 2023, o custo total com o Trio da Produtividade foi estimado em R\$333.400,59. O componente que teve maior peso na composição total foi o custo de pessoal. Os custos com pessoal foram estimados em R\$142.768,01, e definidos com base no somatório dos salários, benefícios e encargos dos empregados envolvidos nas ações de transferência de tecnologia, e cujo montante foi determinado a partir do percentual de tempo dedicado por cada membro nessas ações.

Tabela 5: Estimativa dos custos – 2005/2023

Ano	Custos de Pessoal	Custeio de Pesquisa	Depreciação de Capital	Custos de Administração	Custos de Transferência Tecnológica	Total
2005	616.644,69	18.644,06	9.154,92	145.705,06	0,00	790.148,73
2006	697.824,69	61.397,81	9.790,90	177.485,39	0,00	946.498,80
2007	702.934,67	14.788,95	8.756,37	168.943,07	0,00	895.423,07
2008	663.897,09	0,00	5.492,42	212.641,01	87.057,45	969.087,97
2009	636.286,62	0,00	7.248,09	225.774,40	281.106,43	1.150.415,54
2010	850.605,56	0,00	5.653,16	285.947,65	207.578,97	1.349.785,34
2011	821.640,49	0,00	6.389,35	246.234,72	172.201,41	1.246.465,97
2012	205.391,00	0,00	6.712,45	248.731,71	14.647,57	475.482,73
2013	214.455,17	0,00	6.364,13	232.373,53	15.294,00	468.486,83
2014	111.162,77	0,00	7.852,10	36.958,52	11.047,17	167.020,56
2015	37.747,25	0,00	8.722,92	32.166,82	4.094,15	82.731,14
2016	35.141,26	0,00	8.292,75	44.763,15	0,00	88.197,16
2017	38.328,39	0,00	7.364,80	27.070,19	0,00	72.763,38
2018	27.950,29	0,00	7.065,80	36.721,73	0,00	71.737,82
2019	123.469,27	0,00	35.026,77	23.776,46	2.282,08	184.554,57
2020	32.898,04	0,00	28.438,12	5.743,60	0,00	67.079,77
2021	48.062,74	0,00	23.215,76	9.997,53	0,00	81.276,03
2022	39.628,65	0,00	19.937,12	15.482,83	0,00	75.048,60
2023	142.768,01	0,00	74.111,23	42.189,76	74.331,59	333.400,59

Fonte: Dados da pesquisa.

Não houve provimento de recursos para o componente de pesquisa. No Pará os custos com as ações de transferência de tecnologia têm sido cobertos com recursos de fonte externa, via Fundo Amazônia/BNDES. No Tocantins, esta rubrica tem sido provida com recursos SEG do projeto Mani-Up - Uso de remineralizadores de solo na cultura da mandioca para inclusão produtiva de agricultores, que compreende principalmente viagens e materiais para ações de TT no polo de agricultura irrigada São João em Porto Nacional. No Amapá para as ações de fomento e difusão da tecnologia foram gastos aproximadamente 38,58% dos custos totais de transferência de tecnologia devido ao maior volume de ações em parceria com o SEBRAE-AP e RURAP por fonte externa via Emenda Parlamentar.

Os custos de administração foram estimados em R\$42.189,76. Para a determinação deste custo adotou-se como parâmetro de cálculo o valor das despesas fixas e variáveis (despesas de gestão mais os 20% de taxa de administração retida pelas Unidades dos projetos de P&D e TT), com base no mês de novembro/2023. Em cima desse valor aplicou-se um percentual de 0,2% determinado a partir da quantidade de projetos existentes nas Unidades, obtendo-se assim o valor total do custo de

administração. Especificamente, para a Embrapa Pesca e Aquicultura foi aplicado 15% sobre o montante de recursos do projeto Mani-Up para o exercício de 2023.

A depreciação de capital totalizou o montante de R\$74.111,23 e foi estimada considerando-se a proporção de 0,2% aplicada ao valor de depreciação anual dos ativos fixos das quatro unidades da Embrapa. Foi consultado o setor financeiro de cada UD para a obtenção do valor anual de depreciação. O rateio dos custos de administração e de depreciação teve o objetivo de apropriar, proporcionalmente, as despesas com serviços administrativos e apoio operacional e de bens de capital entre os projetos em execução.

Quando se observa, de maneira geral, o comportamento do custo total da solução tecnológica desde o lançamento até o presente, constata-se variações decrescentes em seus valores. Observa-se que nos anos iniciais do desenvolvimento e validação da solução tecnológica os custos são bastante elevados e no decorrer dos anos até 2022, ocorre uma diminuição gradativa desses valores, refletindo a consolidação e maturidade da solução tecnológica. O acréscimo entre 2022 e 2023 se deve à incorporação dos custos das outras três UDs anteriormente referidas à análise.

A estimativa da rentabilidade dos investimentos das quatro unidades da Embrapa para o Trio da Produtividade na cultura da mandioca seguiu as orientações contidas na metodologia de referência (AVILA; RODRIGUES; VEDOVOTO, 2008), e foi feita com base na taxa interna de retorno (TIR), na relação benefício/custo (B/C) e no valor presente líquido (VPL). A taxa de referência ou taxa mínima de atratividade considerada foi de 6%.

Em 2023, o VPL, considerando a taxa mínima de atratividade de 6%, resultou positivo no valor de R\$272.167.441,29, expressando assim que a solução tecnológica é atrativa do ponto de vista de agregação de valor econômico, considerando o benefício líquido atualizado gerado pela solução tecnológica (Tabela 6).

Tabela 6 - Análises de rentabilidade – Taxa Interna de Retorno (TIR), relação Benefício/Custo (B/C) e Valor Presente Líquido (VPL)

Taxa Interna de Retorno TIR	Relação Benefício/Custo B/C (6%)	Valor Presente Líquido VPL (6%)
38,13%	40,79	R\$ 272.167.441,29

Fonte: Dados da pesquisa.

A TIR obtida foi de 38,13%, valor superior à taxa de referência considerada, justificando dessa forma a inversão de recursos no desenvolvimento do Trio da Produtividade. Por se tratar de

uma solução tecnológica de processo, os fluxos mais elevados dos custos ocorrem nos primeiros anos de desenvolvimento e validação da solução tecnológica, e nos anos seguintes conforma-se uma tendência de queda nesses fluxos. Por outro lado, os fluxos iniciais de benefícios econômicos são baixos, e, à medida que a solução tecnológica se consolida com o passar dos anos, esse fluxo se eleva.

A relação benefício/custo, que compreende a divisão do benefício econômico total pelo custo de pesquisa, à taxa de 6%, foi de 40,79. Isso significa que cada R\$1,00 gasto na pesquisa gerou um benefício de R\$40,79.

Assim, em 2023, de acordo com os indicadores de rentabilidade, evidencia-se que os resultados foram altamente favoráveis à solução tecnológica, considerando os pressupostos estabelecidos.

Considerações finais

Do ponto de vista econômico, em 2023, o benefício gerado foi de R\$54,969 milhões, um crescimento expressivo comparado ao ano anterior, levando em consideração a união de esforços de quatro unidades da Embrapa da região Norte nesta avaliação. Esse resultado deve-se, sobretudo, ao aumento da produtividade, à expansão da taxa de adoção da solução tecnológica, além do aumento significativo do preço médio da raiz de mandioca pago ao produtor nesse ano.

No contexto da adoção, 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.

Referências

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, out.dez. 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.

PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL 2022: **culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>> Acesso em: 18 dez. 2023.

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).

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. Disponível em:http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18204/1/12-Aval_Multidimensional_Impactos_Inovacoes_Tecnol.pdf.