

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ALYSON MAZONY GONÇALVES TEIXEIRA DE VASCONCELOS

USO DA MANIPUEIRA NA AGRICULTURA: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA

RIO LARGO – AL

2024

ALYSON MAZONY GONÇALVES TEIXEIRA DE VASCONCELOS

**USO DA MANIPUEIRA NA AGRICULTURA: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Alagoas –
CECA/UFAL, como requisito parcial à
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Profa. Dra. Mayra Machado de
Medeiros Ferro

RIO LARGO – AL

2024

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 – 1512

V331u Vasconcelos, Alyson Mazony Gonçalves Teixeira de.

Uso da manipueira na agricultura: uma revisão bibliográfica. Alyson Mazony Gonçalves Teixeira de Vasconcelos. – 2024.

21 f.: il.

Orientador(a): Mayra Machado de Medeiros Ferro.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agroecologia - PRONERA) – Graduação em Agroecologia - PRONERA, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2024.

Inclui bibliografia.


1. *Manihot esculenta*. 2. Subproduto da mandioca. 3. Adubação. 4. Controle alternativo. I. Título.

Folha de Aprovação

ALYSON MAZONY GONÇALVES TEIXEIRA DE VASCONCELOS


USO DA MANIPUEIRA NA AGRICULTURA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora do curso de Agronomia do Campus de engenharias e ciências agrárias da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 05 de novembro de 2024.


Documento assinado digitalmente
 **MAYRA MACHADO DE MEDEIROS FERRO**
Data: 25/11/2024 14:59:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(Orientador(a) - Profa. Dra. Mayra Machado de Medeiros Ferro - UFAL)

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **IARA MARIA DOS SANTOS COSTA LUNA**
Data: 25/11/2024 15:05:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(Examinador(a) Externo(a) – Mestre Iara Maria dos Santos Costa - UFAL)

Documento assinado digitalmente
 **REINALDO DE ALENCAR PAES**
Data: 25/11/2024 21:33:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(Examinador(a) Interno(a) – Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes - UFAL)

RIO LARGO – AL

2024

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me abençoado sempre nos dias mais difíceis;

Aos meus pais, irmã e minha noiva que me incentivaram a cada momento e não permitiram que eu desistisse;

A minha orientadora Mayra Machado de Medeiros Ferro que, durante meses, me acompanhou pontualmente, dando todo o auxílio necessário para a conclusão do trabalho;

Aos professores do curso de Agronomia que, através dos seus ensinamentos, permitiram que eu pudesse hoje estar concluindo este trabalho;

Aos meus amigos, pela compreensão das ausências, em especial ao amigo Reinaldo que me ajudou na montagem e dissertação do trabalho.

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo explorar o uso da manipueira na agricultura, abordando suas diversas aplicações como adubo no solo, adubo foliar, e no controle de nematoides, insetos e ácaros. Este trabalho foi feito por meio de uma ampla e detalhada revisão literária em artigos e revistas, que abordaram esse tema e demonstraram como esse subproduto derivado da macaxeira tem diversas outras utilidades. Neste trabalho é explicado como a manipueira que é um subproduto resultante do processamento da mandioca pode ser utilizado na agricultura, historicamente considerada um resíduo, recentes estudos têm revelado seu potencial como recurso valioso na agricultura sustentável, destacando-se pela sua riqueza em nutrientes essenciais e compostos bioativos. Através de uma revisão literária detalhada, este trabalho examina as propriedades nutricionais da manipueira, sua composição química e sua eficácia na melhoria da fertilidade do solo. A manipueira é reconhecida por conter altos teores de potássio, cálcio, magnésio, nitrogênio e outros nutrientes essenciais, essenciais para o crescimento e desenvolvimento saudável das plantas. Além disso, possui micronutrientes importantes que podem ser cruciais para o aumento da produtividade agrícola e a qualidade das colheitas. No contexto do manejo integrado de pragas, a manipueira demonstrou promissores resultados no controle de nematoides, que são parasitas de raízes responsáveis por significativas perdas econômicas em culturas importantes. Estudos têm indicado que a aplicação de manipueira no solo pode reduzir a população desses nematoides, possivelmente devido a seus compostos bioativos que interferem no ciclo de vida desses organismos. Além do controle de nematoides, a manipueira também apresenta potencial no manejo de insetos e ácaros que afetam negativamente as culturas agrícolas. Por meio da análise crítica de estudos científicos e dados empíricos, este trabalho de conclusão de curso busca não apenas ampliar o conhecimento sobre o potencial da manipueira, mas também fornecer informações práticas para agricultores e pesquisadores interessados em promover práticas agrícolas mais eficientes e ambientalmente responsáveis. Esta pesquisa visa contribuir significativamente para o desenvolvimento de estratégias agrícolas que valorizem os recursos naturais disponíveis, promovendo a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental em comunidades agrícolas. Ao explorar as múltiplas facetas do uso da manipueira na agricultura.

Palavras-chave: *Manihot esculenta*; subproduto da mandioca; adubação; controle alternativo.

ABSTRACT

This undergraduate thesis aims to explore the use of cassava wastewater in agriculture, addressing its various applications as soil fertilizer, foliar fertilizer, and in the control of nematodes, insects, and mites. This study was conducted through a comprehensive and detailed literature review of articles and journals that covered this topic and demonstrated how this by-product derived from cassava has various other uses. This work explains how cassava wastewater is a yellowish liquid by-product resulting from cassava processing, essential for the production of starch and other derived products. Historically considered waste, recent studies have revealed its potential as a valuable resource in sustainable agriculture, distinguished by its richness in essential nutrients and bioactive compounds. Through a detailed literature review, this study examines the nutritional properties of cassava wastewater, its chemical composition, and its effectiveness in improving soil fertility. Cassava wastewater is recognized for containing high levels of potassium, calcium, magnesium, nitrogen, and other essential nutrients crucial for the healthy growth and development of plants. Additionally, it contains important micronutrients that can be crucial for increasing agricultural productivity and crop quality. In the context of integrated pest management, cassava wastewater has shown promising results in controlling nematodes, root parasites responsible for significant economic losses in important crops. Studies have indicated that the application of cassava wastewater to the soil can reduce the population of these nematodes, possibly due to its bioactive compounds that interfere with the life cycle of these organisms. In addition to nematode control, cassava wastewater also has potential in managing insects and mites that negatively affect agricultural crops. Through critical analysis of scientific studies and empirical data, this undergraduate thesis seeks not only to expand knowledge about the potential of cassava wastewater but also to provide practical information for farmers and researchers interested in promoting more efficient and environmentally responsible agricultural practices. This research aims to significantly contribute to the development of agricultural strategies that value available natural resources, promoting food security and environmental sustainability in agricultural communities. By exploring the multiple facets of cassava wastewater use in agriculture.

Keywords: *Manihot esculenta*; cassava by-product; fertilization; alternative control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	-Ilustração do processo de extração da manipueira.....	21
Figura 2	-Ilustração da composição química da manipueira.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Composição química típica da Manipueira em ppm ou mg/L.....	22
----------	---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	METODOLOGIA.....	16
2.1	Seleção das fontes.....	16
2.2	Critérios de inclusão e exclusão.....	16
2.2.1	Critérios de inclusão.....	16
2.2.2	Critérios de exclusão.....	16
2.3	Procedimentos de coleta de dados.....	16
2.4	Análise dos dados.....	17
2.5	Validação e confiabilidade.....	17
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1	A cultura da mandioca.....	17
3.1.2	Subprodutos da mandioca	18
3.2	Manipueira.....	19
3.2.1	Processo de extração da manipueira.....	20
3.2.2	Propriedades físicas, químicas e biológicas.....	21
3.3	Aplicações da manipueira.....	22
3.3.1	Manipueira como biofertilizante	22
3.3.2	Mecanismo de ação da manipueira.....	23
3.3.3	Aplicações práticas e recomendações de uso.....	24
3.4	Controle de pragas e doenças.....	24
3.5	Condicionador de solo.....	26
3.6	Compostagem.....	27
3.7	Biossíntese de produtos industriais.....	27
3.7.1	Aplicações na biossíntese.....	27
3.8	Aplicações em culturas de importância econômica.....	28
3.8.1	Milho.....	28
3.8.2	Soja.....	29
3.8.3	Algodão.....	30
3.8.4	Café.....	30
3.8.5	Cana-de-açúcar.....	32
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
5	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), pertencente à família *Euphorbiaceae*, é uma das culturas mais importantes para a agricultura familiar em diversas regiões do Brasil. Essa planta perene é conhecida por sua alta resistência a condições adversas, como solos pobres e períodos de seca, o que a torna uma opção valiosa para agricultores em regiões de baixa renda e com limitações técnicas e financeiras (Almeida, 2020). Além de ser uma fonte fundamental de carboidratos, a mandioca tem um papel significativo na segurança alimentar, fornecendo um alimento básico para milhões de pessoas. Sua produção e processamento também geram renda para pequenos agricultores, promovendo o desenvolvimento rural sustentável. A mandioca é versátil e pode ser utilizada de várias formas, desde o consumo direto da raiz até a produção de farinha, amidos modificados e bebidas fermentadas (Souza et al., 2018).

No Brasil, a mandioca desempenha um papel crucial na economia agrícola, sendo uma das culturas mais cultivadas e de maior relevância social e econômica para as comunidades rurais. O cultivo da mandioca é uma prática comum entre os agricultores familiares, que a utilizam tanto para consumo próprio quanto para comercialização, fortalecendo a economia local e garantindo a subsistência das famílias envolvidas (Silva et al., 2019). Essa importância da mandioca no contexto da agricultura familiar destaca a relevância do estudo e da utilização de subprodutos como a manipueira, que podem agregar valor à cadeia produtiva e oferecer soluções sustentáveis para o manejo de resíduos agrícolas.

A manipueira é o líquido residual resultante do processo de prensagem da mandioca para a produção de farinha e fécula. Este subproduto possui uma composição rica em nutrientes e compostos orgânicos que podem ser benéficos para o solo e para as plantas (Cereda et al., 2005). Segundo Carvalho et al. (2015), a manipueira contém altas concentrações de potássio, fósforo e matéria orgânica, elementos essenciais para o crescimento saudável das plantas. A aplicação da manipueira na agricultura, portanto, pode contribuir para a fertilização do solo, redução do uso de fertilizantes químicos e melhoria da produtividade agrícola. Além dos benefícios agronômicos, a utilização da manipueira pode representar uma solução para o problema ambiental relacionado ao seu descarte inadequado (Cereda et al., 2005). Estudos indicam que a manipueira, quando descartada de forma incorreta, pode causar poluição dos corpos hídricos e contaminação do solo devido à sua alta carga orgânica (Souza et al., 2010). Nesse sentido, a incorporação desse resíduo no manejo agrícola não apenas promove a sustentabilidade, mas também atende a uma demanda ambiental urgente.

A adoção de práticas agrícolas sustentáveis, como o uso de resíduos orgânicos na fertilização, é essencial para a manutenção da saúde do solo e para a produção de alimentos de forma responsável (Vital et al, 2014). Na agricultura, a aplicação da manipueira pode melhorar a estrutura do solo, aumentar a disponibilidade de nutrientes e promover um ambiente mais favorável ao desenvolvimento das plantas. Um estudo feito por Oliveira (2016) também corrobora essa visão, apontando que a manipueira pode ser utilizada como biofertilizante, promovendo o crescimento e a resistência das plantas a doenças.

Pesquisas recentes têm explorado os efeitos específicos da manipueira em diferentes culturas, incluindo o alho. Estudos conduzidos por Silva et al. (2020) demonstraram que a aplicação da manipueira em plantações de alho resultou em aumento significativo da produtividade e da qualidade dos bulbos. Estes resultados evidenciam o potencial da manipueira como um insumo agrícola valioso, capaz de contribuir para a sustentabilidade e a eficiência na produção de alho, e no controle de nematoides.

O uso de biofertilizantes e biodefensivo, como a manipueira, pode reduzir significativamente os custos de insumos agrícolas, tornando a produção mais competitiva (Souza et al., 2012). Isso é particularmente relevante para os pequenos agricultores que, frequentemente, enfrentam dificuldades financeiras para adquirir fertilizantes químicos. Do ponto de vista ambiental, a reutilização da manipueira representa um avanço significativo na gestão de resíduos agroindustriais. A manipueira contém compostos orgânicos que, quando adequadamente tratados e aplicados ao solo, podem melhorar a capacidade de retenção de água, reduzir a erosão e aumentar a biodiversidade microbiana (Moura et al., 2018). Essas melhorias são cruciais para a manutenção da saúde do solo a longo prazo e para a mitigação dos impactos das mudanças climáticas na agricultura.

Outro aspecto relevante é a questão da pesquisa e inovação. A busca por métodos sustentáveis e eficientes de utilização da manipueira na agricultura tem incentivado diversos estudos e projetos de pesquisa. Instituições como a Embrapa e universidades federais têm conduzido experimentos para identificar as melhores práticas de aplicação da manipueira em diferentes tipos de solo e culturas agrícolas (Embrapa, 2016). Essas iniciativas são fundamentais para desenvolver tecnologias acessíveis e eficientes, que possam ser facilmente adotadas pelos agricultores. Além disso, é importante considerar a educação e capacitação dos agricultores quanto ao uso da manipueira. Programas de extensão rural e treinamentos específicos podem contribuir para a disseminação de conhecimentos técnicos e práticas adequadas de manejo. A capacitação dos agricultores é essencial para garantir que a

manipueira seja utilizada de forma segura e eficaz, maximizando seus benefícios e minimizando os riscos ambientais (Santos et al. 2018).

A partir dessa perspectiva, a presente pesquisa visa aprofundar a compreensão sobre os efeitos da manipueira na agricultura, avaliando não apenas os aspectos agronômicos e ambientais, mas também os socioeconômicos. Espera-se que os resultados deste estudo possam contribuir para a formulação de políticas públicas e estratégias de desenvolvimento sustentável, promovendo uma agricultura mais resiliente e integrada com as necessidades dos agricultores e do meio ambiente.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada para a realização deste trabalho baseia-se em uma revisão bibliográfica abrangente, utilizando artigos científicos, revistas especializadas e livros. Este método permite a construção de um referencial teórico sólido sobre o uso da manipueira na agricultura, através da análise crítica de diversas fontes.

2.1. Seleção das Fontes

Foram selecionados artigos, revistas e livros publicados, de preferência os mais atuais possíveis, garantindo a atualidade das informações. As fontes foram escolhidas com base em sua relevância ao tema e credibilidade acadêmica, incluindo publicações de instituições renomadas como Embrapa e Instituto Federal Baiano. As buscas foram realizadas em bases de dados acadêmicas como o Google Acadêmico, Google Scholar e Scielo.

2.2 Critérios de Inclusão e Exclusão

2.2.1 Critérios de Inclusão:

- Publicações recentes (últimos 24 anos).
- Estudos sobre a composição, extração e aplicação da manipueira.
- Pesquisas sobre os impactos agronômicos, ambientais e socioeconômicos da manipueira na agricultura, especialmente na agricultura.
- Artigos, revistas e livros revisados por pares.

2.2.2 Critérios de Exclusão:

- Publicações muito antigas (a mais de 24 anos).
- Estudos não relacionados ao uso da manipueira.

2.3 Procedimentos de Coleta de Dados

- Busca Sistemática: Utilizando palavras-chave como “manipueira”, “agricultura”, “biofertilizantes”, “resíduos agroindustriais” e “sustentabilidade agrícola”, em várias bases de dados.
- Leitura e Análise Crítica: Os materiais selecionados foram lidos integralmente e analisados criticamente, destacando-se os principais resultados, métodos e conclusões.

- Síntese das Informações: As informações foram categorizadas em temas como composição e extração da manipueira, benefícios agronômicos, impactos ambientais e aspectos socioeconômicos.

2.4. Análise dos Dados

A análise qualitativa considerou diferentes perspectivas apresentadas nos estudos revisados, identificando convergências, divergências e lacunas de conhecimento. A triangulação de fontes e verificação cruzada das informações garantiram a confiabilidade e validade das conclusões.

2.5. Validação e confiabilidade

Seguindo rigorosamente as diretrizes para revisão bibliográfica, a metodologia adotada garantiu a construção de um conhecimento abrangente e fundamentado sobre o uso da manipueira na agricultura.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A cultura da mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) pertence à família Euphorbiaceae, sendo uma planta perene nativa da América do Sul. A planta se caracteriza por um sistema radicular tuberoso, cujas raízes são ricas em amido. A mandioca pode ser classificada em dois tipos principais: mandioca doce e mandioca brava, diferenciando-se pela concentração de glicosídeos cianogênicos nas raízes. A mandioca brava, mais utilizada na produção de farinha, é a principal fonte de manipueira devido ao seu processamento mais intensivo (Silva, 2002).

A mandioca foi domesticada há cerca de 8.000 a 10.000 anos por povos indígenas que habitavam essa região. A partir dessa domesticação, a mandioca se espalhou para outras partes da América Latina e, posteriormente, para o resto do mundo durante a colonização europeia (Leonel, Cereda, 1995).

Botanicamente, a mandioca é uma planta de porte arbustivo, com folhas palmatilobadas que variam de três a nove lóbulos. As flores são unissexuais, pequenas e dispostas em inflorescências terminais. A polinização é entomófila, ou seja, realizada por insetos. As raízes, que são a parte economicamente mais importante, variam em tamanho e formato, podendo atingir até um metro de comprimento. A adaptação da mandioca a diferentes condições de solo e clima, aliada à sua resistência a períodos de seca, torna essa planta altamente versátil e amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais do mundo. O cultivo de mandioca e a consequente produção de manipueira são práticas que se estendem desde pequenas propriedades familiares até grandes plantações comerciais, refletindo a importância econômica e social dessa cultura (Saraiva et al., 2007).

A mandioca tem sido uma cultura de grande importância tanto global quanto nacional. Em 2022, a produção mundial de mandioca foi estimada em aproximadamente 460 milhões de toneladas, com a Nigéria sendo o maior produtor, com cerca de 60,8 milhões de toneladas. O Brasil é o sexto maior produtor mundial, com uma produção de aproximadamente 17,6 milhões de toneladas (Tridge e Knoema, 2024).

No Brasil, a mandioca desempenha um papel vital na agricultura familiar e é amplamente cultivada em várias regiões do país, especialmente nas regiões Norte e Nordeste. A produção nacional tem flutuado nos últimos anos, refletindo tanto as condições climáticas quanto as políticas agrícolas (Montanher, 2016).

3.1.1 Subprodutos da mandioca

A mandioca é uma planta amplamente cultivada e utilizada em várias indústrias devido aos seus múltiplos subprodutos, que possuem diversas aplicações econômicas e industriais. Entre os principais subprodutos da mandioca estão a farinha de mandioca, o polvilho, a tapioca, o amido e a manipueira (Montanher, 2016).

Farinha de Mandioca: A farinha de mandioca é um dos subprodutos mais tradicionais e amplamente consumidos, especialmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Ela é produzida através da torrefação da massa ralada da mandioca e é utilizada como base para diversos pratos típicos, como o pirão e o beiju (Almeida, 2020; Silva; Pereira, 2019).

Polvilho e Tapioca: O polvilho, também conhecido como goma, é extraído da mandioca por meio de um processo de decantação e secagem da manipueira. O polvilho pode ser azedo ou doce, dependendo do tempo de fermentação. Ele é utilizado na produção de tapioca, pães de queijo, biscoitos e outros produtos alimentícios (Fialho et al, 2014).

Amido de Mandioca: O amido, também conhecido como fécula, é outro subproduto importante. Ele é amplamente utilizado na indústria alimentícia, farmacêutica, têxtil e de papel. Devido à sua pureza e versatilidade, o amido de mandioca é empregado na produção de alimentos industrializados, como sopas instantâneas, molhos e sobremesas, além de ser um insumo importante na fabricação de medicamentos e cosméticos (Pereira, 2019).

Manipueira: subproduto da indústria de processamento da mandioca, tem uma longa trajetória de utilização e evolução tecnológica. Desde tempos remotos, a mandioca é uma planta cultivada pelas civilizações indígenas da América do Sul, especialmente na região amazônica. Essas comunidades já reconheciam a importância da mandioca como alimento básico, utilizando métodos rudimentares para extrair a manipueira durante a produção de farinha e outros derivados (Oliveira et al, 2020).

Com a colonização europeia e a expansão do cultivo da mandioca para outras partes do mundo, a produção de manipueira aumentou significativamente. No Brasil, o cultivo de mandioca e a produção de farinha se consolidaram como atividades econômicas importantes, principalmente nas regiões Norte e Nordeste. No entanto, a manipueira era tradicionalmente vista como um resíduo problemático, devido à sua toxicidade e ao potencial poluidor quando descartada inadequadamente (Saraiva et al., 2007). Nas últimas décadas, houve um crescente interesse em pesquisas sobre o aproveitamento sustentável da manipueira, impulsionado pela necessidade de práticas agrícolas mais ecológicas. Estudos recentes têm explorado diversas aplicações da manipueira na agricultura, destacando seu potencial como biofertilizante e condicionador de solo (Barros, Quadros, Pastore, 2008). A evolução tecnológica e o avanço das pesquisas científicas contribuíram para uma melhor compreensão dos benefícios e

desafios associados ao uso da manipueira, promovendo sua valorização como recurso agrícola (Santos et al, 2018).

O processo de produção da farinha de mandioca, que resulta na geração de manipueira, envolve várias etapas tradicionais que foram passadas de geração em geração. As raízes da mandioca são descascadas, lavadas, trituradas e prensadas para extrair o amido. A manipueira é o líquido que escoar durante a prensagem das raízes trituradas. Este líquido contém uma mistura de água, amido, fibras solúveis, proteínas e compostos cianogênicos, os quais conferem suas propriedades tanto benéficas quanto tóxicas (Barros, Quadros, Pastore, 2008).

Apesar de ser rica em nutrientes como proteínas e carboidratos, a manipueira contém substâncias tóxicas e exige tratamento de destoxificação antes de seu uso. Métodos como fermentação, fervura prolongada e secagem são aplicados para reduzir a toxicidade, possibilitando o uso desse subproduto na alimentação animal com benefícios ambientais e econômicos (Souza, 2022).

A manipueira, inicialmente considerada um resíduo sem valor, tem sido reavaliada ao longo dos anos devido aos seus potenciais benefícios agrícolas. Este subproduto, que era descartado sem tratamento adequado, passou a ser estudado e utilizado como fertilizante e biofertilizante, aproveitando-se sua composição rica em nutrientes essenciais para o solo e as plantas (Saraiva et al., 2007).

3.2 Manipueira

3.2.1 Processo de extração da manipueira

O processo de extração da manipueira é relativamente simples e envolve as seguintes etapas principais, como visto na (Figura 1):

1. Lavagem e Descascamento: As raízes de mandioca são lavadas para remover a sujeira e, em alguns casos, descascadas.
2. Ralação ou Trituração: As raízes são raladas ou trituradas para quebrar as células e liberar o amido.
3. Prensagem: A massa resultante é prensada para extrair o líquido, que é a manipueira. Essa prensagem pode ser feita manualmente ou com prensas mecânicas.
4. Coleta: O líquido extraído é coletado em recipientes. A manipueira contém compostos cianogênicos que podem ser tóxicos e, por isso, deve ser manipulada com cuidado.
5. Tratamento (opcional): Em alguns casos, a manipueira pode ser tratada para reduzir a toxicidade antes de ser utilizada como fertilizante ou em outras aplicações agrícolas (Montanher, 2016).



Figura 1. Diagrama do processo de extração da manipueira. Fonte: Autor, 2024.

Esse processo permite a obtenção de um subproduto útil da mandioca, que pode ser aproveitado na agricultura de forma sustentável. O líquido resultante da prensagem da mandioca, possui diversas propriedades físicas, químicas e biológicas que a tornam útil na agricultura. A seguir, são detalhadas as principais propriedades e composição química da manipueira (Montanher, 2016).

3.2.2 Propriedades físicas, químicas e biológicas

A manipueira possui uma coloração que varia do amarelo ao marrom, com odor característico e intenso devido à presença de compostos cianogênicos, responsáveis pela sua toxicidade natural. Sua densidade é próxima de $1,02 \text{ g/cm}^3$ e apresenta um pH ácido, geralmente variando entre 3,5 e 6,0. Esses atributos físicos, químicos e biológicos são importantes para a caracterização do líquido e influenciam nos processos necessários para sua destoxificação e potência. A manipueira é rica em nutrientes essenciais e compostos orgânicos que podem ser aproveitados na fertilização e proteção das plantas. Abaixo estão listados os principais componentes químicos encontrados na manipueira (Santos, 2018):

A manipueira é rica em matéria química e orgânica, contribuindo significativamente para a melhoria da estrutura do solo (Figura 2). Ela apresenta diversos nutrientes essenciais, como nitrogênio (N), em torno de 0,04% a 0,08%; fósforo (P), de 0,05% a 0,15%; potássio (K), variando entre 0,20% e 0,30%; além de cálcio (Ca), em uma faixa de 0,01% a 0,03%;

magnésio (Mg), cerca de 0,01% a 0,02%; e pequenas quantidades de enxofre (S), importante para a formação de proteínas (Tabela 1). Sua composição também inclui uma diversidade de microrganismos, que atuam na decomposição da matéria orgânica e no aumento da fertilidade do solo. A manipueira possui ainda atividade enzimática, facilitando a decomposição de resíduos orgânicos e promovendo a liberação rápida de nutrientes. Outro aspecto importante é a sua atividade alelopática, devido aos compostos cianogênicos, como linamarina e lotaustralina, que podem inibir o crescimento de algumas plantas daninhas e pragas, beneficiando culturas específicas. Além disso, a manipueira contém ácidos orgânicos, como o ácido cianídrico, responsável pela sua toxicidade se não for adequadamente tratada, bem como açúcares residuais, úteis na fermentação e produção de biogás, e pequenas quantidades de proteínas que contribuem para a nutrição do solo. (Santos, 2018).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MANIPUEIRA

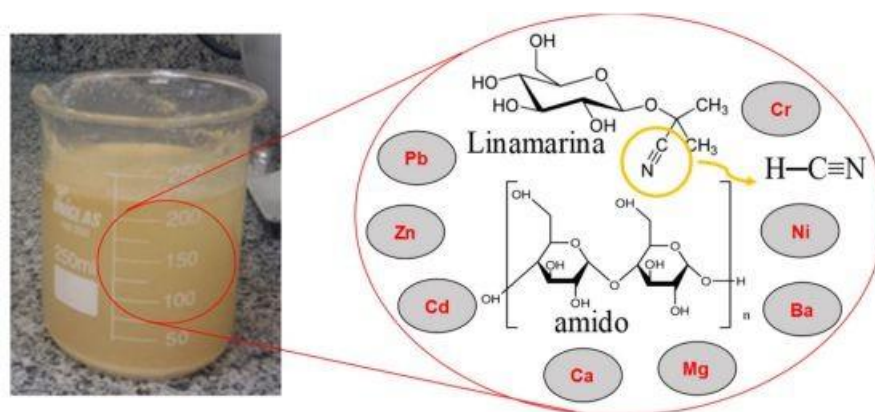


Figura 2. Composição química da manipueira. Fonte: Melo et al., 2023.

TABELA 1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA TÍPICA DA MANIPUEIRA EM PPM OU MG/L.

Componente	Concentração Média (ppm ou mg/L)
Nitrogênio (N)	400-800 ppm ou mg/ L
Fósforo (P)	500-1500 ppm ou mg/L
Potássio (K)	2000-3000 ppm ou mg/L
Cálcio (Ca)	100-300 ppm ou mg/L
Magnésio (Mg)	100-200 ppm ou mg/L
Enxofre (S)	50-100 ppm ou mg/L
Ácidos Orgânicos	Variável
Compostos Cianogênicos	100-200 ppm ou mg/L

Fonte: Santos, 2018.

A manipueira, portanto, apresenta uma composição rica e diversificada que, quando utilizada de maneira adequada, pode trazer inúmeros benefícios para a agricultura. Seu uso eficiente pode não apenas aumentar a produtividade das culturas, mas também contribuir para a sustentabilidade e a saúde ambiental das áreas agrícolas (Santos, 2018).

3.3 Aplicações da manipueira

3.3.1 Manipueira como biofertilizante

A manipueira, subproduto líquido do processamento da mandioca, vem ganhando destaque como um biofertilizante eficiente e sustentável. A utilização da manipueira na agricultura é uma prática que alia o aproveitamento de resíduos agroindustriais à promoção da fertilidade do solo, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e econômica das atividades agrícolas (Fialho et al., 2014).

A aplicação de manipueira no solo traz uma série de benefícios significativos. Primeiramente, ela contribui para o aumento da fertilidade do solo, fornecendo os nutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas. Essa prática é eficaz tanto em solos deficientes quanto em sistemas de cultivo intensivo, onde a demanda por nutrientes é elevada (Saraiva et al., 2007). Além disso, a manipueira melhora as propriedades físicas do solo, como a estrutura e a capacidade de retenção de água, o que favorece o crescimento radicular e a absorção de nutrientes pelas plantas. Solos arenosos e degradados, em particular, se beneficiam dessa aplicação (Leonel, Cereda, 1995).

Outro ponto importante é a redução de custos com fertilizantes químicos. O uso de manipueira como biofertilizante pode diminuir a necessidade de fertilizantes químicos sintéticos, promovendo uma economia significativa para os agricultores. Além disso, a substituição parcial ou total de fertilizantes químicos por biofertilizantes ajuda a reduzir o impacto ambiental causado pela produção e uso excessivo de produtos químicos (Barros, Quadros, Pastore, 2008). Por fim, a manipueira, quando utilizada de maneira adequada, contribui para a sustentabilidade ambiental ao minimizar os impactos associados ao seu descarte inadequado. Em vez de poluir cursos d'água e solos, ela é reciclada e reintegrada ao sistema produtivo, promovendo práticas agrícolas mais sustentáveis.

3.3.2 Mecanismos de Ação da Manipueira

A aplicação de manipueira oferece diversos benefícios diretos e indiretos para o solo e as plantas. Um dos principais avanços proporcionados é o fornecimento direto de nutrientes essenciais para as plantas. A manipueira enriquece o solo com nutrientes, melhorando sua

disponibilidade e garantindo que as plantas tenham acesso aos elementos necessários para seu crescimento e desenvolvimento (Saraiva et al., 2007).

Além disso, a manipueira desempenha um papel importante na estimulação da microbiota do solo. Ela contém matéria orgânica que favorece a atividade microbiológica, estimulando a presença de microrganismos benéficos, como bactérias e fungos. Estes microrganismos são fundamentais para a decomposição da matéria orgânica, a ciclagem de nutrientes e a promoção do crescimento das plantas (Leonel; Cereda, 1995). A atividade microbiana intensificada contribui para a saúde geral do solo, criando um ambiente mais favorável para as plantas.

A manipueira também melhora a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo. A presença de matéria orgânica na manipueira aumenta a CTC, o que melhora a retenção e a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Isso é particularmente benéfico para solos que possuem baixa capacidade de retenção de nutrientes, ajudando a garantir que os nutrientes essenciais permaneçam disponíveis para as plantas por mais tempo (Barros; Quadros; Pastore, 2008).

Além desses benefícios, a utilização de manipueira contribui para a sustentabilidade ambiental ao promover a reciclagem de resíduos e reduzir a necessidade de fertilizantes químicos sintéticos. Ao invés de ser descartada de maneira inadequada e poluir cursos d'água e solos, a manipueira é reintegrada ao sistema produtivo, alinhando-se com práticas agrícolas mais sustentáveis (Leonel; Cereda, 1995). Dessa forma, a manipueira não apenas melhora a fertilidade e a estrutura do solo, mas também contribui para a redução do impacto ambiental e a promoção de uma agricultura mais equilibrada e ecologicamente correta.

3.3.3 Aplicações práticas e recomendações de uso

Para utilizar a manipueira como biofertilizante, algumas recomendações práticas são essenciais para otimizar seus benefícios e evitar problemas. A dosagem adequada deve ser ajustada conforme a necessidade nutricional da cultura e as condições específicas do solo, pois aplicações excessivas podem causar toxicidade devido à presença de compostos cianogênicos (Barros; Quadros; Pastore, 2008). Em muitos casos, recomenda-se o tratamento prévio da manipueira para reduzir sua toxicidade, sendo a fermentação anaeróbica uma técnica eficaz para esse fim (Souza et al., 2020). A aplicação pode ser realizada diretamente no solo ou diluída em água para irrigação, garantindo sempre uma distribuição uniforme para evitar concentração excessiva de nutrientes em áreas específicas. Após a aplicação, é

essencial monitorar as condições do solo e o desenvolvimento das plantas, ajustando a dosagem e a frequência de aplicação conforme necessário.

3.4 Controle de pragas e doenças

A manipueira, subproduto líquido do processamento da mandioca, tem se destacado não apenas como um fertilizante eficiente, mas também como uma poderosa ferramenta no controle de pragas e doenças na agricultura. Sua composição química complexa, incluindo compostos cianogênicos, confere-lhe propriedades inseticidas e fungicidas, que são exploradas para proteger as culturas agrícolas de uma ampla gama de problemas fitossanitários (Menezes et al, 2006).

A manipueira é rica em ácido cianídrico, um composto resultante da hidrólise de glicosídeos cianogênicos presentes na mandioca, como a linamarina e a lotaustralina. Esses compostos, quando liberados no ambiente, são tóxicos para muitos organismos, incluindo insetos, nematoides e fungos fitopatogênicos. Essa toxicidade é o que confere à manipueira suas propriedades biocidas, tornando-a uma alternativa natural e menos danosa ao meio ambiente em comparação aos pesticidas sintéticos (Rodrigues et al., 2011).

Quando aplicada ao solo ou pulverizada sobre as plantas, a manipueira libera compostos cianogênicos que atuam diretamente sobre as pragas e patógenos. Esses compostos podem inibir a respiração celular dos organismos alvo, causando sua morte. No caso de insetos, por exemplo, a manipueira pode afetar o sistema nervoso, levando à paralisia e morte dos indivíduos. Em fungos e bactérias fitopatogênicas, os compostos podem interromper processos metabólicos essenciais, impedindo seu crescimento e reprodução (Oliveira et al., 2012).

Mas o uso da manipulação como controle de pragas pode representar um risco de contaminação, principalmente devido à presença de compostos cianogênicos, como a linamarina, que podem liberar ácido cianídrico (HCN), uma substância tóxica. Quando a manipueira é aplicada diretamente nas plantas ou no solo sem o devido tratamento de destoxificação, os compostos cianogênicos podem afetar os efeitos negativos, não apenas as plantas alvo, mas também as culturas desejadas, o solo e os microorganismos (Carvalho et al, 2008).

Diferentes estudos demonstram a eficácia da manipueira no controle de pragas comuns na agricultura. Por exemplo, ela tem sido utilizada para combater populações de nematoides, como *Meloidogyne* spp., que causam sérios danos a diversas culturas, incluindo a mandioca, batata e tomate. Aplicações de manipueira no solo podem reduzir significativamente as

populações desses nematoides, diminuindo a infestação e os danos às plantas hospedeiras (Carvalho et al, 2008).

Além disso, a manipueira mostrou-se eficaz no controle de insetos como a mosca-branca (*Bemisia tabaci*), lagartas e pulgões. Pulverizações regulares com manipueira podem reduzir a incidência dessas pragas, minimizando a necessidade de intervenções químicas e contribuindo para a saúde do ecossistema agrícola (Lima et al, 2010).

A manipueira também é eficaz no controle de doenças causadas por fungos e bactérias. Pesquisas indicam que sua aplicação pode suprimir o crescimento de fitopatógenos como *Fusarium* spp., que causam murchas vasculares em várias culturas, e *Sclerotinia sclerotiorum*, responsável pelo mofo branco em plantas como feijão e soja. A manipueira pode ser aplicada diretamente ao solo ou utilizada em pulverizações foliares, proporcionando uma barreira protetora contra a infecção (Santos et al, 2012). Além disso, há evidências de que a manipueira pode inibir o crescimento de bactérias patogênicas como *Xanthomonas campestris*, causadora da mancha bacteriana em hortaliças. Sua aplicação regular pode ajudar a controlar surtos dessas doenças, promovendo a saúde das plantas e melhorando o rendimento das colheitas (Silva et al, 2018).

O uso da manipueira como controle de pragas e doenças apresenta várias vantagens. Primeiramente, é uma solução de baixo custo, especialmente atrativa para pequenos agricultores e agricultores familiares que podem não ter acesso fácil a pesticidas comerciais caros. Em segundo lugar, a manipueira é um subproduto que, se não utilizado, poderia causar problemas ambientais devido ao seu descarte inadequado. Portanto, seu uso contribui para a sustentabilidade e redução de resíduos na agroindústria. Contudo, é importante considerar algumas limitações e precauções. A toxicidade da manipueira pode variar dependendo da concentração de compostos cianogênicos, que pode ser influenciada por fatores como a variedade da mandioca e as condições de processamento. Portanto, é essencial realizar testes preliminares para determinar a dose adequada e segura para cada situação específica. Além disso, o uso indiscriminado ou em altas concentrações pode causar fitotoxicidade, prejudicando as culturas em vez de protegê-las. A aplicação deve ser cuidadosamente monitorada, e as práticas de manejo integrado de pragas (MIP) devem ser seguidas para garantir que a manipueira seja utilizada de maneira eficiente e sustentável (Silva et al, 2018).

3.5 Condicionador de solo

A manipueira, subproduto líquido do processamento da mandioca, tem se destacado como um eficaz condicionador de solo na agricultura. Sua aplicação no solo pode melhorar

significativamente suas propriedades físicas, químicas e biológicas, resultando em benefícios para o desenvolvimento das plantas (Barros, Pastore, 2008).

A manipueira contém matéria orgânica e nutrientes que, quando aplicados ao solo, podem melhorar sua estrutura. Isso inclui o aumento da capacidade de retenção de água, aeração e infiltração, fatores críticos para o crescimento saudável das raízes. Em solos arenosos ou degradados, a manipueira pode ajudar a criar um ambiente mais favorável ao desenvolvimento das plantas, promovendo a agregação das partículas do solo (Leonel, Cereda, 1995).

Rica em nutrientes como nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio, a manipueira atua como uma fonte adicional de fertilização para as plantas. Esses nutrientes são liberados gradualmente no solo, disponibilizando-os de forma contínua e equilibrada para as plantas, o que pode resultar em um melhor crescimento e aumento da produtividade agrícola (Souza et al., 2010).

A manipueira contribui para a atividade microbiana do solo, promovendo o crescimento de microrganismos benéficos. Esses microrganismos são essenciais para a decomposição da matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes, processos vitais para a fertilidade do solo. A aplicação regular de manipueira pode, assim, melhorar a saúde geral do solo e sua capacidade de sustentar cultivos a longo prazo (Silva et al., 2020).

3.6 Compostagem

A manipueira pode ser utilizada no processo de compostagem devido à sua rica composição em nutrientes, como nitrogênio, potássio e cálcio, essenciais para a decomposição dos materiais orgânicos. Ao ser incorporada à pilha de compostagem, a manipueira fornece umidade e nutrientes que aceleram o processo de decomposição, resultando em um composto orgânico rico em matéria orgânica estável e nutrientes disponíveis para as plantas. Este processo não apenas reduz o volume de resíduos agrícolas, como também produz um composto que melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Além disso, a compostagem da manipueira ajuda a mitigar os impactos ambientais negativos associados ao descarte inadequado deste subproduto (Diniz, Ledo, 2010).

3.7 Biossíntese de produtos industriais

3.7.1 Aplicações na Biossíntese

Estudos demonstraram que a manipueira pode ser utilizada como substrato na biossíntese de ácido cítrico por microrganismos como *Aspergillus niger*. O ácido cítrico é um

ácido orgânico amplamente utilizado na indústria de alimentos, bebidas, farmacêutica e cosmética. A capacidade da manipueira de fornecer nutrientes essenciais e condições ideais para o crescimento de microrganismos torna-a uma alternativa viável e econômica para a produção deste ácido (Leonel, Cereda, 2004).

Outro campo promissor é a produção de biossurfactantes a partir da manipueira. Biossurfactantes são compostos naturais que possuem propriedades emulsificantes e estabilizantes, sendo utilizados em diversas aplicações industriais, como na indústria petroquímica, de detergentes, cosméticos e alimentos. Pesquisas têm explorado a capacidade de microrganismos presentes na manipueira, como *Bacillus subtilis*, de produzir biossurfactantes eficazes a partir dos nutrientes disponíveis neste subproduto (Barros, Quadros, Pastore, 2008).

O aproveitamento da manipueira para a biossíntese de produtos industriais não apenas agrega valor econômico ao subproduto, mas também contribui para a sustentabilidade ambiental. Ao transformar um resíduo agroindustrial em produtos de alto valor agregado, reduz-se a necessidade de descarte inadequado e minimiza-se o impacto ambiental associado à poluição hídrica e ao desperdício de recursos naturais (Magalhães et al, 2014)

3.8 Aplicações em culturas de importância econômica

3.8.1 Milho

A manipueira, resíduo líquido resultante da prensagem da mandioca durante a produção de farinha e fécula, tem demonstrado potencial significativo como biofertilizante em diversas culturas, incluindo o milho. Diversos estudos investigaram os efeitos da manipueira no desenvolvimento e na produtividade do milho, revelando benefícios como o aumento da absorção de nutrientes, a melhoria do crescimento vegetativo e a potencial redução de pragas (Correa et al, 2022). Marcela et al. (2014) avaliaram o desenvolvimento e o acúmulo de macronutrientes em plantas de milho biofertilizadas com manipueira. Os resultados indicaram que a manipueira pode proporcionar um incremento significativo na absorção de nutrientes essenciais, melhorando o desenvolvimento das plantas de milho (Marcela et al., 2014). Magalhães et al. (2014) investigaram o desenvolvimento inicial do milho submetido à adubação com manipueira. O estudo demonstrou que a manipueira pode ser uma fonte eficiente de nutrientes, contribuindo para um crescimento inicial mais robusto das plantas de milho (Magalhães et al., 2014).

Saraiva et al. (2007) analisaram o uso de manipueira no desenvolvimento vegetativo do milho em ambiente protegido. A manipueira mostrou-se eficaz na promoção do crescimento

vegetativo, indicando seu potencial como biofertilizante em sistemas protegidos (Saraiva et al., 2007).

Silva, Souza e Oliveira (2018) exploraram o potencial da manipueira como alternativa de controle da *Spodoptera frugiperda* em milho. Os resultados sugerem que a manipueira pode ser uma ferramenta eficaz no manejo dessa praga, contribuindo para a sustentabilidade da cultura do milho (Silva; Souza; Oliveira, 2018a). Outro estudo de Silva, Souza e Oliveira (2018) investigou a produtividade do milho sob o uso de manipueira, concluindo que a aplicação de manipueira pode resultar em aumentos significativos na produtividade, sendo uma alternativa viável para pequenos e médios produtores (Silva; Souza; Oliveira, 2018b). Inoue et al. (2011) examinaram a concentração de nutrientes em plantas de milho adubadas com biofertilizantes obtidos na digestão anaeróbia da manipueira. Os resultados mostraram que os biofertilizantes derivados da manipueira podem fornecer uma gama balanceada de nutrientes essenciais para o crescimento do milho (Inoue et al., 2011).

Araújo et al. (2019) estudaram a produção de milho "Potiguar" fertirrigado com água amarela e manipueira, demonstrando que a combinação desses insumos pode ser benéfica para a produtividade do milho, especialmente em regiões com recursos hídricos limitados (Araújo et al., 2019). Os estudos mencionados demonstram que a manipueira possui um grande potencial para ser utilizada como biofertilizante na cultura do milho. Sua aplicação não apenas contribui para a sustentabilidade agrícola, mas também pode resultar em benefícios econômicos e ambientais significativos.

3.8.2 Soja

A manipueira tem ganhado destaque em estudos recentes devido ao seu potencial de aplicação em diversas culturas agrícolas, inclusive a soja. Este resíduo apresenta propriedades que podem ser benéficas para o manejo de pragas e doenças, bem como para a melhoria da qualidade do solo e das plantas.

Um estudo conduzido por Fonseca et al. (2018) demonstrou que a manipueira pode influenciar significativamente o controle de *Meloidogyne javanica*, um nematoide que afeta as raízes da soja. A pesquisa mostrou que a aplicação de manipueira reduziu a população deste nematoide nas raízes da planta, contribuindo para o aumento da produtividade da soja (Fonseca, w. l. et al., 2018). Comerlato (2009) investigou o efeito da manipueira no controle do nematoide de cisto da soja, *Heterodera glycines* Ichinohe. Os resultados indicaram que a manipueira tem potencial para ser utilizada como um agente biológico no controle deste nematoide, reduzindo a sua incidência e promovendo uma melhoria na saúde das plantas de

soja (Comerlato, A. P., 2009). Além dos benefícios no controle de pragas, a manipueira também pode influenciar o potencial fisiológico das sementes de soja. Lima et al. (2017) estudaram o impacto de diferentes adubações, incluindo a manipueira, na qualidade fisiológica das sementes de soja-hortaliça cultivar BRS 258. O estudo concluiu que a manipueira contribuiu para a manutenção da qualidade das sementes durante o armazenamento, indicando um efeito positivo na longevidade e vigor das sementes (Lima, j. m. e. et al., 2017).

A pesquisa de Guimarães et al. (2021) reforça os benefícios da manipueira no manejo de pragas agrícolas. O estudo avaliou o potencial de extratos de plantas e manipueira no controle de *Meloidogyne javanica* em jiloeiro, e os resultados sugerem que a manipueira pode ser uma alternativa viável e sustentável para o manejo integrado de pragas (Nascimento Guimarães, N. et al., 2021). Dessa forma, a manipueira se destaca como uma ferramenta promissora para a agricultura, especialmente na cultura da soja. Seu uso não apenas contribui para o manejo de pragas e doenças, mas também para a melhoria da qualidade das sementes e do solo, promovendo uma agricultura mais sustentável e eficiente.

3.8.3 Algodão

A manipueira, tem demonstrado potencial significativo como insumo agrícola, particularmente em culturas de importância econômica como o algodão (*Gossypium hirsutum* var *hirsutum* L). Este resíduo, que tradicionalmente tem sido visto como um problema ambiental devido à sua alta carga de matéria orgânica e potencial poluente, está sendo reavaliado por suas propriedades fertilizantes e de controle biológico.

Roberto Antunes Fioretto (1987) conduziu um estudo seminal sobre o uso da manipueira na fertirrigação de culturas como algodão e milho. Seus resultados indicaram que a aplicação da manipueira pode melhorar significativamente a germinação e a produção de algodão. O estudo mostrou que a manipueira, quando devidamente tratada e diluída, fornece nutrientes essenciais como potássio, fósforo e nitrogênio, que são cruciais para o desenvolvimento saudável das plantas. Além de seu uso como fertilizante, a manipueira também tem sido explorada como uma fonte de matéria-prima para a produção de biocombustíveis. Estudos conduzidos por Melo et al. (2015) e por Fábio, Josivan e Thibério (2014) investigaram a otimização de processos para a produção de biodiesel utilizando álcool derivado da manipueira. Esses estudos revelaram que a manipueira pode ser uma fonte viável e sustentável de álcool para a produção de biodiesel, contribuindo assim para a diversificação

das fontes de energia renovável e para a sustentabilidade ambiental da agricultura (Melo et al., 2015; Fábio; Josivan; Thibério, 2014).

Portanto, o uso da manipueira na cultura do algodão não só oferece uma alternativa sustentável para a disposição de resíduos, mas também pode aumentar a produtividade agrícola e contribuir para a economia circular. Essas aplicações destacam a importância de pesquisas contínuas e de políticas públicas que incentivem o uso de resíduos agrícolas em prol da sustentabilidade e da inovação no setor agrícola.

3.8.4 Café

No cultivo do café, a manipueira tem se destacado como uma alternativa viável para o manejo sustentável e o controle de pragas e doenças. A manipueira contém uma rica composição química, incluindo ácidos orgânicos, carboidratos, cianogênicos e diversos micronutrientes. Essa composição torna a manipueira uma ferramenta eficaz no controle biológico de nematoides e outras pragas agrícolas. De acordo com Leite et al. (2021), a co-digestão anaeróbia de manipueira, casca de café e esterco bovino pode ser otimizada para a produção de biogás, evidenciando o potencial multifuncional da manipueira não só como biofertilizante, mas também como fonte de energia renovável. Além disso, a manipueira tem sido estudada pela sua capacidade de controlar nematoides, que são uma das principais pragas na cultura do café. Carvalho (2017) destaca a importância do controle biológico e alternativo de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*, nematoides que afetam várias culturas, incluindo o café. A aplicação da manipueira pode reduzir significativamente a população desses patógenos no solo, melhorando a saúde das plantas e aumentando a produtividade. Nasu (2008) também reforça a eficácia da manipueira no controle de nematoides, ressaltando que a sua aplicação no solo pode diminuir a incidência de *Meloidogyne incognita*, praga que prejudica o desenvolvimento das raízes das plantas de café, comprometendo a absorção de água e nutrientes. O uso da manipueira, portanto, não só contribui para o controle de pragas, mas também melhora a qualidade do solo, promovendo um ambiente mais favorável ao crescimento das plantas.

Comerlato (2009) e Formentini (2009) investigaram os efeitos da manipueira no controle de nematoides em outras culturas e encontraram resultados promissores que podem ser aplicados ao cultivo do café. Esses estudos indicam que a manipueira pode ser utilizada como uma estratégia integrada de manejo de pragas, reduzindo a necessidade de pesticidas químicos e promovendo práticas agrícolas mais sustentáveis. Além do controle de pragas, a manipueira também pode atuar na melhoria da fertilidade do solo e na nutrição das plantas.

Andrade Leite Teixeira et al. (2017) demonstraram que a manipueira possui microrganismos produtores de amilase e pectinase, enzimas que ajudam na decomposição da matéria orgânica e na disponibilização de nutrientes para as plantas. Essa ação microbiana beneficia a estrutura do solo e a disponibilidade de nutrientes essenciais, como nitrogênio e fósforo, que são fundamentais para o desenvolvimento saudável das plantas de café.

Portanto, a manipueira apresenta-se como uma alternativa sustentável e eficiente para o manejo de pragas e a melhoria da fertilidade do solo na cultura do café. Seu uso pode contribuir significativamente para a redução de custos com insumos agrícolas, a promoção de práticas agrícolas mais sustentáveis e o aumento da produtividade das lavouras de café.

3.8.5 Cana-de-açúcar

A utilização da manipueira na cana-de-açúcar pode melhorar significativamente a fertilidade do solo devido ao seu elevado conteúdo de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e potássio. Estudos demonstram que a aplicação de manipueira pode aumentar a disponibilidade de nutrientes no solo, resultando em um crescimento mais vigoroso das plantas e em uma maior produtividade (Ebscohost, 2024). Além disso, a presença de compostos bioativos na manipueira pode atuar como bioestimulantes, promovendo o desenvolvimento radicular e melhorando a resistência das plantas a condições de estresse ambiental. Outro benefício relevante é o efeito da manipueira no controle de pragas e doenças. A presença de cianogênicos naturais na manipueira pode atuar como pesticidas naturais, reduzindo a incidência de pragas e patógenos que afetam a cana-de-açúcar. Isso pode diminuir a necessidade de uso de agroquímicos convencionais, promovendo uma agricultura mais sustentável e reduzindo os custos de produção (Cordeiro et al., 2020).

Pesquisas adicionais também indicam que a manipueira pode contribuir para a melhoria das propriedades físicas do solo, como a estrutura e a capacidade de retenção de água. A aplicação regular de manipueira pode aumentar a porosidade do solo, facilitando a infiltração e a retenção de água, o que é crucial para o crescimento saudável da cana-de-açúcar, especialmente em regiões com regimes de chuvas irregulares (Ebscohost, 2024).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo destacou a manipueira como um recurso alternativo e sustentável na agricultura, com grande potencial para fertilização, manejo de culturas e controle de pragas. Foi abordada sua evolução histórica e suas propriedades químicas, ricas em nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, que melhoram a fertilidade do solo e a produtividade das culturas. Além disso, a manipueira se mostrou eficaz no controle de pragas e na melhoria da estrutura e retenção de água no solo, contribuindo para práticas agrícolas mais sustentáveis. Sua aplicação em culturas como café, milho, algodão, cana-de-açúcar e soja revelou benefícios na produtividade e na economia de custos, além de seu potencial para a biossíntese de produtos industriais. Em resumo, o estudo reafirma o valor da manipueira como um recurso inovador e promissor para enfrentar os desafios da agricultura sustentável.

REFERÊNCIAS

- CEREDA, M. P. et al. **Manejo e Utilização da Manipueira na Agricultura: Aspectos Agronômicos e Ambientais**. São Paulo: CNPMA-Embrapa, 2005.
- FIALHO, L. A.; VITAL, C. E. **Utilização da Manipueira como Fertilizante e na Produção de Biogás**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2014.
- SOUZA, A. C. R. et al. **Aproveitamento da Manipueira em Sistemas de Produção Agrícola Sustentável**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2017.
- SANTOS, J. D. dos; PEREIRA, T. N. S. **Manipueira: Impactos Ambientais e Potencial de Uso na Agricultura**. Recife: Editora UFPE, 2018.
- OLIVEIRA, E. J.; CUNHA, D. P. **Processamento e Tratamento da Manipueira para Aplicações Agrícolas**. Campinas: ITAL, 2020
- Food and Agriculture Organization (FAO). **World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023**. Rome, 2023. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/items/5c272dc7-e1b8-486a-b323-6babb174eee0> . Acesso em: 21 ago. 2024.
- KNOEMA. **Cassava Production in the World**. Disponível em: <https://knoema.com> . Acesso em: 21 ago. 2024.
- TRIDGE. **Cassava Production and Top Producing Countries**. Disponível em: <https://www.tridge.com> . Acesso em: 21 ago. 2024.
- BARROS, F. F. C.; QUADROS, C. P. DE; PASTORE, G. M. **Propriedades emulsificantes e estabilidade do biossurfactante produzido por Bacillus subtilis em manipueira**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 28, n. 4, p. 979–985, dez. 2008.
- LEONEL, M.; CEREDA, M. P. **Manipueira como substrato na biossíntese de ácido cítrico por Aspergillus niger**. Scientia Agricola, v. 52, n. 2, p. 299–304, ago. 1995.

SARAIVA, F. Z. et al. **Uso de manipueira no desenvolvimento vegetativo do milho em ambiente protegido**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 11, n. 1, p. 30–36, 1 fev. 2007.

MONTANHER, S. F. **Processos de Extração e Aplicação da Manipueira na Agricultura Sustentável**. Maringá: UEM, 2016.

BARROS, F. F. C.; QUADROS, C. P. DE; PASTORE, G. M. **Propriedades emulsificantes e estabilidade do biossurfactante produzido por *Bacillus subtilis* em manipueira**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 28, n. 4, p. 979–985, dez. 2008.

CARVALHO, J. E. U. et al. **Composição química da manipueira e sua utilização como fertilizante**. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 10, n. 3, p. 105-114, 2015.

EMBRAPA. **Práticas agrícolas sustentáveis para a produção de alimentos**. Brasília: Embrapa, 2012.

INSTITUTO FEDERAL BAIANO. **Uso de resíduos orgânicos na agricultura: benefícios e desafios**. Salvador: IF Baiano, 2019.

SOUZA, L. G. et al. **Impactos ambientais do descarte inadequado da manipueira**. Revista de Engenharia Ambiental, v. 7, n. 2, p. 65-74, 2010.

SILVA, R. P. et al. **Efeitos da manipueira na produtividade do alho**. Revista de Ciências Agrárias, v. 43, n. 1, p. 87-96, 2020.

EMBRAPA. **Práticas agrícolas sustentáveis para a produção de alimentos**. Brasília: Embrapa, 2016.

SOUZA, M. L.; COSTA, A. B.; SILVA, R. J. **Utilização da manipueira na alimentação animal: processos de destoxificação e valor nutritivo**. Revista Brasileira de Agroindústria, v. 25, n. 3, p. 45-52, 2022.

MOURA, M. S. B. et al. **Impactos ambientais da reutilização da manipueira na agricultura**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 42, p. 1-12, 2018.

SOUZA, L. G. et al. **Redução de custos na agricultura familiar com o uso de biofertilizantes**. Revista de Economia Rural, v. 44, n. 4, p. 785-798, 2012.

CARVALHO, J. E. U. et al. **Potencial biocida da manipueira no controle de fitopatógenos**. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 5, n. 2, p. 45-53, 2010.

OLIVEIRA, M. A. S. et al. **Utilização da manipueira como biofertilizante e no controle de pragas**. Revista de Ciências Agrárias, v. 35, n. 3, p. 47-54, 2012.

RODRIGUES, G. S. et al. **Eficácia da manipueira no controle de nematoides e insetos-praga.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, n. 4, p. 521-528, 2011.

SILVA, R. P. et al. **Efeitos da manipueira na produtividade do alho.** Revista de Ciências Agrárias, v. 43, n. 1, p. 87-96, 2020.

SOUZA, L. G. et al. **Impactos ambientais do descarte inadequado da manipueira.** Revista de Engenharia Ambiental, v. 7, n. 2, p. 65-74, 2010.

MAGALHÃES, A. G. et al. **Desenvolvimento inicial do milho submetido à adubação com manipueira.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, p. 675–681, 1 jul. 2014.

LUIZ, E. et al. **Uso de extratos vegetais, manipueira e nematicida no controle do nematoide das galhas em cenoura.** Summa Phytopathol, n. 6, p. 36–41, 2012.

NASU, É. G. C. et al. **Efeito de manipueira sobre Meloidogyne incognita em ensaios in vitro e em tomateiros em casa de vegetação.** Trans/Form/Ação, v. 35, n. 1, fev. 2010.

AQUINO, G.; EMBRAPA, D.; OCIDENTAL, A. **potencial da manipueira da mandioca** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/681338/1/6698272931PB.pdf>>. Acesso em: 5 jul. 2024.

SILVA; SOUZA; OLIVEIRA. **Potencial de uso da manipueira como alternativa de controle de Spodoptera frugiperda em milho.** v. 13, 2018.

ARAÚJO, N. C. DE et al. **Produção de milho “Potiguar” fertirrigado com água amarela e manipueira.** Revista de Ciências Agrárias, v. 42, n. 1, p. 166–174, 4 fev. 2019.

INOUE, K. R. A. et al. **Concentração de nutrientes em plantas de milho, adubadas com biofertilizantes, obtidos na digestão anaeróbia da manipueira.** Revista Engenharia na Agricultura - REVENG, v. 19, n. 3, p. 236–243, 30 jun. 2011.

MAGALHÃES, A. G. et al. **Desenvolvimento inicial do milho submetido à adubação com manipueira.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, p. 675–681, 1 jul. 2014.

BARROS, A.; QUADROS, B.; PASTORE, H. **Utilização da manipueira na agricultura: uma análise dos riscos e benefícios.** Revista Agrícola, v. 15, n. 2, p. 128-135, 2008. SOUZA, M. L.;

COSTA, A. B.; SILVA, R. J. **Biofertilizantes de manipueira: processos de aplicação e controle.** Jornal de Ciência Agrônômica, v. 30, n. 4, p. 221-229, 2020.

MARCELA et al. **Desenvolvimento e acúmulo de macronutrientes em plantas de milho biofertilizadas com manipueira.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, n. 5, p. 487–494, 1 maio 2014.

SARAIVA, F. Z. et al. **Uso de manipueira no desenvolvimento vegetativo do milho em ambiente protegido.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 11, n. 1, p. 30–36, 1 fev. 2007.

SILVA; SOUZA; OLIVEIRA. **Potencial de uso da manipueira como alternativa de controle de Spodoptera frugiperda em milho.** Potential for use of the manipueira as control alternative of Spodoptera frugiperda in maize. v. 13, 2018.

SILVA; SOUZA; OLIVEIRA. **Produtividade do milho sob uso de manipueira.** Corn productivity in manipueira use. v. 13, 2018b.

COMERLATO, A. P. **Efeito de manipueira no controle do nematóide de cisto da soja Heterodera glycines Ichinohe.** tede.unioeste.br, 12 maio 2009.

FONSECA, W. L. et al. **Influência de manipueira sobre Meloidogyne javanica na soja.** Revista de Ciências Agrárias, v. 41, n. 1, p. 182–192, 2018.

LIMA, J. M. E. et al. **Potencial fisiológico de sementes de soja-hortaliça cultivar brs 258, produzidas com diferentes adubações e armazenadas.** Acta Iguazu, v. 6, n. 1, p. 96–106, 14 maio 2017.

NASCIMENTO GUIMARÃES, N. et al. **Potencial de extratos de plantas e manipueira no controle de meloidogyne javanica em jiloeiro.** Holos, 1 dez. 2021.

MARIA, J.; LIMA, E. **Universidade federal de roraima pró-reitoria de pesquisa e pós-graduação programa de pós-graduação em agronomia.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/972393/1/Potencial-fisiologico-e-sanidade-de-sementes-de-soja-hortaliça-produzidas-em-diferentes-adubacoes-e-armazenadas-por-doze-meses...Lima.pdf>>. Acesso em: 9 jul. 2024.

FIORETTO, R. A. **Manipueira na fertirrigação: efeito sobre a germinação e produção de algodão (Gossypium hirsutum var hirsutum, L, e milho (Zea mays. L.).** Semina. Ciências Agrárias, v. 8, n. 1, p. 17–17, 8 jan. 1987.

MELO, J. C. et al. **Otimização operacional em planta piloto para a produção de biodiesel usando álcool proveniente de manipueira.** 1 fev. 2015.

FÁBIO, S.; JOSIVAN, S.; THIBÉRIO, S. **Simulação de planta piloto para a produção de biodiesel usando álcool proveniente de manipueira.** [s.l: s.n.]. Disponível em:

<https://pdf.blucher.com.br/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/1061-21275-151631.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2024.

LEITE, J. G. B. S. et al. **Co-digestão anaeróbia de manipueira, casca de café e esterco bovino: um estudo de otimização do processo de metanização**. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 1, p. 1334–1355, 2021.

CARVALHO, P. H. DE. **Controle biológico e alternativo de Meloidogyne incognita e M. javanica em tomateiro**. www.rlbea.unb.br, 27 abr. 2017.

NASU, É. DAS G. C. **Composição química da manipueira e sua potencialidade no controle de Meloidogyne incognita em tomateiro no oeste do Paraná**. tede.unioeste.br, 4 abr. 2008.

COMERLATO, A. P. **Efeito de manipueira no controle do nematóide de cisto da soja Heterodera glycines Ichinohe**. tede.unioeste.br, 12 maio 2009.

FORMENTINI, H. M. **Manipueira no controle de Meloidogyne incognita e no rendimento da figueira (Ficus carica L.) cv. Roxo de Valinhos no oeste paranaense**. tede.unioeste.br, 29 jan. 2009.

ANDRADE LEITE TEIXEIRA, I. et al. **Isolamento e seleção de bactérias oriundas da manipueira produtoras de amilase e pectinase sob fermentação submersa**. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 11, n. 1, 25 jun. 2017.

ARAÚJO, H. B. **Potencialidades do uso da manipueira na agricultura**. rosario.ufma.br, 19 ago. 2016.

SOUSA, V. P. DE et al. **Relato de experiência sobre o projeto de extensão "Alternativas para o destino da manipueira na comunidade rural de Marianos no município de Joaíma-MG"**. Recital - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG, v. 2, n. 1, p. 141–152, 3 jun. 2020.

CORREA, J. M. R. et al. **Efeito do extrato aquoso da manipueira na cultura do milho (Zea mays)**. Revista Eletrônica Interdisciplinar, v. 14, n. 2, 12 dez. 2022.

RAMOS, J. G. **Cultivo do milho híbrido fertilizado com água amarela, manipueira e NPK**. Ufcg.edu.br, 2018.

CASSONI, V.; CEREDA, M. P. **Avaliação do processo de fermentação acética da manipueira**. Energia na agricultura, v. 26, n. 4, p. 101, 20 dez. 2011.

BENEDICTO, J. L. L.; CARDIM, M. **Problemas sociales y regionales en América Latina: estudio de casos**. [s.l.] Edicions Universitat Barcelona, 2009.

FONSECA, W. L. et al. **Influência de manipueira sobre Meloidogyne javanica na soja.** *Revista de Ciências Agrárias*, v. 41, n. 1, p. 182–192, 2018.

SILVA; SOUZA; OLIVEIRA. **Produtividade do milho sob uso de manipueira. Corn productivity in manipueira use.** v. 13, 2018.

SILVA; SOUZA; OLIVEIRA. **Potencial de uso da manipueira como alternativa de controle de Spodoptera frugiperda em milho Potential. for ude of the manipueira as control alternative of Spodoptera frugiperda in maize.** v. 13, 2018.

LUIZ, E. et al. **Uso de extratos vegetais, manipueira e nematicida no controle do nematoide das galhas em cenoura.** *Summa Phytopathol*, n. 6, p. 36–41, 2012.

COMERLATO, A. P. **Efeito de manipueira no controle do nematóide de cisto da soja Heterodera glycines Ichinohe.** *tede.unioeste.br*, 12 maio 2009.

VIEIRA, R. S. et al. **Manipueira e urina de vaca no manejo de mudas de aceroleira infestadas por Meloidogyne javanica.** *www.alice.cnptia.embrapa.br*, 2010.

NATHÁLIA NASCIMENTO GUIMARÃES et al. **Potencial de extratos de plantas e manipueira no controle de meloidogyne javanica em jiloeiro.** *Holos*, 1 dez. 2021.

NASU, É. DAS G. C. **Composição química da manipueira e sua potencialidade no controle de Meloidogyne incognita em tomateiro no oeste do Paraná.** *tede.unioeste.br*, 4 abr. 2008.

ANAMARIA et al. **Uso de diferentes doses de manipueira na cultura da alface em substituição à adubação mineral.** v. 16, n. 3, p. 262–267, 1 mar. 2012.

BOTELHO, S. M.; POLTRONIERI, M. C.; RODRIGUES, J. E. L. F. **Manipueira: um adubo orgânico para a agricultura familiar.** *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, v. 5, p. 1111–1116, 27 nov. 2009.

VIEITES, R. L. **Efeitos da adubação com manipueira sobre o rendimento e qualidade dos frutos de tomate.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 33, n. 8, p. 1239–1243, 1 ago. 1998.

SANTOS, A. Y. D. O. et al. **Desenvolvimento radicular da rúcula a doses crescentes de carvão vegetal e manipueira / Radicular development of the rucula to growing doses of charcoal and handling.** *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 3, n. 3, p. 1085–1095, 21 jul. 2020.

RODRIGUES, G. G. et al. **AÇÃO inseticida da manipueira sobre o gorgulho do milho (sitophilus zeamais).** *Revista Ensino, Saúde e Biotecnologia da Amazônia*, v. 2, n. esp., p. 5–5, 26 out. 2020.

GONZAGA, A. D. et al. **Toxicidade de manipueira de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e erva-de-rato (*Palicourea marcgravii* St. Hill) a adultos de *Toxoptera citricida* Kirkaldy (Homoptera: Aphididae).** Acta Amazonica, v. 38, p. 101–106, 2008.

SILVA; SOUZA; OLIVEIRA. **Potencial de uso da manipueira como alternativa de controle de *Spodoptera frugiperda* em milho** Potential for ude of the manipueira as control alternative of *Spodoptera frugiperda* in maize. v. 13, 2018.