



Programa de Pós Graduação  
**AGROECOLOGIA E  
DESENVOLVIMENTO  
TERRITORIAL**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA E  
DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL**

**MARCOS ANTONIO CERQUEIRA SANTOS**

**ALTERNATIVA AGROECOLÓGICA PARA O CONTROLE DA  
FUSARIOSE DO ABACAXI (*Ananas comosus* L. Merril) NO  
MUNICÍPIO DE ITABERABA - BA**

**JUAZEIRO – BAHIA  
2024**



MARCOS ANTONIO CERQUEIRA SANTOS

ALTERNATIVA AGROECOLÓGICA PARA O CONTROLE DA  
FUSARIOSE DO ABACAXI (*Ananas comosus* L. Merrill) NO  
MUNICÍPIO DE ITABERABA - BA

Documento apresentado, no exame de defesa de tese, ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor.

**Orientador:** Prof. Dr. Fábio Del Monte Coccozza

**Coorientadora:** Profa. Dra. Cristiane Domingos da

**Linha de Pesquisa:** IV – Convivência com

Semiárido, Inovações Sociotécnicas

Desenvolvimento.

o  
e

JUAZEIRO – BAHIA  
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
por Regivaldo José da Silva/CRB-5-1169

S237a Santos, Marcos Antonio Cerqueira

Alternativa agroecológica para controle da fusariose do abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) no município de Itaberaba-BA / Marcos Antonio Cerqueira Santos. Juazeiro-BA, 2024. 90 fls.: il.

Orientador (a): Prof. Dr. Fábio Del Monte Coccozza.

Co orientador (a): Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Cristiane Domingos da Paz.

Inclui Referências

Tese (Doutorado Profissional) – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências sociais. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial – PPGADT, Campus III. 2024.

1. Manipueira. 2. *Fusarium guttiforme*. 3. Agricultura Insumo-dependente. 4. Controle Alternativo. I. Coccozza, Fábio Del Monte. II. Paz, Cristiane Domingos da. III. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. VI. Título.

CDD: 631.816

# FOLHA DE APROVAÇÃO

MARCOS ANTONIO CERQUEIRA SANTOS


## ALTERNATIVA AGROECOLÓGICA PARA O CONTROLE DA FUSARIOSE DO ABACAXI (*Ananas comosus L. Merrill*) NO MUNICÍPIO DE ITABERABA - BA

Documento apresentado, no exame de defesa de tese, ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor, na linha de pesquisa Convivência com o Semiárido, Inovações Sociotécnicas e Desenvolvimento.


Juazeiro-BA, 13 de dezembro de 2024.

Documento assinado digitalmente  
 **CRISTIANE DOMINGOS DA PAZ**  
Data: 28/03/2025 21:19:32-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Profa. Dra. **Cristiane Domingos da Paz**  
Universidade do Estado da Bahia – UNEB  
Orientadora – Presidente

Documento assinado digitalmente  
 **LUCIVANIO JATOBA DE OLIVEIRA**  
Data: 02/04/2025 10:21:04-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof. Dr. **Lucivânio Jatobá de Oliveira**  
Universidade do Estado da Bahia – UNEB  
Examinador Interno

Documento assinado digitalmente  
 **FELIPE RODRIGUES BOMFIM**  
Data: 31/03/2025 17:29:13-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof. Dr. **Felipe Rodrigues Bomfim**  
Universidade do Estado da Bahia – UNEB  
Examinador Interno

Documento assinado digitalmente  
 **ANTONIA ELIENE DUARTE**  
Data: 31/03/2025 14:09:15-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. **Antonia Eliene Duarte**  
Universidade Regional do Cariri – URCA  
Examinador Externo

Documento assinado digitalmente  
 **ACACIO FIGUEIREDO NETO**  
Data: 31/03/2025 09:09:13-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. **Acácio Figueiredo Neto**  
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF  
Examinador Externo

Documento assinado digitalmente  
 **MARCOS ANTONIO CERQUEIRA SANTOS**  
Data: 02/04/2025 11:29:06-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>  
**Marcos Antonio Cerqueira Santos**  
Discente

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, *in memoriam*, pelo carinho, afeto, cuidado e incentivo à minha formação.

## AGRADECIMENTOS

Tenho a oportunidade de agradecer formalmente a todos e todas que me ajudaram de alguma forma na execução deste trabalho, e me sinto gratificado por essa chance.

Agradeço à minha família, por me apoiar e entender que seria necessário um pouco de distanciamento para que eu pudesse realizar o trabalho. Em especial, à Silvana Fraga, pelo companheirismo, carinho e amor; aos meus amigos, pelo incentivo e apoio nessa decisão.

Aos professores Dr. Fábio del Monte Coccozza e Dra. Cristiane Domingos da Paz, pela confiança em aceitarem orientar a minha pesquisa e por suas importantes contribuições. Aos membros da banca examinadora: Dr. Felipe Rodrigues Bomfim, Dr. Lucivânio Jotobá de Oliveira, Dra. Antonia Eliene Duarte e o Dr. Acácio Figueirêdo Neto, pela boa vontade em aceitarem o convite para participar da minha defesa.

Aos meus colegas de doutorado, da turma 2021.1 do PPGADT polo UNEB, pela amizade, coleguismo e aprendizado nessa jornada.

À Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, Bahia, pelo fornecimento do isolado do fungo *Fusarium guttiforme*, fundamental para a realização da pesquisa.

Agradeço especialmente à profa. Dra. Raquel Benevides, por disponibilizar o laboratório de microbiologia da UEFS para a realização dos testes experimentais com o *F. guttiforme*; e ao doutorando em Biotecnologia na UEFS, Leonardo Matheus Pereira de Aguiar, por me auxiliar na execução técnica dos experimentos.

Sou grato pela cordialidade e aceite de cada produtor de abacaxi do povoado de Couro Seco, em Itaberaba, Bahia, que foi entrevistado nesta pesquisa; assim como aos membros responsáveis pelas casas de farinha no município que se disponibilizaram a participar como entrevistados.

Gratidão ao casal de produtores rurais e amigos, Sr. Pinheiro e Dona Damiana, pelo apoio ao auxiliarem na extração da manipueira na casa de farinha da localidade onde eles residem, no Distrito Maria Quitéria, Feira de Santana, Bahia.

Agradeço ao IFBaiano, Instituto Federal Baiano, pelo incentivo a essa formação, principalmente ao possibilitar o meu afastamento total das atividades funcionais durante o período entre 10/08/2022 e 26/08/2024.

Por fim, reforço o agradecimento a TUDO e a TODOS que de alguma forma me ajudaram nessa fase importante da minha vida. Muito obrigado!

## RESUMO

O município de Itaberaba se destaca como o maior produtor de abacaxi do estado da Bahia, porém, a fusariose é uma doença que ameaça a produtividade desse fruto, levando à prática da agricultura tradicional, baseada no modelo da revolução verde, com uso de formulações sintéticas, os agrotóxicos. Com o propósito de estudar formas alternativas de controle eficiente à fusariose do abacaxi, sem que se tragam preocupações ambientais e para a saúde humana e aos agroecossistemas, a presente tese teve como objetivo avaliar o aproveitamento do resíduo do processamento da mandioca, manipueira, como defensivo agrícola no combate da fusariose do abacaxi no município de Itaberaba, Bahia. Para isso, verificou-se o funcionamento das casas de farinha no município a partir de entrevistas de pesquisa com os seus responsáveis; caracterizaram-se, também com entrevistas, as formas de produção agrícola de unidades produtoras de abacaxi do povoado de Couro Seco, Itaberaba, Bahia; e testou-se, experimentalmente, *in vitro*, a ação da manipueira contra o fungo causador da fusariose do abacaxi, *Fusarium guttiforme*. Constatou-se que, apesar do nível de produção ser baixo, a manipueira dessas casas de farinha é descartada no meio ambiente de forma inadequada, sem qualquer tipo de tratamento, sendo um risco aos agroecossistemas das localidades. A produção de abacaxi no povoado de Couro Seco envolve agricultores familiares de pequeno porte, porém, ocorre de forma dependente de insumos propostos pela revolução verde, com uso da mecanização agrícola, fertilização química, herbicidas e defensivos sintéticos. Nos testes experimentais, a manipueira inibiu o crescimento do *F. guttiforme in vitro*, mostrando-se eficaz no combate desse fungo. Portanto, esse resíduo, que é um problema ambiental ao ser descartado inadequadamente, tem potencial no biocontrole antifúngico da fusariose do abacaxi no município, em alternativa aos defensivos sintéticos.

**Palavras-chave:** Manipueira, *Fusarium guttiforme*, Agricultura Insumo-dependente, Controle Alternativo.

## ABSTRACT

The municipality of Itaberaba stands out as the largest pineapple producer in the state of Bahia. However, fusariosis is a disease that threatens the productivity of this fruit, leading to the practice of traditional agriculture, based on the green revolution model, with the use of synthetic formulations, agrochemicals. With the purpose of studying alternative ways of efficiently controlling pineapple fusariosis, without causing environmental, human health and agroecosystem concerns, this thesis aimed to evaluate the use of cassava processing residue, manipueira, as an agricultural defensive in the fight against pineapple fusariosis in the municipality of Itaberaba-BA. To this end, based on research interviews with those responsible, the operation of flour mills in the municipality was characterized; the forms of agricultural production of pineapple producing units in the village of Couro Seco were also characterized through interviews; and experimentally tested: *in vitro*, the action of cassava against the *Fusarium guttiforme*. It was found that, despite the low production level of the flour mills, the cassava is disposed of in the environment inappropriately, without any type of treatment, posing a risk to the agroecosystems of the localities. Pineapple production in the village of Couro Seco involves small-scale family farmers, but it is dependent on inputs proposed by the green revolution, with the use of agricultural mechanization, chemical fertilization, herbicides and synthetic pesticides. In experimental tests, the cassava inhibited the growth of *F. guttiforme* *in vitro*, proving to be effective in combating this fungus. Therefore, this residue, which is an environmental problem when improperly disposed of, has potential in the antifungal biocontrol of pineapple fusariosis in the municipality, as an alternative to synthetic pesticides.

**Keywords:** Manipueira, *Fusarium guttiforme*, Input-dependent Agriculture, Alternative Control.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Aproveitamento e tratamento de resíduos no processamento da mandioca
- Figura 2.** Localização do município de Itaberaba, Bahia
- Figura 3.** Localização do povoado Couro Seco, Itaberaba, Bahia
- Figura 4.** Mapeamento (casas de farinha no município de Itaberaba). 2023
- Figura 5.** Casa de farinha comunitária do Barro Duro, Itaberaba, Bahia
- Figura 6.** Processamento de mandioca em casa de farinha de propriedade particular no povoado de Barro Duro, Itaberaba, Bahia
- Figura 7.** Descarte da manipueira em casa de farinha no município de Itaberaba, Bahia. 2023
- Figura 8.** Plantação de abacaxi em unidade produtora no povoado de Couro Seco, Itaberaba, Bahia. 2023
- Figura 9.** *Fusarium guttiforme* após sete dias em A: manipueira (75%), B: testemunha, C: fungicida tebuconazol.

## LISTA DE GRÁFICOS

**Gráfico 1.** Alimentos com a presença ou ausência de resíduos de agrotóxicos no Brasil em 2017/2018

**Gráfico 2.** O processamento da mandioca como principal fonte de renda entre os produtores de mandioca no município de Itaberaba, Bahia. 2024

**Gráfico 3.** Produtos das casas de farinha no município de Itaberaba – BA no município de Itaberaba, Bahia. 2023

**Gráfico 4.** Utilização de intermediários para a comercialização dos produtos processados nas casas de farinha no município de Itaberaba, Bahia. 2023

**Gráfico 5.** Destinação dos resíduos sólidos das casas de farinha no município de Itaberaba, Bahia. 2023

**Gráfico 6.** Descarte da manipueira das casas de farinha no município de Itaberaba, Bahia. 2023

**Gráfico 7.** Destinação da manipueira nas casas de farinha no município de Itaberaba, Bahia. 2023

**Gráfico 8.** Mão de obra utilizada nas atividades da produção de abacaxi no povoado de Couro Seco, Itaberaba, Bahia. 2023

**Gráfico 9.** Uso da terra por produtores de abacaxi no povoado de Couro Seco, Itaberaba, Bahia. 2023

**Gráfico 10.** Principais problemas enfrentados pelos produtores de abacaxi no povoado de Couro Seco, Itaberaba, Bahia. 2023

**Gráfico 11.** Formas de adubação do solo para o cultivo de abacaxi no povoado de Couro Seco, Itaberaba, Bahia. 2023

**Gráfico 12.** Formas de controle de plantas espontâneas em produção de abacaxi no povoado de Couro Seco, Itaberaba, Bahia. 2023

**Gráfico 13.** Uso de EPIs na ação de insumos sintéticos pelos trabalhadores com abacaxi no povoado de Couro Seco, Itaberaba, Bahia. 2023

**Gráfico 14.** Diâmetro do *F. guttiforme* (cm) em cada tratamento: testemunha (t), controle positivo (CP) e manipueira (25%, 50%, 75% e 100%) em tempos de maturação distintos (0h, 24h e 48h). 2024

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Diâmetro micelial do *F. guttiforme* em resposta ao emprego de diferentes concentrações de manipeira em maturações distintas, testemunha e fungicida tebucanazol. 2024

**Tabela 2.** Potencial de Inibição de Crescimento (PIC) do *F. guttiforme* em resposta ao emprego de diferentes concentrações de manipeira em maturações distintas e fungicida tebucanazol. 2024

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PPGADT Desenvolvimento Territorial	Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e
UNIVASF	Universidade Federal do Vale do São Francisco
ONU	Organização das Nações Unidas
WEF	World Economic Forum
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
LMR	Limite Máximo de Resíduos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
GRAS	Generally Recognized As Safe
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária
UEFS	Universidade Estadual de Feira de Santana
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
LAPEM	Laboratório de Pesquisa em Microbiologia
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
BDA	Batata Dextrose-Ágar
PIC	Porcentagem de Inibição do Crescimento
ANOVA	Análise de Variância
EPI	Equipamento de Proteção Individual
PRONAF	Programa Nacional de Agricultura Familiar

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 A agricultura insumo-dependente e seus potenciais impactos à saúde humana e dos agroecossistemas.....</b>	<b>20</b>
2.1.1 Os insumos químicos e os seus potenciais riscos.....	22
2.1.2 Potenciais riscos da mecanização agrícola.....	25
2.1.3 Potenciais riscos da engenharia genética.....	26
<b>2.2 O resíduo líquido do processamento da mandioca: a manipueira.....</b>	<b>27</b>
2.2.1 Processamento da mandioca.....	27
2.2.2 Caracterização da manipueira.....	30
2.2.3 Potencial poluidor da manipueira.....	31
<b>2.3 A manipueira como defensivo agrícola natural no combate da fusariose do abacaxi.....</b>	<b>33</b>
2.3.1 A fusariose do abacaxi.....	34
2.3.2 Controle alternativo da fusariose do abacaxi.....	35
2.3.3 Uso da manipueira como defensivo agrícola.....	37
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>41</b>
<b>3.1 Análises das casas de farinha no município de Itaberaba – BA .....</b>	<b>43</b>
3.1.1 Área de estudo.....	43
3.1.2 Procedimentos de análise.....	43
<b>3.2 .....Determinação das atividades agrícolas na produção de abacaxi no povoado de Couro Seco, Itaberaba – BA .....</b>	<b>43</b>
3.2.1 Local de estudo.....	44
3.2.2 Procedimentos de análise.....	44
<b>3.3 Avaliação experimental da ação da manipueira no controle do <i>Fusarium guttiforme in vitro</i>.....</b>	<b>45</b>
3.3.1 Local do experimento.....	45
3.3.2 Obtenção do isolado.....	45
3.3.3 Obtenção da manipueira.....	45
3.3.4 Delineamento experimental.....	46
3.3.5 Análise estatística.....	46

<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>4.1 Análises das casas de farinha no município de Itaberaba - BA.....</b>	<b>48</b>
<b>4.2 Determinação das atividades agrícolas de produtores de abacaxi no povoado de Couro Seco, Itaberaba - BA.....</b>	<b>58</b>
<b>4.3 Avaliação experimental in vitro da ação da manipueira contra o <i>Fusarium guttiforme</i>.....</b>	<b>67</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>71</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>85</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável é definido pela ONU (Organização das Nações Unidas) como aquele que responde às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de realizarem seus próprios anseios (Rodrigues; Neto; Galvão, 2019). Os desafios para a implementação de um modelo de desenvolvimento ambientalmente equilibrado, socialmente justo e economicamente viável é uma discussão global (ONU, 2015; WEF, 2019; Fenner *et al.*, 2022).

Na agricultura, o homem intervém na natureza domesticando plantas. Antes desse período, a espécie humana coexistiu com a natureza, sendo parte integrante dela, na qual se ancorava para a sua sobrevivência, porém, sem causar um desequilíbrio. À medida que a população humana foi se tornando cada vez mais numerosa, existiu a necessidade de buscar novas alternativas de sobrevivência (Feldens, 2018).

Desde os primórdios das civilizações, a forma de cultivar alimentos mudou e foi se aprimorando, passando pela Revolução Industrial europeia, em que não apenas os meios de produção, mas também os meios de cultivo foram fortemente impactados (Altieri, 2004; Vian *et al.*, 2013; Paula, 2023). No século XX, acordos de cooperação agrícola entre os Estados Unidos e países subdesenvolvidos, baseados na inserção, em grande escala, do uso de maquinários e insumos químicos, visando potencializar a produção de alimentos a qualquer custo (Umaña; Molina, 2016; Andrade, 2023), desencadearam o que se pode chamar de revolução verde (Mello, 2017; Andrade, 2023).

O uso de técnicas propostas pela revolução verde se faz presente na agricultura tradicional, criando relação de dependência dos bens intermediários da indústria, com o aumento da produtividade de alimentos e a difusão das tecnologias modernas, deixando as cultivares agrícolas vulneráveis ao ataque de pragas e doenças, dependentes, assim, do uso de agrotóxicos, provocando uma acelerada deterioração das culturas agrícolas e a simplificação dos ecossistemas (Vieira Filho; Fishlow, 2017; Santos; Bebé; Gonçalves, 2019).

Esse modelo associado ao uso intensivo de agrotóxicos ainda pode gerar impactos sociais, ambientais e sanitários, que ocasionam doenças e mortes que

poderiam ser evitadas (Araújo; Oliveira, 2017). Desde 2008, o Brasil assume o posto de maior consumidor desses defensivos em um importante aumento de problemas ambientais e de saúde pública (Dutra; Souza, 2017).

Localizado na região semiárida do interior da Bahia, o município de Itaberaba se destaca como o maior produtor de abacaxi do estado, segundo o IBGE (2023). Porém, a fusariose, doença causada pelo fungo *Fusarium guttiforme*, é uma ameaça constante à variedade de abacaxi mais plantada na região, a pérola (Da Silva *et al.*, 2020), o que torna esse cultivo desafiador, com a necessidade da busca de insumos para o controle dessa doença.

Os agricultores familiares se deparam com esse problema fitossanitário que ameaça a produtividade dos seus sistemas, levando muitas vezes à prática da agricultura tradicional, baseada no modelo da revolução verde, que combate os agentes patogênicos em plantas com formulações sintéticas, os agrotóxicos.

A fusariose apresenta preocupações para as comunidades envolvidas com o cultivo de abacaxi no município de Itaberaba, pois afeta a produção caso não seja controlada, e, ao se fazer uso de substâncias sintéticas para o seu combate, surge a preocupação para a saúde humana e os agroecossistemas.

Com o propósito de estudar formas de combate eficientes à fusariose do abacaxi, sem que se tragam preocupações ambientais e para a saúde humana, faz-se o seguinte questionamento: qual forma de controle para a fusariose do abacaxi no município de Itaberaba, Bahia, pode apresentar menor impacto aos agroecossistemas e à saúde humana?

O subproduto líquido do processamento da mandioca, a manipueira, é um resíduo disponível nas comunidades rurais do semiárido baiano que pode ser aproveitado como uma alternativa para o combate de problemas fitossanitários, em detrimento do uso de defensivos sintéticos, proporcionando benefício econômico e ambiental.

Comunidades que trabalham com o processamento da mandioca deparam-se com a situação da produção de descartes da manipueira. Estima-se que, para cada tonelada de mandioca processada, são gerados até trezentos litros do resíduo líquido, enquanto, para cada tonelada de amido produzido, podem ser obtidos até 20 m<sup>3</sup> de manipueira (Chavalparit; Ongwandee, 2009).

A busca pela reciclagem e o aproveitamento dos resíduos é uma problemática permanente nas discussões sobre a sustentabilidade (Vecchia, 2010). A situação da produção de lixo e o descarte de efluentes são problemas que ainda carecem de soluções em algumas comunidades rurais da Bahia, existindo, portanto, uma demanda nessa região para tais discussões.

O processamento da mandioca é uma prática comum no recôncavo baiano, sendo uma importante fonte de alimento e renda para agricultores familiares dessa região. Porém, assim como qualquer outro processo produtivo, existe uma geração de resíduos durante as etapas do processo, desde os talos do fruto durante a colheita, a polpa e as cascas durante o processamento, até o grande volume de água durante a prensagem da polpa (Padi; Chimphango, 2019).

Além do grande teor de açúcares, que são convertidos em ácidos voláteis, proporcionando um forte odor, a manipueira apresenta dentre seus constituintes o ácido cianídrico, componente tóxico advindo da hidrólise de glicosídeos cianogênicos (Pinto, 2000). No entanto, principalmente em pequenos produtores que lidam diariamente com esse processo, é muito comum o descarte desse resíduo de qualquer forma, existindo ainda a falta de esclarecimento sobre o quão perigoso pode ser para o meio ambiente, além de pouca instrução sobre as suas possibilidades de reaproveitamento (Araujo; Lopes, 2009).

A situação do descarte inadequado de resíduos orgânicos em comunidades rurais e a demanda por uma agricultura sem a dependência de insumos sintéticos têm despertado o interesse para o desenvolvimento de pesquisa e produtos com o intuito de apresentar soluções para esses problemas.

A preocupação com a adoção de práticas de manejo sustentáveis que otimizem as atividades produtivas vem crescendo continuamente, sendo importante a execução de um sistema que avalie a propriedade rural de base familiar e média em todos os seus aspectos e interações, existindo uma demanda por estudos de caracterização do efluente e seus impactos, assim como das possibilidades de aproveitamento do resíduo nos próprios cultivos.

A manipueira tem capacidade de se tornar uma grande aliada para o agricultor, pois pode ser usada como adubo, fungicida, nematicida, inseticida e acaricida. Porém, ainda há escassez de informações locais quanto ao seu potencial

de uso (De Souza; Da Silva, 2021), requerendo, portanto, mais estudos sobre a sua aplicabilidade.

A busca por novas formas de produzir alimentos, sem uso de insumos como os fertilizantes sintéticos e agrotóxicos, proporciona menos risco à saúde humana (Baudry *et al.*, 2018). Logo, o estudo da ação da manipueira como um defensivo agrícola natural no combate da fusariose do abacaxi pode contribuir com o desenvolvimento e o crescimento do conhecimento científico dessas ideias, que são relacionadas à agroecologia, que é definida, segundo Feldens (2018), como uma forma de cultivar em que o homem estabelece uma relação com a natureza, tendo cuidado com a preservação dos recursos naturais, com a distribuição do produto e com o consumidor.

Dessa forma, a presente tese teve como objetivo geral:

Avaliar o aproveitamento de resíduo líquido de processamento de mandioca (manipueira) como defensivo agrícola no combate da fusariose do abacaxi em comunidades rurais do município de Itaberaba, Bahia.

E como objetivos específicos:

- Caracterizar, quanto aos aspectos de organização, produção e gestão dos resíduos, as casas de farinha no município de Itaberaba, Bahia;
- Caracterizar as formas de produção agrícola de unidades produtoras de abacaxi do povoado de Couro Seco, em Itaberaba, Bahia;
- Testar experimentalmente, *in vitro*, a manipueira em diferentes concentrações no combate ao fungo causador da fusariose do abacaxi, o *Fusarium guttiforme*.

O trabalho está organizado em cinco seções. Na primeira, foi apresentada a *Introdução*, com a temática, a problematização, a hipótese, a justificativa e os objetivos. Na segunda, o *Referencial teórico* contém três subseções: a primeira, “2.1 A agricultura insumo-dependente e seus potenciais impactos à saúde humana e dos agroecossistemas”, trata do uso dos insumos agrícolas proposto pela revolução verde e os seus riscos à saúde e ao meio ambiente; a segunda, “2.2 O resíduo líquido do processamento da mandioca: a manipueira”, apresenta uma análise sobre o destino dos resíduos do processamento da mandioca, focando na manipueira; a terceira, “2.3 A manipueira como controle alternativo no combate da fusariose do abacaxi”, realiza uma caracterização da doença fusariose do abacaxi e das formas

de controlá-la, além de um levantamento de literatura de trabalhos que propõem controles alternativos da fusariose e uso da manipueira como combate alternativo de pragas e doenças na agricultura.

A terceira seção, *Material e métodos*, realiza uma contextualização do município de Itaberaba, Bahia, que é o local foco de estudo, e descreve as metodologias de cada etapa da pesquisa: “3.1 Análise das casas de farinha no município de Itaberaba-BA”; “3.2 Determinação das atividades agrícolas na produção de abacaxi na comunidade de Couro Seco, Itaberaba – BA”; “3.3 Avaliação experimental *in vitro* da ação da manipueira contra o *Fusarium guttiforme*”.

Na quarta seção, *Resultados e discussão*, são apresentados e discutidos os resultados sobre a caracterização, a disponibilidade e a gestão de resíduos das casas de farinha no município de Itaberaba; é descrito o método produtivo de produtores de abacaxi do povoado de Couro Seco, em Itaberaba; e são apresentados os resultados e a análise estatística sobre a ação da manipueira na inibição do crescimento do *Fusarium guttiforme in vitro*.

Finalizando, na quinta seção, *Conclusão*, é feita uma análise conclusiva sobre os objetivos alcançados, chamando a atenção para os impactos que a pesquisa pode provocar no fomento da transição agroecológica de produtores de abacaxi no interior baiano.

Como produto final da tese, foi realizado um relatório técnico conclusivo sobre a ação da manipueira na inibição do crescimento do *Fusarium guttiforme in vitro*, o qual é apresentado como um documento a parte.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A agricultura insumo-dependente e seus potenciais impactos à saúde humana e dos agroecossistemas

A intervenção do homem na natureza começou a aumentar a partir da descoberta do fogo, com a criação dos primeiros instrumentos agrícolas na Pré-história (Idade da Pedra, do Bronze e do Ferro), até chegar ao que muitos autores denominam de Primeira Revolução Agrícola, quando aconteceram transformações na agricultura em momentos diferentes e em regiões do planeta como Europa, Mesopotâmia, África e Índia. Esta Primeira Revolução pode ser dividida a partir do desenvolvimento de três processos: os sistemas de cultivo temporário de derrubada e queimada, os sistemas de alqueive e tração leve e os sistemas de alqueive e tração pesada (Feldens, 2018).

Com a Revolução Industrial, a partir do século XVIII, começa a ocorrer a substituição do trabalho muscular, energia retirada do homem e de animais, pelo trabalho de máquinas a vapor, da queima do carvão, da eletricidade e o uso de máquinas hidráulicas, impulsionando a ação do homem na natureza. Surgem, nesse período, as primeiras pastagens artificiais de gramíneas, leguminosas forrageiras, alternando-se com o cultivo de cereais, o que propicia o aumento da produção animal e o volume de esterco, que era usado na agricultura aumentando a produtividade, permitindo, inclusive, a comercialização dos produtos excedentes (Mazoyer; Roudart, 2010).

A consolidação de áreas da ciência, como a Mecânica, a Termodinâmica e o Eletromagnetismo, no final do século XIX, e da Química, no início do século XX, permite o desenvolvimento e o aprimoramento das técnicas iniciadas na Revolução Industrial, dando início a um processo que pode ser chamado de Segunda Revolução Industrial. Com a invenção do motor a explosão, a eletricidade começa a ser usada em grande escala, proporcionando uma forte mecanização dos processos produtivos, surgindo a indústria elétrica e química.

A partir daí, estabelece-se uma relação alienada e artificial do homem com a natureza, devido à substituição da força do trabalho humano pela máquina,

surgindo, no século XX, a Segunda Revolução Agrícola da era moderna, apoiada, principalmente, na motorização, na mecanização e na quimificação, além da seleção de plantas e raças de animais, aliadas, ao mesmo tempo, a esses novos meios de produção e à capacidade de rentabilizá-los (Feldens, 2018).

A forte industrialização proporcionou o uso de adubos sintéticos, a seleção de plantas e a mecanização na agricultura. Com isso, os ganhos de produtividade foram incomparáveis em relação às revoluções agrícolas anteriores (Mazoyer; Roudart, 2010).

Instituições privadas começaram a ver a agricultura como um negócio, dando início, ainda antes do fim da Segunda Guerra Mundial, a um investimento em técnicas de melhoramento de sementes, destacando-se o milho, o trigo e o arroz, e, após o fim da guerra, indústrias começaram a produzir e a incentivar o uso de agrotóxicos, como herbicidas, fungicidas, inseticidas e fertilizantes químicos na produção agrícola (Rosa, 1998; Andrades; Ganimi, 2017), além da construção e adoção de máquinas pesadas como tratores e colheitadeiras.

O uso dessas técnicas voltadas para a agricultura com a intenção de alcançar maior produtividade através do desenvolvimento de sementes, fertilização dos solos, utilização de agrotóxicos e mecanização agrícola é denominado de revolução verde, que é uma expressão surgida em 1966 com um forte apelo de que esse modelo conseguiria erradicar a fome no mundo (Serra *et al.*, 2016).

Isso gerou uma agricultura extremamente dependente desses insumos, pois condicionou todo o sistema técnico, transformando os cultivares agrícolas, deixando-os vulneráveis a pragas e doenças, ficando ainda mais dependentes de agrotóxicos (Santos; Bebé; Gonçalves, 2019).

A agricultura dependente de insumos consiste na utilização de tecnologias necessárias visando a alta produtividade, baseada no modelo da revolução verde, na qual há grande aplicação de técnicas no preparo do solo e no cultivo, o que resulta em altos índices de produtividade em pequenas áreas cultivadas, além de se alcançar um tempo maior de exposição do solo (Feldens, 2018).

Podemos dividir os insumos usados na agricultura proposta pela revolução verde em três categorias: químicos, que são os agrotóxicos e fertilizantes sintéticos; mecânicos, que consiste na mecanização agrícola; e biológicos, que são

os organismos transgênicos. Esse tipo de agricultura se sustenta na aplicação dessas categorias, sendo que, na maioria das vezes, a utilização de uma proporciona a necessidade da outra, como no exemplo citado por Araújo e Oliveira (2017), em que a transgenia provocada pela engenharia genética visando à alta resistência de cultivos comerciais a herbicidas proporciona o casamento do uso de transgênicos e agrotóxicos.

Existe, portanto, uma correlação entre a engenharia genética e a aplicação de agrotóxicos e fertilizantes, e, como o grande objetivo é a produtividade, vê-se a necessidade do uso de grandes intervenções mecânicas nos agrossistemas com o uso da mecanização agrícola.

### **2.1.1 Os insumos químicos e os seus potenciais riscos**

Os agrotóxicos podem ser definidos a partir da Lei Federal nº 7.802, de 1989, regulamentada em 2002, a qual diz que eles são: “compostos de substâncias químicas destinadas ao controle, destruição, ou prevenção direta ou indiretamente, de agentes patogênicos para plantas e animais úteis e às pessoas” (Lopes, 2018).

Os agrotóxicos têm como um dos efeitos a ação em organismos não alvos, provocando desequilíbrio ecológico, como no ataque a predadores naturais e eliminação de plantas inimigas naturais invasoras pelo uso de herbicidas, que também podem alterar a macro e a microfauna, estimulando ou inibindo organismos do solo (Figueiró, 2012).

O efeito sobre polinizadores, impactando na abundância e na eficiência de polinização, também deve ser considerado. No ambiente aquático, muitas vezes são encontradas substâncias químicas do princípio ativo desses insumos, as quais foram levadas por meio do vento, das chuvas e da lixiviação do solo (Pinheiro; Freitas, 2010).

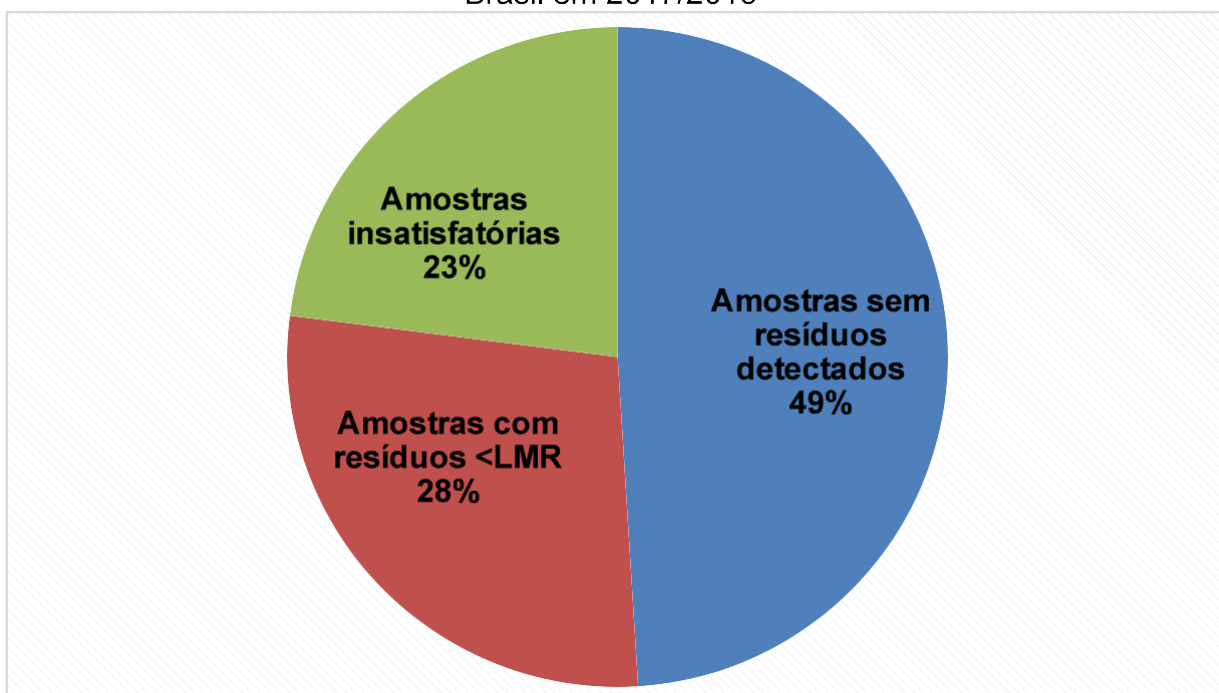
Diversos trabalhos estabelecem toxicidade e efeitos patológicos em espécies aquáticas em decorrência desses vestígios, trazendo como preocupação o fato de os seres humanos se alimentarem de seres que vivem nesses ecossistemas contaminados, pois, se as substâncias forem acumuladas em elevadas concentrações nos organismos deles ao longo de todo o nível trófico, o ser humano

pode ser prejudicado, pelo fato de estar no topo da cadeia alimentar (Belchior *et al.*, 2017).

Existem ainda riscos à saúde humana ao ingerir alimentos que passaram pela ação dos agrotóxicos durante alguma etapa desde o seu cultivo até o processamento, os quais podem ainda se agravar para quem, além de consumir o alimento contaminado, manipula esses produtos durante a sua aplicação.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) realizou um estudo com 4.606 amostras, entre os anos de 2017 e 2018, de diversos tipos de produtos agrícolas, como hortaliças, cereais, raízes, tubérculos, frutas etc., considerando 23% delas como insatisfatórias, ou seja, apresentando o limite máximo de resíduos (LMR) acima do permitido. Em 28% foram encontrados resíduos, porém, abaixo do LMR e em 49% não se encontrou resíduo, conforme mostra o Gráfico 1.

**Gráfico 1.** Alimentos com presença ou ausência de resíduos de agrotóxicos no Brasil em 2017/2018



Fonte: Anvisa (2019).

Evidências de estudos apontam que os agrotóxicos afetam a saúde dos consumidores de alimentos contaminados, de moradores do entorno de áreas de produção agrícola ou de agrotóxicos, de comunidades atingidas por resíduos de pulverização aérea e, majoritariamente, de trabalhadores agrícolas expostos. Um

importante risco de contaminação por agrotóxico é a relação de trabalho no modelo do agronegócio, no qual se tem verificado lesões por envenenamento, como no caso da associação entre o crescimento do número de intoxicação por agrotóxicos na região Nordeste do país e o crescimento do agronegócio na década de 2000. Esses dados demonstram uma correlação entre os fatores, quando ambos atingiram um pico por volta do ano de 2005 (Araújo; Oliveira, 2017).

Frota e Siqueira (2021) afirmam que pesquisas têm revelado que os agrotóxicos afetam a saúde de trabalhadores, consumidores e lactentes, como consequência de intoxicações agudas e doenças crônicas relacionadas a efeitos da ingestão das substâncias que os compõem.

Em um estudo feito por Baudry e colaboradores (2018), realizado com adultos franceses, entre 2009 e 2016, encontrou-se uma associação de redução do risco de câncer com o maior consumo de produtos orgânicos, alimentos, segundo a pesquisa, menos propensos a terem resíduos de agrotóxicos. Os autores afirmam, com base em uma revisão de literatura de Mostafalou e Abdollashi (2013), que o papel dos agrotóxicos no risco de câncer não pode ser posto em dúvida, dado o crescente corpo de evidências ligando o desenvolvimento do câncer à exposição a eles.

Outro tipo de insumo químico essencial na agricultura convencional é o fertilizante sintético, que é usado com a necessidade de repor ou aumentar os nutrientes no solo. Porém, alguns desses produtos, além de disponibilizarem micronutrientes essenciais e benéficos às culturas, liberam metais pesados no meio e, ao se acumularem, contaminam os solos, provocando diversos problemas à saúde humana, como potencial cancerígeno (Nava *et al.*, 2011).

De acordo com Lira (2017), o uso de fertilizantes sintéticos produz efeitos negativos aos ecossistemas, pois grande parte é perdida no ambiente (água, solo ou atmosfera), como no processo de desnitrificação no solo, produzindo óxido nitroso ( $N_2O$ ), gás causador de efeito estufa com potencial muito elevado. A aplicação excessiva de fertilizantes como NPK, nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), afeta os solos e lençóis freáticos, causando eutrofização dos sistemas aquáticos e poços de água usados para consumo humano e irrigação (Naderi; Danesh-Shahraki, 2013).

Além do nitrogênio, do fósforo e do potássio, outros nutrientes, como o enxofre (S), o cálcio (Ca), o magnésio (Mg) e os micronutrientes, também podem fazer parte das fórmulas dos fertilizantes comercializados à base de NPK. Grande parte desses elementos químicos favorece o aumento da acidez do solo, acarretando má qualidade (Trani; Trani, 2011).

A aplicação de fertilizantes também provoca o efeito de salinização do solo, principalmente devido ao KCl, que é um sal forte muito presente nesses compostos, podendo influenciar o comportamento do solo negativamente, afetando a ação microbiana, que tem função importante no processo de decomposição de matéria orgânica para fornecer nutrientes ao solo, e a osmose, pois, ao aumentar a concentração de íons, a absorção de água pelas raízes é afetada (Yan *et al.*, 2015).

### **2.1.2 Potenciais riscos da mecanização agrícola**

A mecanização agrícola é usada pela agricultura tradicional com o objetivo de alavancar a produtividade, possuindo, segundo Silva (2015), consequências positivas, como na diminuição do esforço físico necessário para a execução de determinadas tarefas, e negativas, com a intervenção nos agroecossistemas de forma intensa, proporcionando uma intensa degradação ambiental.

As atividades desenvolvidas por máquinas agrícolas são altamente vulneráveis a acidentes, sendo a falta de qualificação, treinamento e desinformação sobre os riscos por parte dos trabalhadores as principais causas (Fernandes *et al.*, 2014). Além de trazer uma nova fonte de acidentes de trabalho, o uso excessivo de máquinas no campo expõe os trabalhadores a agentes insalubres à saúde, como contaminação de agroquímicos, poeira, acidentes no manuseio e o ruído (Nunes *et al.*, 2016).

O uso excessivo de máquinas agrícolas compacta o solo, ou seja, diminui a sua porosidade, aumentando assim a densidade. Isso prejudica o fornecimento de água e oxigênio para a planta, limitando o seu desenvolvimento (Tormena; Silva; Liberdade, 1998; Lima; Araújo; Barbosa, 2013).

Modificações na estrutura do solo resultam na destruição dos agregados, provocando profundas modificações no comportamento físico. De imediato, reduzem

a produtividade das culturas e podem tornar os efeitos dos veranicos e erosivos das chuvas ainda mais acentuados. Além disso, afetam diretamente o ambiente onde se encontram os microrganismos, que são considerados componentes importantes dos sistemas agrícolas, pois regulam a taxa de decomposição da matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes no solo (Silva *et al.*, 2020).

E, quando o solo tem sua estrutura alterada, a penetração das raízes, as trocas de gases necessárias para o seu desenvolvimento e a matéria orgânica ali presente são afetadas. Isso implica condições desfavoráveis com agregados instáveis, restringindo o desenvolvimento e a produção de culturas vegetais, bem como a preservação dos recursos naturais (Lima; Araújo; Barbosa, 2013).

Queiroz e colaboradores (2019) apresentam como solução para a degradação do solo devido à ação mecânica a utilização de sistemas silvipastoris, que são combinados de árvores, pastagem e agricultura. Essa técnica de cultivo poderia reduzir a erosão do solo, melhorando a preservação dos recursos naturais (vegetação e água) e diminuindo a necessidade de fertilizantes químicos.

### **2.1.3 Potenciais riscos da Engenharia Genética**

A busca por espécies mais resistentes a pragas, a doenças, e que tivessem maior resposta aos insumos químicos, desenvolveu a Engenharia Genética, e essa área fez a revolução verde chegar ao seu estágio de desenvolvimento mais recente. As empresas do ramo de biotecnologia e nanotecnologia passaram a realizar técnicas com materiais biológicos de espécies, modificando-as geneticamente, criando transgênicos (Feldens, 2018).

Os alimentos transgênicos podem ser entendidos como organismos – que, no caso de alimentos, são as plantas – que têm o seu material genético alterado com a inserção de genes de outros organismos para que tenham suas características modificadas (Goudart *et al.*, 2017). Os cultivos de transgênicos contribuem para a redução da biodiversidade, portanto, essa perda e/ou extinção de diversidade de formas de vida é denominada de erosão genética, que tem como consequências negativas o aparecimento de novas pragas e a perda da biodiversidade a partir do surgimento de novas espécies que podem destruir as mais frágeis (Siqueira; Kruse, 2008; Silva *et al.*, 2017a). Esse processo causa um

desequilíbrio dos ecossistemas; por exemplo, o aparecimento de novas pragas exige a criação e a aplicação de novos agrotóxicos, o que leva a um ciclo de retroalimentação entre a indústria de transgênicos e a de defensivos químicos (Belchior *et al.*, 2017).

O uso de espécies transgênicas provocou a expansão das áreas com produção agrícola de monoculturas, como as *commodities*, levando a uma tendência de homogeneização na composição dos alimentos, que pode ocasionar o aumento de transtornos alimentares na população, como deficiência nutricional, obesidade e fome. A elevação dos índices de doenças não transmissíveis, especificamente as cardiovasculares, diabetes, hipertensão, obesidade e câncer, tem sido evidenciada nas estatísticas, sendo estas doenças progressivamente destacadas como resultantes das relações predominantes de produção e reprodução da vida (Silva *et al.*, 2017a).

Muitos debates são feitos sobre a produção e o consumo de alimentos geneticamente modificados, existindo cientistas defendendo que eles são seguros ao ambiente e à saúde, e outros que os condenam, alegando a falta de estudos dos seus potenciais impactos (Mota, 2009). Alguns sugerem que se adote o princípio de precaução, segundo o qual, havendo dúvida científica, não se deve esperar para agir, pois os danos ao meio ambiente e à saúde podem ser irreparáveis; portanto, ao se aplicar o princípio de precaução, automaticamente, se aplica o de prevenção (Machado, 2011; Goudard *et al.*, 2017).

Mota (2009) justifica a necessidade do uso desse princípio citando o fato de já termos experiências passadas com outras situações, como no caso da indústria química e outras formas de poluição. Baudry e colaboradores (2018) sugerem a busca de novas formas de produzir alimentos, que não sejam dependentes dos insumos, afirmando que alimentos produzidos com um padrão que não permite o uso de fertilizantes sintéticos, organismos transgênicos, serão menos propensos a ter resíduos de agrotóxicos do que os da agricultura tradicional. Segundo os autores, como na produção dos produtos orgânicos não é permitido o uso intenso de insumos, o consumo desses alimentos pode proporcionar um risco menor à saúde humana.

Lairon (2009) afirma que os métodos tradicionais de produção de alimentos apresentam limitações, devido, principalmente, ao seu potencial risco de

contaminação da cadeia alimentar e ambientes aquáticos por resíduos de agrotóxicos, além da baixa qualidade nutricional dos seus produtos. Por isso, ele acredita que a agricultura orgânica seja capaz de produzir alimentos de qualidade, de forma sustentável, configurando-se como a agricultura do futuro.

## **2.2 O resíduo líquido do processamento da mandioca: a manipueira**

### **2.2.1 Processamento da mandioca**

A mandioca é um arbusto perene amplamente cultivado em países tropicais, destacando-se entre as cerca de 98 espécies do gênero *Manihot* por sua importância comercial devido à produção de raízes tuberosas ricas em amido, sendo uma das principais fontes de carboidratos nos países em desenvolvimento, contribuindo significativamente para a segurança alimentar de milhões de pessoas (Fialho; Vieira, 2011).

As variedades de mandioca são classificadas em dois grupos principais: 1) doces, mansas ou de “mesa”, também conhecidas como aipim ou macaxeiras, que possuem baixos teores de ácido cianídrico e são utilizadas para consumo humano após o cozimento, além de servirem como alimento animal, *in natura* ou processadas; e 2) amargas ou bravas, que contêm maiores teores de ácido cianídrico e são usadas indiretamente na alimentação humana após processamento nas indústrias de farinha e de fécula ou goma (Ferreira Filho *et al.*, 2013).

O ácido cianídrico ou cianeto (HCN) é um composto tóxico presente na mandioca; representa um grave risco à saúde se ingerido ou inalado, podendo causar envenenamento severo. Doenças relacionadas ao consumo excessivo desse ácido incluem hipertireoidismo, neuropatia atáxica tropical (uma desordem neurológica) e konzo (uma paralisia rápida e permanente). No entanto, é possível reduzir o teor de ácido cianídrico nos produtos derivados da mandioca a níveis seguros por meio de práticas adequadas de processamento (Abreu, 2016).

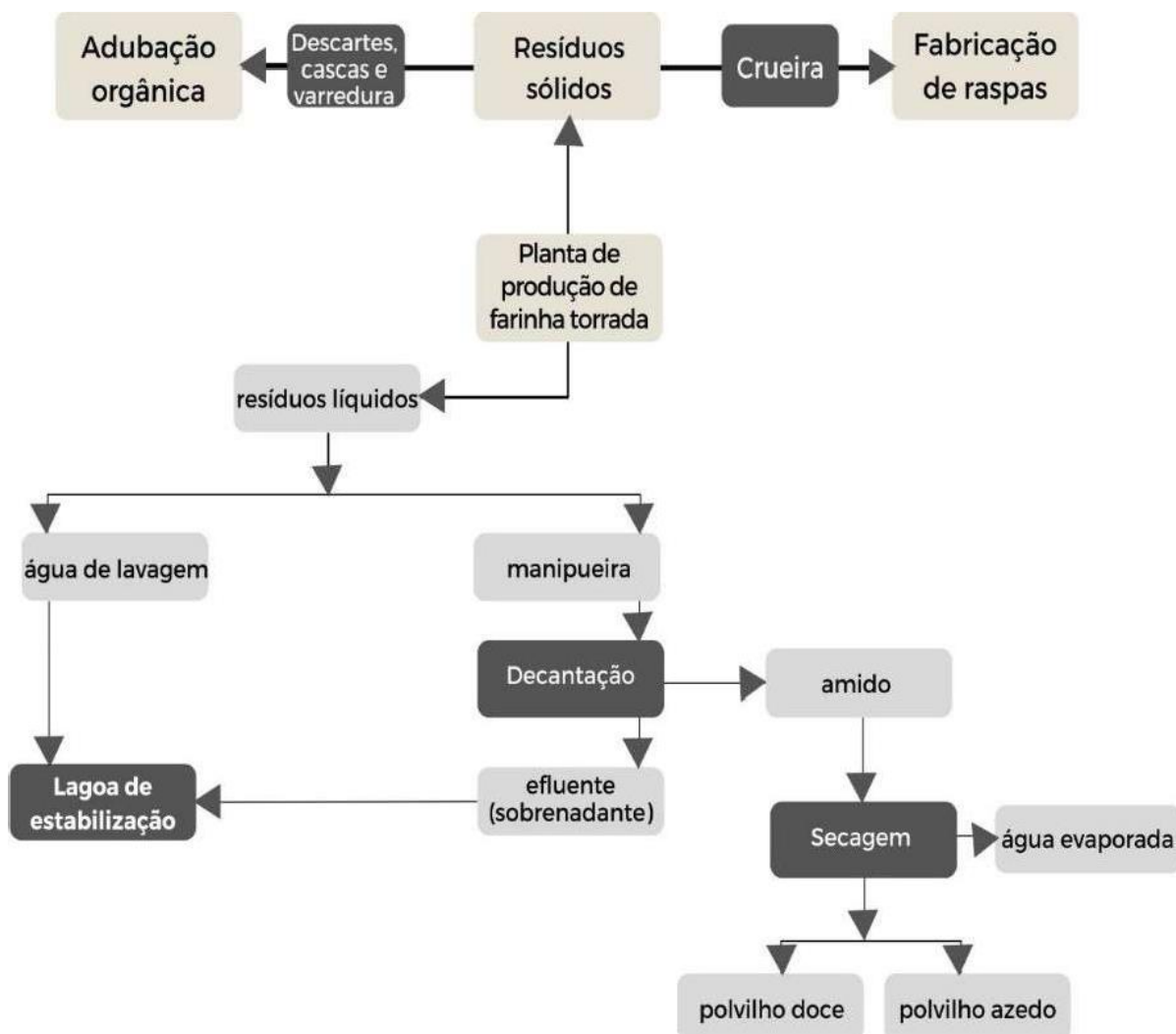
No Brasil, a farinha de mandioca é a forma mais comum de aproveitamento das raízes para a alimentação humana, sendo produzida em todo o

país, constituindo a principal fonte de energia para a população das regiões Norte e Nordeste (Matsuura; Folegatti; Sarmiento, 2003).

O processo de fabricação da farinha envolve a prensagem, que elimina cerca de 60% da água presente na raiz e aproximadamente 10% do amido (Cruz *et al.*, 2003). O resíduo gerado pode ser acondicionado em tanques, onde o amido é sedimentado e recolhido para a fabricação de fécula, também conhecida como goma ou polvilho doce. Esta fécula é usada na produção de diversos produtos como tapioca, polvilho, sagu, cremes, pudins e biscoitos. A partir da fermentação da fécula, obtém-se o polvilho azedo, que é um ingrediente essencial na produção de pão de queijo.

Durante o processamento da mandioca, conforme demonstrado no fluxograma (Figura 1) a seguir, são gerados resíduos sólidos e líquidos. Entre os resíduos sólidos estão os descartes, cascas e varreduras, que podem ser utilizados em compostagem por se tratar de matéria orgânica. Outro resíduo sólido é a crueira, material retido na etapa de peneiração, que pode ser seco artificialmente ou ao sol para produzir um subproduto denominado raspa, usado como ração animal.

**Figura 1.** Aproveitamento e tratamento de resíduos no processamento da mandioca



Fonte: Cruz e colaboradores (2003).

A mandioca tem 60% de água e pode gerar até três tipos diferentes de resíduos líquidos: a manipueira, que é a água de prensa da raiz; a água vegetal, que é a manipueira com água de lavagem da massa (produzida em fecularias); e a água de lavagem (Cereda *et al.*, 2001). A água de lavagem possui raspas das raízes, e deve ir direto para um tratamento adequado. A água residual obtida da prensagem da massa ralada, que é muito rica em amido, pode ser decantada para ser usada na produção de polvilho doce e/ou azedo como um subproduto da produção de farinha. Já a parte sobrenadante deste processo é a manipueira, que deve ir para tratamento.

### 2.2.2 Caracterização da manipueira

A manipueira é um resíduo líquido leitoso amarelo-claro, rico em açúcares, amidos, proteínas, linamarina, sais e outras substâncias (Duarte *et al.*, 2013; Campos *et al.*, 2000; Fioretto, 1987). Possui baixos valores de pH, elevadas concentrações de carboidratos, de demanda química de oxigênio (DQO), de demanda biológica de oxigênio (DBO) e de cianeto (Avancini *et al.*, 2007; Amorim, 2015).

A mandioca é uma planta cianogênica, que acumula glicosídeos cianogênicos, dos quais o principal é a linamarina, e enzimas  $\beta$ -glicosidases, como a linamarase. Enquanto a raiz está intacta, glicosídeos e enzimas se mantêm separados; no entanto, quando ela é dilacerada no processamento, a linamarina é hidrolisada enzimaticamente pela linamarase, dando início à cianogênese, havendo produção de glicose e  $\alpha$ -hidroxinitrila, que pode gerar espontaneamente o ácido cianídrico (HCN), que é uma substância tóxica presente na manipueira (Cereda *et al.*, 2001).

A manipueira possui teores de macro e micronutrientes como fósforo (P), nitrogênio (N), sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), o que lhe confere potencial fertilizante e, ainda, o benefício de apresentar-se no estado líquido, permitindo a rápida absorção pelas plantas. Fatores como a qualidade da raiz da mandioca, o tipo de cultivar, o manejo adotado e a origem do resíduo (casas de farinha ou fecularia), além do tipo de operação da agroindústria, se artesanal ou mecanizada (com ou sem uso de água), podem definir a quantidade e a caracterização da manipueira (Amorim *et al.*, 2021).

Além de a composição química sustentar a sua potencialidade como adubo, principalmente devido à sua riqueza em macronutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio (Silva, 2009), a presença de substâncias químicas como o ácido cianídrico pode ter efeitos fitossanitários positivos, possibilitando a sua utilização como um método alternativo no controle de pragas e doenças (Ponte, 2006; Câmara; Alves; Morais, 2019). Em relação às características físicas, observa-se a presença de sólidos totais, que são compostos de: sólidos dissolvidos (material em solução), sólidos coloidais (material coloidal) e sólidos em suspensão (material em suspensão) (Silva, 2009).

### 2.2.3 Potencial poluidor da manipueira

Conforme a Resolução 001 do CONAMA (Brasil, 1986; Cordeiro *et al.*, 2020), considera-se impacto ambiental qualquer alteração do meio ambiente que direta ou indiretamente afete a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente (Cordeiro *et al.*, 2020).

O potencial poluente de um resíduo pode ser avaliado por meio de uma medida de referência chamada demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que corresponde à quantidade de oxigênio necessária aos microrganismos para oxidar a matéria orgânica. A manipueira pode apresentar uma DBO de 2.500 a 18.000 ppm, sendo necessária a sua redução para índices de poluição toleráveis com tratamentos deste resíduo através do aproveitamento do amido e da água residual da extração do amido, pois a sua decantação pura e simples é de eficiência muito reduzida (Cruz *et al.*, 2003).

De todos os resíduos advindos do processamento da mandioca, a manipueira é o mais poluente e tóxico, pois possui elevada carga orgânica e linamarina, que é um glicosídeo cianogênico, do qual provém o ácido cianídrico (HCN), os quais podem trazer sérios problemas ambientais, como redução do oxigênio dissolvido e eutrofização dos corpos d'água, morte da fauna aquática e dos animais que consomem a água com excesso de gás cianídrico (Duarte *et al.*, 2013; Campos *et al.*, 2000; Fioretto, 1987).

A ação tóxica do HCN para animais é explicada pela afinidade entre o cianeto e o ferro, que resulta na combinação com a hemoglobina para formar a cianohemoglobina. Em plantas superiores e nos microrganismos, o cianeto interfere na fosforilação oxidativa, combinando-se com o citocromo oxidase e inibindo o transporte eletrônico e, conseqüentemente, a formação de ATP (trifosfato de adenosina) (Cereda *et al.*, 2001).

A manipueira restringe fisicamente os locais de produção pela formação de enormes volumes, provocando condições de insalubridade na população, afetando a saúde e a economia do processamento da mandioca, pois, para cada tonelada de mandioca processada, cerca de trezentos litros desse resíduo líquido são gerados, que pode se apresentar com variadas concentrações, principalmente com relação à

matéria orgânica e ao potencial tóxico da linamarina, presente em todas as partes da planta e que, por hidrólise, origina a glicose, a acetona e o ácido cianídrico (Santos, 2009).

A presença de açúcares solúveis, como glicose e frutose, torna a manipueira com elevada carga orgânica, ou seja, DQO muito elevado, até se comparada ao esgoto doméstico, por exemplo. Dessa forma, ela é um potencial poluidor para corpos d'água e, ao ser despejada diretamente em um rio, pode levá-lo ao colapso, pois poderá alterar a sua capacidade de autodepuração ou provocar eutrofização, sendo mais grave do que quando feito o mesmo com esgoto doméstico (Barana, 2008). Além disso, a manipueira leva a déficits de oxigênio na água e a toxicidade devido ao cianeto (Okunade; Adekalu, 2013; Amorim, 2015).

Mesmo que a manipueira possa ser aproveitada como fonte total ou parcial de adubação, devido ao seu aporte de nutrientes, esse uso deve ser feito de maneira criteriosa, visto que pode haver, a longo prazo, salinização ou sodificação do solo (Duarte *et al.*, 2013).

A descarga da manipueira no solo leva a efeitos adversos ao meio ambiente e à biodiversidade, podendo causar alterações dos atributos físicos e químicos do solo, a salinização e a percolação, alcançando lençóis freáticos (Patrick; Egwuonwu, 2011). Em caso de descarte de manipueira no solo, ela pode infiltrar-se, ocasionando diversos problemas na química do terreno, como elevação de teores de sódio, gerando sodicidade (Amorim *et al.*, 2021).

Os problemas ambientais ocasionados pelo descarte incorreto da manipueira estão, em sua maioria, associados ao desconhecimento quanto aos impactos ambientais gerados, assim como à falta de informações quanto às suas potencialidades para uso agrícola. Portanto, ela pode ser uma aliada do agricultor, pois é capaz de possibilitar melhor desenvolvimento das plantas, aumento da produção e produtividade, assim como redução do ataque de patógenos (De Souza; Da Silva; Ferreira, 2021).

O processo de degradação natural, adotado normalmente pela maioria dos produtores, tem baixa eficiência na remoção de características poluidoras da manipueira, como DQO, DBO, cianeto, sólidos totais e bactérias heterotróficas, indicando, portanto, a necessidade de se tratar esse efluente por outro método (Amorim *et al.*, 2021).

## **2.3 A manipueira como defensivo agrícola natural no combate da fusariose do abacaxi**

### **2.3.1 A Fusariose do abacaxi**

A fusariose, também chamada de gomose, é uma doença causada no abacaxi pelo fungo *Fusarium guttiforme*, podendo afetar a produtividade e gerar perdas entre 50% a 100% dos frutos e diminuir em até 50% a sobrevivência das mudas, sendo a mais séria ameaça à abacaxicultura brasileira (Matos; Sanches, 2007).

O fungo *F. guttiforme* é patogênico apenas ao abacaxi; apresenta elevado grau de especificidade com o hospedeiro, penetrando-o por meio de aberturas naturais ou ferimentos, e pode infectar mudas ou frutos durante os períodos de inflorescência e crescimento (Ventura; Zambolim, 2002). Ele pode agir em todas as fases de desenvolvimento, incluindo as mudas, e ocorre em todas as partes da planta, sendo o fruto o local de maior incidência, cujo principal sintoma é a exsudação de uma substância gomosa (Carvalho *et al.*, 2006).

As plantas de abacaxizeiro acometidas dessa doença podem apresentar curvatura do caule, morte da região apical, encurtamento das folhas, alteração na filotaxia, redução no desenvolvimento, clorose e morte da planta. Nos frutos, ocorrem a exsudação de resina através da cavidade floral, apodrecimento da polpa e presença de resina nos lóculos do ovário. Externamente, os frutinhos afetados evidenciam descoloração amarronzada e apresentam-se em nível inferior em comparação com os vizinhos saudáveis devido à exaustão dos tecidos internos (Ventura, 2000).

Os sintomas são mais facilmente observados na fase de maturação dos frutos, especialmente em períodos chuvosos, muito embora possam ser detectados a partir do final da floração. É também nos frutos maduros que se observa, com mais frequência, a esporulação do patógeno em volta dos frutinhos atacados, assim como sobre a goma que exsuda das lesões (Matos; Sanches, 2007).

A associação de fatores ambientais com o estágio de desenvolvimento da planta influencia na ocorrência da fusariose. Altas precipitações pluviais com temperaturas amenas, durante o desenvolvimento das inflorescências, favorecem a incidência da doença (Matos, 2000). Em condições favoráveis, como precipitações e umidade elevadas e temperaturas entre 15 e 25 °C, a incidência pode ser superior a 80% (Reinhardt; Souza; Cabral, 2000).

O combate integrado da fusariose do abacaxizeiro envolve o emprego simultâneo ou sequencial de diversas ações, como controle cultural, que é normalmente a primeira medida a ser tomada; controle químico, com a pulverização de fungicidas sintéticos após o aparecimento das inflorescências até o fechamento das flores; e controle genético, que é, dentre essas, a alternativa mais eficiente e econômica, além de ecologicamente correta (Matos; Sanches, 2007).

Existe uma busca por genótipos de abacaxizeiro que sejam resistentes à doença e com potencial produtivo e qualidade de frutos para uma aceitação comercial (Caetano; Ventura; Balbino, 2015). Algumas cultivares resistentes à fusariose já foram lançadas, como as BRS Imperial, BRS Vitória e IAC Fantástico, as quais possuem características propícias para o consumo *in natura*, porém, ainda existe a necessidade de estudos que comparem a qualidade dos frutos das novas cultivares com as tradicionais disponíveis no mercado, como a “Pérola”, “Jupi” e “Gold”, sobretudo quando produzidas nas mesmas condições ambientais (Berilli *et al.*, 2014).

No Brasil, a fusariose do abacaxi é controlada, principalmente, com o uso de fungicidas sintéticos (controle químico), os quais, apesar de serem efetivos, prejudicam a aparência e, conseqüentemente, a venda dos frutos, além de constituírem um risco à saúde humana e do meio ambiente (Mamédio *et al.*, 2017). Os princípios ativos, com seus respectivos grupos químicos, para o combate da fusariose do abacaxi, registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) são: tebuconazol (triazol), tiofanato-metílico (benzimidazol), tiabendazol (benzimidazol) e flutriafol (triazol) (MAPA, 2023).

Nogueira e colaboradores (2014) testaram o efeito dos fungicidas Tebuconazol, Azoxistrobina e Tiofanato-Metilo em diferentes concentrações para o controle da fusariose do abacaxi em plantas cultivar “Pérola”, em ensaios de campo

e *in vitro*. Esses fungicidas foram efetivos no controle da doença, porém, afetaram negativamente o peso, a aparência e o tamanho da coroa.

### 2.3.2 Controle alternativo da fusariose do abacaxi

Na tentativa de controlar a fusariose do abacaxi sem o uso de agrotóxicos, alguns trabalhos foram realizados com o objetivo de analisar o efeito de alguns defensivos naturais para o controle dessa praga.

Sales e colaboradores (2016) avaliaram a atividade antifúngica *in vitro*, pelo método buraco de placa, de extratos, resinas, óleos e tinturas matrizes de plantas contra fungos filamentosos *Fusarium guttiforme* e *Chalara paradoxa*, e o controle da fusariose *in situ* utilizando tinturas mãe, fazendo tratamentos preventivos e pós infecção em folhas de abacaxi do cultivar “Pérola”.

Os extratos vegetais naturais, tinturas mãe de *Glycyrrhiza glabra*, de *Myroxylon balsamum*, de *Aloe vera* e de *Allium sativum*, a resina de *Protium heptaphyllum* e os extratos brutos de *Rhizophora mangle* exibiram atividade antifúngica contra *F. guttiforme*. No tratamento preventivo, tinturas mãe de *Aloe vera*, de *Allium sativum* e de *Glycyrrhiza glabra* foram estatisticamente semelhantes ao tratamento com fungicida tebuconazol. Os tratamentos curativos com tintura mãe de *Aloe vera*, de *Allium sativum*, de *Glycyrrhiza glabra* e de *Myroxylon balsamum* apresentaram atividade semelhante ao fungicida (Sales *et al.*, 2016).

Trocoli e colegas (2017) fizeram aplicações, em condições de campo, de 25 endolíticos *Trichoderma spp.* isolados de plantas nativas da Caatinga, para avaliar o controle biológico da fusariose do abacaxizeiro. Os isolados identificados como *T. koningiopsis* (três isolados) e *T. harzianum* (um isolado), com base em sequências parciais do gene, reduziram a severidade da doença em 70, 52,5 e 47% e aumentaram o peso dos frutos em 56,5, 30,3 e 54,6%, respectivamente, em dois experimentos de campo.

Embora os agentes de biocontrole tenham sido isolados como endófitos de plantas da Caatinga, não houve evidência de colonização endofítica em plantas de abacaxizeiro. Esses resultados indicam que *Trichoderma* isolados podem ser usados para controlar a fusariose em condições de campo (Trocoli *et al.*, 2017).

Mamédio e colaboradores (2017) avaliaram a atividade antifúngica de cepas de bactérias lácticas e do extrato de casca e coroa do abacaxi sobre o *F. guttiforme*, constatando efeito inibitório do *Lactobacillus plantarum* Abx3 e *Lactobacillus paracasei subsp paracasei* Abx5.2, mas sem sucesso com o extrato bruto de abacaxi. Com isso, a pesquisa mostra que bactérias lácticas apresentam potencial de serem utilizadas em formulações de produto de biocontrole da fusariose do abacaxi.

Korres e colegas (2011) estudaram, em cultura em caldo e em ensaios em placa, a ação de leveduras *Candida krusei* e *Kloeckera apis* isoladas de frutos podres de abacaxi e dois isolados do fungo filamentoso patogênico *F. guttiforme*, resistentes e suscetíveis ao fungicida benzimidazol, conseguindo observar ação inibitória do crescimento fúngico por essas leveduras, porém, nos seus filtrados isoladamente, não, o que sugere que a ação antagônica das leveduras é induzível.

Ferreira e colaboradores (2015) observaram os efeitos de cinco substâncias “GRAS” –<sup>1</sup> bicarbonato de sódio, carbonato de sódio, carbonato de cálcio e cloreto de cálcio, a 1%, 3% e 5%, e cloreto de potássio a 0,1%, 0,5% e 1% – no controle de crescimento dos fungos fitopatogênicos *C. gloeosporioides* e *F. guttiforme*, *in vitro*. O carbonato de sódio, o bicarbonato de sódio e o cloreto de cálcio se mostraram capazes de inibir o crescimento micelial do *F. guttiforme*.

Seixas e colegas (2011) avaliaram o efeito do óleo essencial do capim-citronela e do seu composto majoritário, o citronelal, sobre a inibição do crescimento micelial do *Fusarium subglutinans*, encontrando resultados satisfatórios, tendo o óleo essencial do capim-citronela maior efeito inibitório do que o composto citronelal.

O maior efeito de inibição do óleo essencial do capim-citronela no crescimento micelial do fungo *F. subglutinans*, em relação ao composto citronelal, pode estar relacionado, segundo os autores, com a interação dos vários compostos constituintes do óleo, existindo um sinergismo entre os seus componentes, que atuam de forma conjunta, o que propiciou um maior efeito fungistático (Seixas *et al.*, 2011).

Miranda (2021) avaliou o efeito do emulsionado de óleos essenciais de *Lippia sidoides* (alecrim pimenta) e *Cymbopogon winterianus* (capim citronela) no

---

<sup>1</sup> Substâncias GRAS: substâncias adicionadas aos alimentos que são *Geralmente Reconhecidas como Seguras* à saúde humana.

controle *in vitro* e *in vivo* da fusariose em abacaxi, detectando ação fungicida no controle *in vitro*, na concentração de 1250 µL do emulsionado. No controle *in vivo*, porém, não houve diferenças significativas nos tratamentos nas concentrações utilizadas.

Melo e colaboradores (2016) avaliaram o efeito dos indutores de resistência abióticos – fosfito de potássio, fosfito de cálcio, fosfito de cobre, Agro-Mos, silicato de cálcio, Biopiról e Bion – no controle da fusariose do abacaxizeiro na fase pré-colheita, em área de ocorrência natural da doença, verificando que, dentre as substâncias, somente o fosfito de cálcio não resultou em diminuição da incidência da doença. Já o fosfito de potássio e o Biopiról foram os mais eficientes, equiparando-se ao controle com Carbendazim, que foi utilizado no experimento como referência de controle químico convencional.

Bezerra e colegas (2019) identificaram espécies de *Trichoderma* endofíticos de bromélias em restingas e avaliaram o seu antagonismo, *in vitro* e *in vivo*, ao *F. guttiforme*. Um isolado se mostrou como potencial agente de biocontrole *in vitro*, mas, na avaliação *in vivo*, os isolados testados não demonstraram efeito protetor.

### **2.3.3 Uso da manipueira como defensivo agrícola**

O desenvolvimento de sistemas que usam as interações de ocorrência natural, com ênfase no manejo das relações biológicas e processos naturais, está em plena expansão no mundo, incluindo o Brasil, colocando em discussão o uso de defensivos agrícolas naturais, que são produtos originários de partes de, ou são compostos por plantas, microrganismos e minerais, como fundamental para a produção saudável de alimentos (Halfeld-Vieira *et al.*, 2016).

Os defensivos naturais são produtos preparados a partir de substâncias não prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente, que estimulam o metabolismo das plantas que reagem quando pulverizadas, aumentando a resistência aos ataques, favorecendo a produção de alimentos mais saudáveis para o consumidor final, tendo como características principais: baixa ou nenhuma toxicidade ao homem e à natureza; eficiência no combate aos insetos e microrganismos nocivos; boa disponibilidade e custo reduzido (Ayres *et al.*, 2020).

Podemos listar alguns benefícios do uso dos defensivos agrícolas naturais: são produtos que apresentam uma meia-vida curta, já que as estruturas químicas estão presentes na natureza e são, portanto, de fácil degradação; o risco do desenvolvimento de novos mecanismos de resistência devido ao uso contínuo diminui muito se os produtos forem aplicados na forma de extratos com mais de um princípio ativo; são produtos que possuem poucos halogênios ligados em suas moléculas e, portanto, apresentam menor risco de impacto ambiental (De Moraes; Marinho-Prado, 2016).

A manipueira é um resíduo líquido oriundo do processamento da mandioca para a produção de farinha ou fécula, possuindo em sua composição glicosídeos que são convertidos em linamarina e lotaustralina para originar o ácido cianídrico (HCN) (Cassoni; Cereda, 2011). O HCN, ao ser dissolvido em água, aparece na sua forma livre, como cianeto (CN<sup>-</sup>), que se ingerido em quantidade pode inibir a oxigenação das células, causando, assim, morte celular por falta de oxigênio (Hamel, 2011).

A presença do ácido cianídrico na manipueira lhe dá efeitos inseticida, acaricida e nematicida, enquanto outro elemento químico, também em sua composição, o enxofre, tem ação fungicida (Ponte, 2006). Dessa forma, a manipueira se destaca como um bioinsumo com potencialidade de uso na agricultura (Santos *et al.*, 2020). Ayres e colaboradores (2020) citam a manipueira como um subproduto que é praticamente desprezado, sem qualquer aproveitamento econômico, mas que pode, porém, ser usado como defensivo natural, conforme mostram alguns trabalhos mencionados a seguir.

#### a) Efeitos nematicida

Vieira e colaboradores (2010) testaram a manipueira com a urina de vaca em mudas de acerolas infestadas por *Meloidogyne javanica*, conseguindo reduzir a população desse nematoide no solo, quando comparadas com a testemunha relativa, sem aplicação de resíduos.

Sousa (2022) avaliou o potencial de diferentes subprodutos orgânicos (vinhaça, manipueira e extrato de agave) sobre o parasitismo de duas espécies de nematoides de galhas, *Meloidogyne incognita* e *M. Enterolobii*, em tomateiro. Isoladamente, a manipueira não se demonstrou um nematicida para essa praga,

porém, quando misturada com o extrato de agave, obtiveram-se resultados satisfatórios.

Mesquita (2016) avaliou a ação da manipueira, individualmente e combinada com produtos biológicos à base de fungos (*Pochonia chlamydosporia* e *Trichoderma asperellum*) e de bactéria (*Bacillus subtilis*), no controle de *Meloidogyne enterolobii* em goiabeiras cv. Cortibel RM cultivadas em campo e em casa de vegetação. Como resultados positivos, obteve-se a redução da população do nematoide em campo e em casa de vegetação com manipueira a 50%; redução populacional de *M. enterolobii* com a combinação manipueira 50% e *P. chlamydosporia*; e aumento da produção de goiabeiras no campo, porém, sem controle do nematoide *M. enterolobii* com o uso do fungo *T. asperellum*.

Guimarães e colegas (2019) testaram extratos vegetais e manipueira no controle de *Meloidogyne javanica* em jiloeiro, os quais apresentaram uma tendência de melhorar o desenvolvimento das plantas infectadas pelo nematoide.

Fonseca e outros (2016) avaliaram o potencial da manipueira aplicada no solo, visando ao controle de *Meloidogyne javanica* na cultura da soja. A aplicação única promoveu maior crescimento e desenvolvimento radicular, bem como redução do número de ovos e juvenis de segundo estágio na raiz e do fator de reprodução de *M. javanica*, para todas as concentrações.

#### b) Efeitos fungicida

Freire (2001) testou a manipueira como fungicida preventivo enquanto curativo no controle do oídio da cirigueleira, usando a diluição 1:1 em água. Após exame microscópico, foi comprovado o efeito da manipueira sobre os patógenos: os conídios e conióforos apresentavam-se deformados, indicando a ocorrência de uma forte ação plasmolítica.

Soriano (2011) conseguiu resultados satisfatórios usando manipueira (20%) para o controle de *Phytophthora sp* em laranja-pera e limão cravo.

Silva e colaboradores (2021) testaram, *in vivo*, extratos naturais, nim e manipueira, no combate do fungo do gênero *Cylindrocladium* em mudas de eucalipto, e ambos se demonstraram bioprotetores eficazes, sendo que a manipueira conseguiu inibir a ação do fungo totalmente em algumas mudas nas concentrações de 10% e 20%.

*c) Efeitos inseticida*

Gonzaga e colegas (2009) usaram a manipueira como inseticida para controlar pragas chave do abacaxi e realizar monitoramento de insetos presentes em área de Sistema Agroflorestal, em condições experimentais, *in loco*. As concentrações analisadas causaram mortalidade de insetos superior a 50%, chegando a 100% com a concentração-estoque (100%).

Rodrigues e outros (2020) avaliaram a ação inseticida da manipueira no gorgulho de milho, conseguindo mortalidade acima de 50% em todas as concentrações testadas e de 93,33% com a manipueira pura.

Barros e Rodrigues (2019) avaliaram o efeito do extrato das sementes de nim, de sementes de moringa e resíduo da mandioca (manipueira) no controle de pulgão preto, mosca branca, cigarrinha, manhoso e vaquinha na cultura do feijão-caupi, constatando que todos apresentaram eficiência igual ou superior ao inseticida comercial utilizado para o controle da maioria dessas pragas.

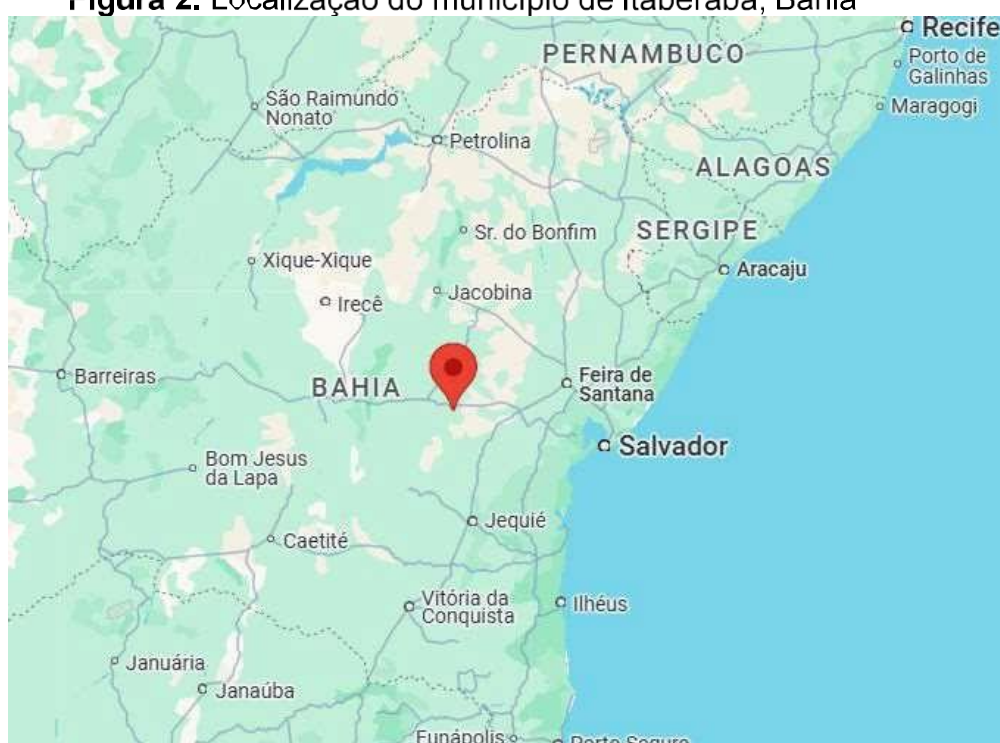
Santos e colaboradores (2018) usaram extratos de manipueira no controle de formigas cortadeiras, concluindo que a manipueira é um formicida de baixo custo de aquisição e alta eficiência, sendo necessárias, em média, três aplicações para erradicação dos saueiros.

Carvalho e colegas (2017) testaram a ação da manipueira e de outros extratos vegetais no combate da mosca negra de citros, a partir da ação translaminar e da pulverização direta sobre ovos e ninfas (1º instar). No método translaminar, a manipueira não apresentou eficiência acima de 50% na inviabilidade dos ovos, mas apresentou eficiência, em torno de 80%, na mortalidade sobre ninfas (1º instar). Pelo método de spray direto, a manipueira causou inviabilidade dos ovos e mortalidade das ninfas (1º instar).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

A tese foi desenvolvida a partir de uma pesquisa de campo realizada no município de Itaberaba, interior da Bahia, que fica na região do Piemonte do Paraguaçu, próximo à Chapada Diamantina, cuja localização é mostrada na imagem 10. O município, fundado em 1877, possui economia diversificada, com destaque para a agricultura, especialmente o cultivo de abacaxi, que é uma das principais atividades econômicas da região.

**Figura 2.** Localização do município de Itaberaba, Bahia



Fonte: Google Maps (2024).

A outra etapa consistiu em uma atividade experimental, realizada nas instalações laboratoriais da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), na cidade de Feira de Santana, Bahia, que fica a cerca de 160 km de Itaberaba.

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), conforme exigências das Resoluções n.º 466/2012 e n.º 510, de 7 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde, tendo recebido parecer de aprovação n.º 6.272.464.

Para reduzir os riscos, o acesso aos dados foi restrito apenas ao pesquisador, e evitou-se coletar informações que pudessem identificar os participantes, garantindo o anonimato e a participação voluntária, além do direito de desistir em qualquer etapa do estudo. A assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi necessária. Além disso, os participantes foram informados dos riscos e benefícios da pesquisa.

Para minimizar situações em que pudesse ocorrer algum tipo de desconforto dos participantes durante a coleta de dados, fosse pelo tempo de exposição durante a entrevista ou pela compreensão das perguntas, foi dado o tempo necessário para que respondessem à pesquisa e adotou-se uma abordagem dialogada para facilitar o entendimento das questões.

As atividades da pesquisa foram divididas nas seguintes etapas.

1. *Planejamento da Pesquisa:*

- 1.1. Definição dos objetivos e hipóteses da pesquisa.
- 1.2. Elaboração do cronograma de atividades.
- 1.3. Identificação e seleção dos participantes.

2. *Revisão Bibliográfica:*

- 2.1 Coleta de informações e dados de estudos anteriores.
- 2.2 Análise crítica da literatura existente sobre o tema.

3. *Desenvolvimento do Instrumento de Coleta de Dados:*

- 3.1 Criação e validação de questionários e/ou formulários de entrevista.
- 3.2 Realização de testes-piloto para ajustes e refinamentos.

4. *Aprovação Ética:*

- 4.1. Submissão do projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).
- 4.2. Obtenção de aprovação ética conforme exigências regulamentares.

5. *Coleta de Dados no Campo:*

- 5.1. Condução de entrevistas e aplicação de questionários em Itaberaba.
- 5.2. Registro cuidadoso das respostas e observações.

6. *Atividade Experimental em Laboratório:*

- 6.1. Realização de experimentos nas instalações da UEFS.
- 6.2. Coleta e análise de dados experimentais.

7. *Tratamento e Análise dos Dados:*

- 7.1. Processamento dos dados coletados.

- 7.2. Análise estatística e interpretação dos resultados.
8. *Discussão dos Resultados:*
  - 8.1. Comparação dos achados com a literatura existente.
  - 8.2. Discussão das implicações e relevância dos resultados obtidos.
  - 8.3. Elaboração de artigo científico (Produto Final da Tese)
9. *Elaboração da Tese:*
  - 9.1. Redação dos capítulos da tese.
  - 9.2. Revisão e formatação conforme normas acadêmicas.
10. *Pré-Defesa da Tese:*
  - 10.1 Preparação para apresentação perante banca examinadora.
  - 10.2 Realização da pré-defesa.
11. *Defesa Final da Tese:*
  - 11.1. Correção e incorporação de sugestões da banca de pré-defesa.
  - 11.2. Preparação para apresentação perante banca examinadora.
  - 11.3. Realização da defesa final da tese.

### **3.1 Análises das casas de farinha no município de Itaberaba - BA**

#### **3.1.1 Área de Estudo**

Foi feito o levantamento das casas de farinha existentes no território da cidade de Itaberaba, Bahia, para que fossem realizadas entrevistas de pesquisa com os responsáveis a partir de questionário (anexo I). As informações foram coletadas entre novembro e dezembro de 2023, por meio de uma abordagem de caráter quantitativo e qualitativo.

#### **3.1.2 Procedimentos de análise**

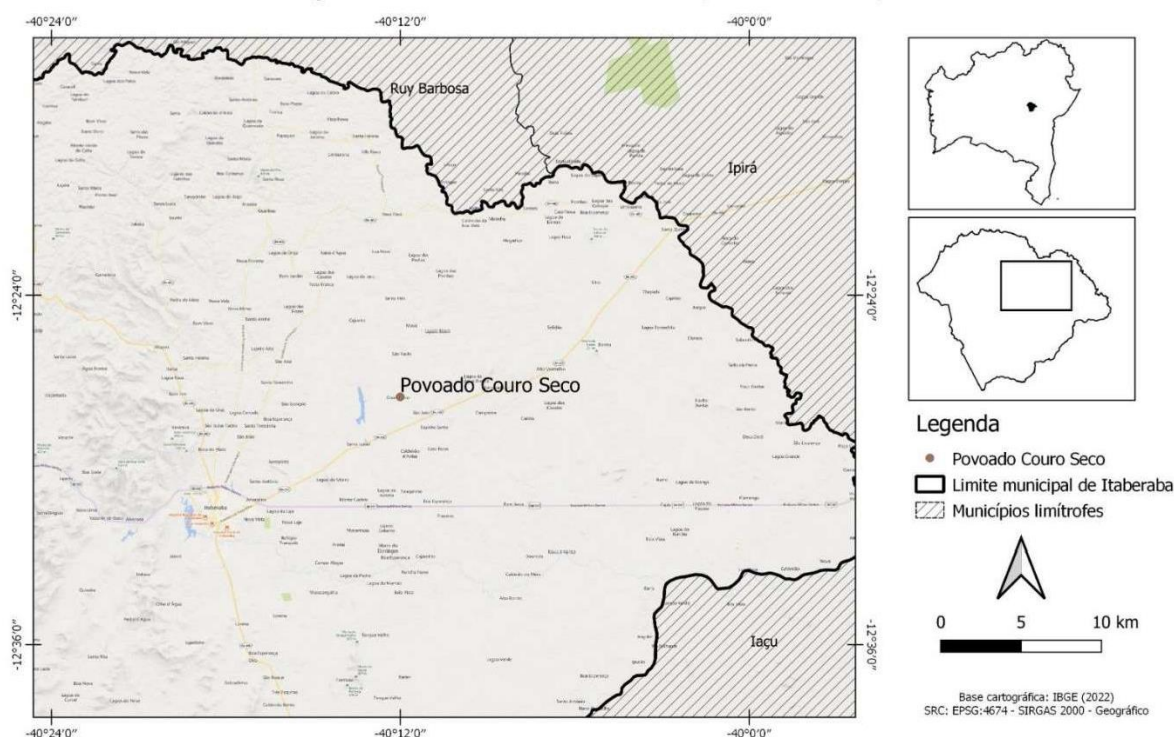
Os dados foram tabulados em planilha de Excel e tratados por estatística descritiva através do *software JAMOVI*, com o propósito de análise dos aspectos organizacionais, de produção e gestão de resíduos dessas casas de farinha.

### **3.2 Determinação das atividades agrícolas na produção de abacaxi no povoado de Couro Seco, Itaberaba - BA**

### 3.2.1 Local do estudo

Os produtores de abacaxi do povoado Couro Seco, no município de Itaberaba, Bahia, foram o foco de um estudo destinado a caracterizar suas atividades agrícolas. Couro Seco, cuja localização é representada na Figura 2, está situado às margens da BA-233, aproximadamente a 15 km do centro da cidade de Itaberaba.

**Figura 3.** Localização do povoado Couro Seco, Itaberaba, Bahia



Fonte: Elaboração própria (2024).

### 3.2.2 Procedimentos de análise

As informações foram levantadas entre novembro e dezembro de 2023, por meio de entrevistas de pesquisa, a partir de questionário (anexo II), com o objetivo de caracterizar a forma de produção agrícola da comunidade. A abordagem adotada foi de caráter quantitativo e qualitativo, proporcionando uma visão abrangente e detalhada de aspectos como organização, produção e tecnologias utilizadas nas práticas agrícolas da região.

Dada a dificuldade de localizar os produtores da comunidade foco do estudo, foi utilizada uma amostragem não probabilística denominada “bola de neve”. Nesse método, cada entrevistado indica ao pesquisador outro integrante do grupo a ser pesquisado, e assim sucessivamente. Esse tipo de amostragem é especialmente útil em comunidades rurais e outros grupos de difícil acesso, permitindo a construção de uma rede de contatos que facilita a coleta de dados.

Os dados coletados foram tabulados em planilhas do Excel e analisados utilizando-se estatística descritiva através do *software* JAMOVI.

### **3.3 Avaliação experimental *in vitro* da ação da manipueira no controle do *Fusarium guttiforme***

Nessa etapa foi realizado um experimento para avaliar o crescimento do diâmetro do micélio do fungo *Fusarium guttiforme* em placas tratadas com manipueira com tempos diferentes e em diferentes concentrações, em relação com tratamentos padrão (controles).

#### **3.3.1 Local do experimento**

Os experimentos *in vitro* para avaliar a ação da manipueira na inibição do crescimento do *Fusarium guttiforme* foram conduzidos com meticulosidade no Laboratório de Pesquisa em Microbiologia (Lapem) da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), localizado em Feira de Santana, Bahia. Este laboratório é reconhecido pela sua expertise em estudos microbiológicos aplicados à agricultura, proporcionando um ambiente ideal para investigações de alto nível científico.

#### **3.3.2 Obtenção do isolado**

O isolado do fungo *Fusarium guttiforme* foi obtido da coleção de culturas do Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, Bahia.

#### **3.3.3 Preparação da manipueira**

A manipueira foi preparada a partir de raízes de mandioca da variedade “Platina”, cedidas por produtores do município de Itaberaba, Bahia. As raízes foram raladas e prensadas em uma casa de farinha no distrito de Maria Quitéria, em Feira de Santana. O líquido extraído foi levado para o Lapem para a realização dos experimentos.

### **3.3.4 Delineamento experimental**

Para avaliar a ação da manipueira sobre o *F. guttiforme in vitro*, foi analisado o crescimento do fungo em placas de Petri contendo meio de cultura BDA (batata dextrose-ágar) com manipueira em concentrações de 25%, 50%, 75% e 100%, além dos controles negativo (água destilada esterilizada) e positivo (fungicida comercial à base de tebuconazol). Devido às variações nas características desse efluente ao longo do tempo, o experimento foi realizado em dias distintos após a produção, permitindo a comparação de seu efeito como defensivo agrícola em diferentes estágios.

### **3.3.5 Análise estatística**

Realizou-se uma análise estatística comparativa do efeito inibitório da manipueira no crescimento do *F. guttiforme* em diferentes concentrações e estágios, a partir das medições do diâmetro do micélio e da porcentagem de inibição do crescimento micelial (PIC), que é determinado pela equação:

$$PIC = 100 \times \frac{Mt - D}{Mt}$$

, em que Mt = Média do diâmetro micelial do tratamento testemunha do experimento e D = Diâmetro micelial observado para cada experimento.

O experimento foi estruturado com rigor estatístico, envolvendo três fatores distintos que correspondem aos diferentes tempos (0h, 24h e 48h) de descanso do efluente, além de seis níveis de tratamento, manipueira com quatro tipos de diluição em água, um controle positivo e um controle negativo. Foram realizadas três repetições para cada condição.

Os dados obtidos foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) (Neter *et al.*, 1990) para determinar a significância das diferenças observadas entre

os tratamentos. Posteriormente, utilizou-se o teste de comparação de médias de *Tukey* de comparações múltiplas para comparar o efeito dos tratamentos.

Esse processo analítico foi conduzido utilizando-se o *software* estatístico **R**. (2018).

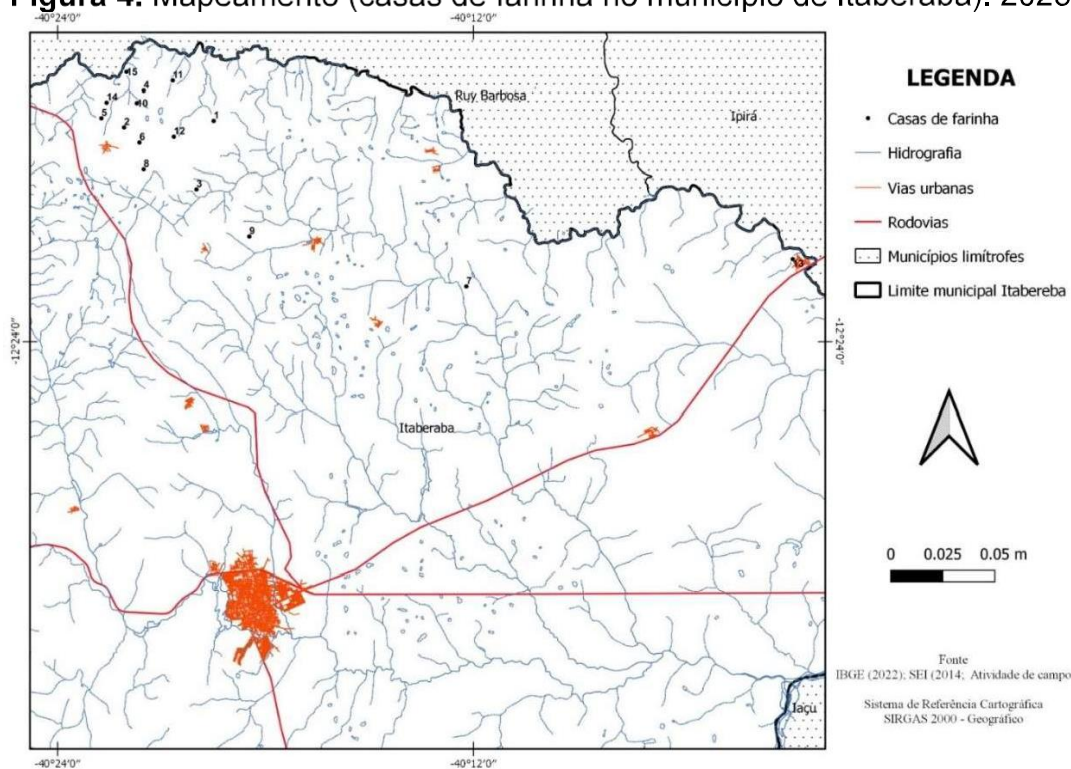
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análises das casas de farinha no município de Itaberaba-BA

No município de Itaberaba, foram identificadas quinze casas de farinha, localizadas nos povoados de Barro Duro, Guaribas, Ipoeira e Santa Quitéria, a maioria delas concentrada no povoado de Barro Duro, que abriga dez dessas unidades. Em seguida, o povoado de Ipoeira conta com três casas de farinha, enquanto Guaribas e Santa Quitéria possuem uma cada.

A Figura 3 ilustra a distribuição dessas casas de farinha no mapa do município de Itaberaba, destacando a concentração do processamento de mandioca na região norte, especificamente entre os povoados de Barro Duro, Ipoeira e Guaribas. Essa concentração regional reflete a importância socioeconômica da mandioca e o papel vital das casas de farinha na sustentação da economia local, como discutido por diversos autores que investigaram a agroindústria da mandioca na região (Matsuura; Folegatti; Sarmiento, 2003; Pedrotti *et al.*, 2015).

**Figura 4.** Mapeamento (casas de farinha no município de Itaberaba). 2023



Fonte: Elaboração própria (2023).

Essa região é tradicionalmente conhecida pela mandiocultura, atividade que continua sendo praticada mesmo com a crescente expansão da produção de abacaxi no município. Entre as quinze casas de farinha identificadas, quatro são organizações comunitárias: a Casa de Farinha Comunitária de Barro Duro (Figura 4), a Casa de Farinha Comunitária de Ipoeira, a Casa de Farinha Comunitária do Povoado de Guaribas e a Casa de Farinha Comunitária de Santa Quitéria.

**Figura 5.** Casa de farinha comunitária do Barro Duro, Itaberaba, Bahia



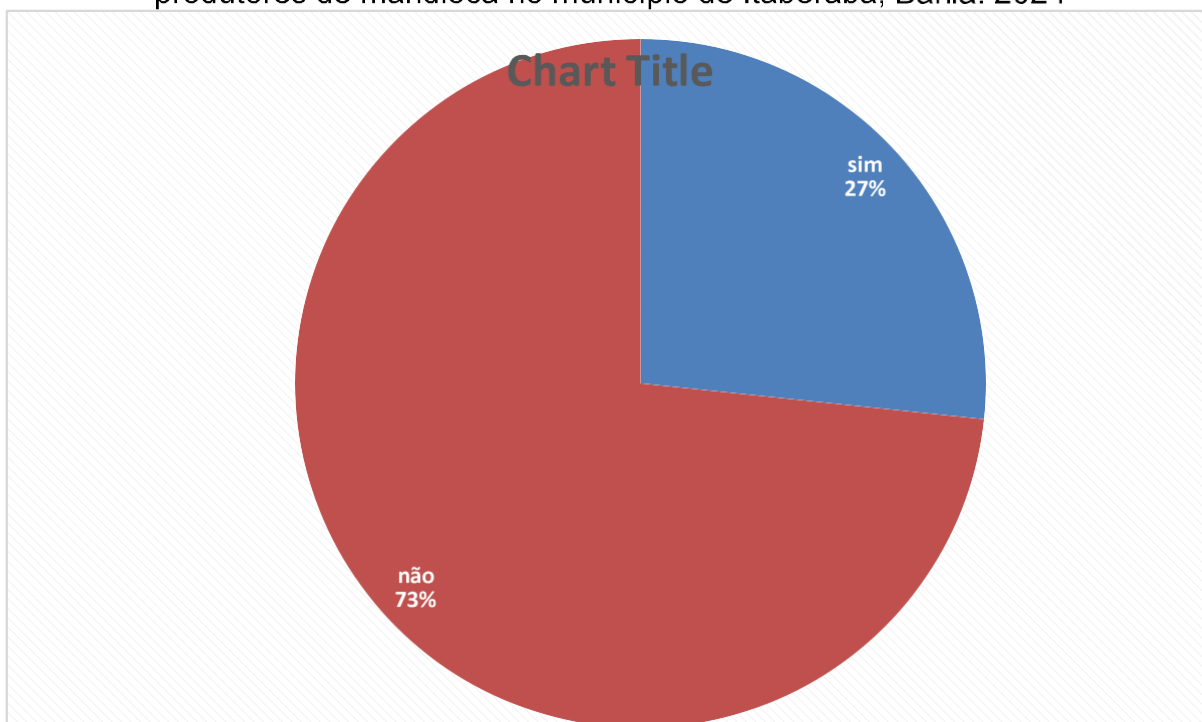
Fonte: Elaboração própria (2023).

Nessas unidades, os membros das comunidades utilizam as instalações de forma coletiva para o processamento da mandioca, o que reforça a importância do cooperativismo e da economia solidária na região (Matsuura; Folegatti; Sarmiento, 2003).

As demais casas de farinha pertencem a proprietários individuais, isto é, microempreendedores individuais, o que indica a coexistência de diferentes modelos de organização econômica no setor. O processamento da mandioca é a principal fonte de renda para 73% das pessoas envolvidas nessas atividades, conforme ilustrado no Gráfico 2. Isso evidencia a importância dessas estruturas para a

sobrevivência e o bem-estar socioeconômico dos membros das comunidades locais (Miranda, 2021; Santos *et al.*, 2020).

**Gráfico 2.** O processamento da mandioca como principal fonte de renda entre os produtores de mandioca no município de Itaberaba, Bahia. 2024



Fonte: Elaboração própria (2023).

As casas de farinha no município de Itaberaba são predominantemente de pequeno porte, como mostrado na Figura 5, uma instalação de propriedade particular, localizada no povoado de Barro Duro. Elas operam com sistemas de funcionamento manual ou semiautomático, todavia, essas estruturas são essenciais para a produção de farinha de mandioca, um dos principais produtos alimentares da região. Entre elas, destaca-se a Associação Comunitária de Guaribas, que, diferentemente das demais, possui um sistema automatizado de processamento, o que reflete um avanço tecnológico significativo em comparação com as outras unidades (Lima; Araújo; Barbosa, 2013).

**Figura 6.** Processamento de mandioca em casa de farinha de propriedade particular no povoado de Barro Duro, Itaberaba, Bahia



Fonte: Elaboração própria (2023).

A quantidade de mandioca processada por cada casa de farinha apresenta valor mediano de 220 kg por semana, com distribuição variável da capacidade produtiva das diferentes unidades, influenciada tanto pelo nível de automação quanto pela disponibilidade de mão de obra e recursos locais. Segundo Oliveira, Silva e Nascimento (2016), esse volume de produção é um indicativo da importância dessas casas de farinha para a economia local, fornecendo sustento para muitas famílias na região.

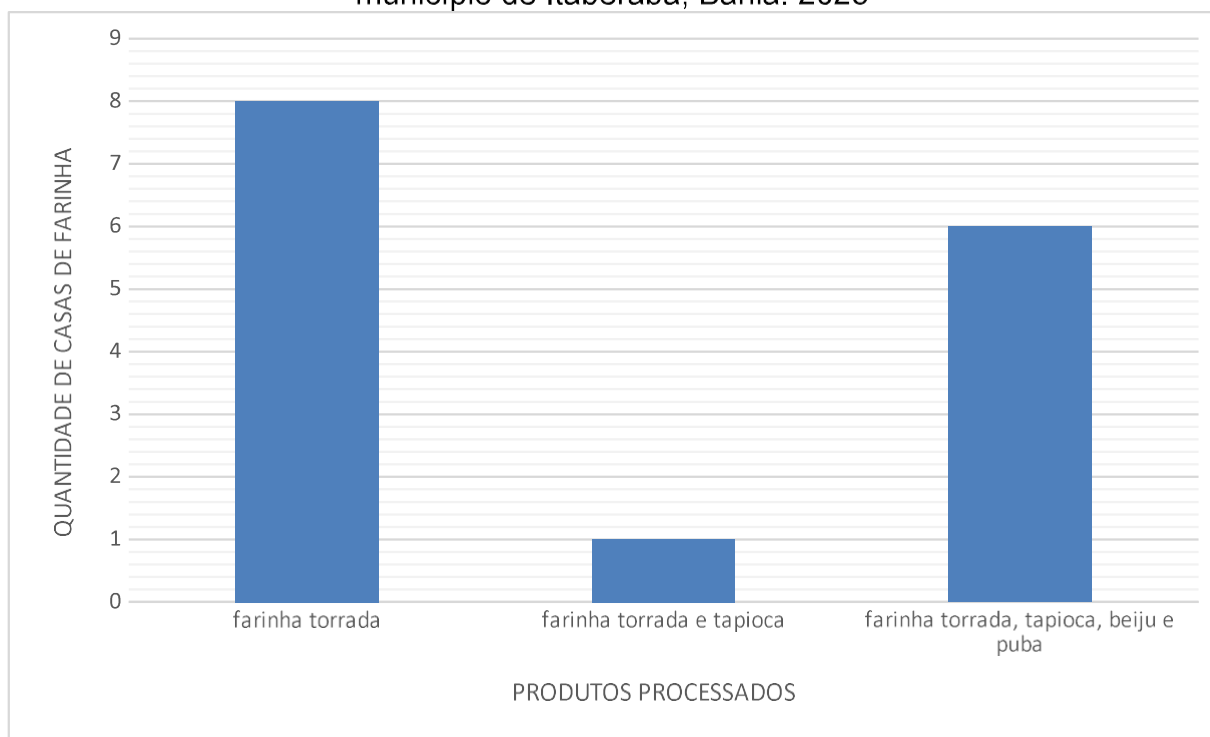
A principal variedade de mandioca processada nas casas de farinha do município de Itaberaba é a *Platina*, conhecida por sua alta produtividade e

resistência a pragas. Além desta, a variedade *Salangor* também é utilizada por dois dos produtores entrevistados, destacando-se como uma alternativa, embora menos comum, dentro da região.

Entre os produtos derivados do processamento da mandioca, a farinha torrada é a mais predominante, sendo produzida em todas as casas de farinha, no entanto, algumas dessas unidades diversificam sua produção, oferecendo também tapioca, beiju e puba. Esses produtos atendem tanto ao mercado local quanto ao autoconsumo, sendo essenciais para a subsistência das famílias envolvidas e para a economia regional (Santos; Oliveira; Menezes, 2020).

A distribuição da produção desses derivados está representada no Gráfico 3, evidenciando a importância da diversificação na agregação de valor à mandioca processada.

**Gráfico 3.** Produtos das casas de farinha no município de Itaberaba – BA no município de Itaberaba, Bahia. 2023



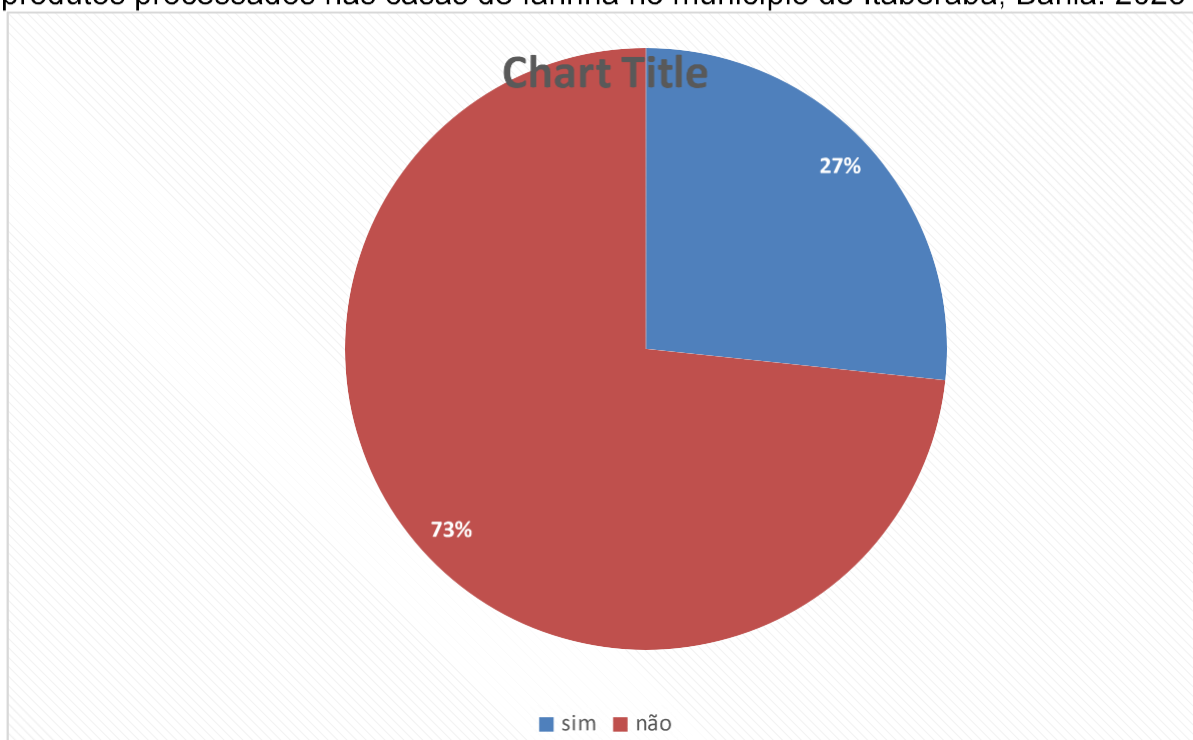
Fonte: Elaboração própria (2023).

A comercialização dos produtos derivados da mandioca, como farinha, tapioca e beiju, ocorre predominantemente em âmbito local e regional, todavia, a maior parte dos produtores, cerca de 73%, opta por vender diretamente em feiras

livres, evitando a intervenção de intermediários, o que lhes permite maior controle sobre os preços e uma melhor margem de lucro (Carvalho; Santos, 2019). Essa prática de venda direta é comum em regiões de agricultura familiar, onde os produtores buscam fortalecer a economia local e manter uma relação próxima com os consumidores (Silva *et al.*, 2020).

O Gráfico 4 ilustra a distribuição percentual dos métodos de comercialização adotados pelos produtores entrevistados, entre os que possuem intermediários para comercialização ou não.

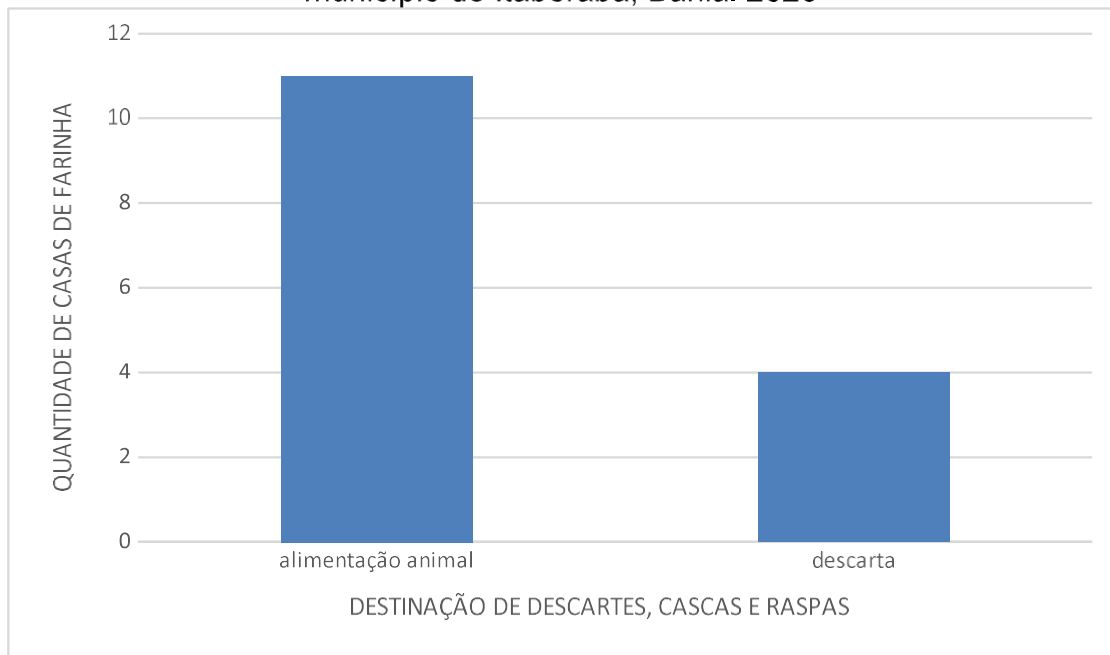
**Gráfico 4.** Utilização de intermediários para a comercialização dos produtos processados nas casas de farinha no município de Itaberaba, Bahia. 2023



Fonte: Elaboração própria (2023).

No que tange à gestão dos resíduos gerados durante o processamento da mandioca, observa-se que a maioria dos produtores, aproximadamente 73,3%, destina os resíduos sólidos à alimentação de animais de criação, incluindo gado, carneiros, galinhas e porcos, conforme ilustrado no Gráfico 5. Essa prática evidencia um esforço crescente em adotar soluções sustentáveis, promovendo o aproveitamento integral dos subprodutos do processo produtivo.

**Gráfico 5.** Destinação dos resíduos sólidos das casas de farinha no município de Itaberaba, Bahia. 2023



Fonte: Elaboração própria (2023).

Mas, em comparação com outras regiões agrícolas, onde o descarte inadequado de resíduos é comum, as práticas adotadas pelos produtores de mandioca em Itaberaba demonstram um avanço significativo na gestão sustentável dos recursos.

Além de contribuir para a sustentabilidade, a reutilização dos resíduos sólidos como alimentação animal também gera uma economia significativa para os produtores, reduzindo os custos com rações comerciais e diminuindo a pressão sobre os recursos naturais locais, conforme demonstrado em estudos recentes sobre economia circular na agricultura (Martins; Almeida, 2020).

Apesar dos avanços, ainda existem desafios na gestão eficiente dos resíduos líquidos, como a manipueira, que em alguns casos é descartada sem tratamento adequado, representando um risco ambiental. No entanto, com a introdução de tecnologias apropriadas e programas de capacitação, há um grande potencial para transformar esses resíduos em recursos valiosos, como biofertilizantes, promovendo uma agricultura ainda mais sustentável (Silva *et al.*, 2021).

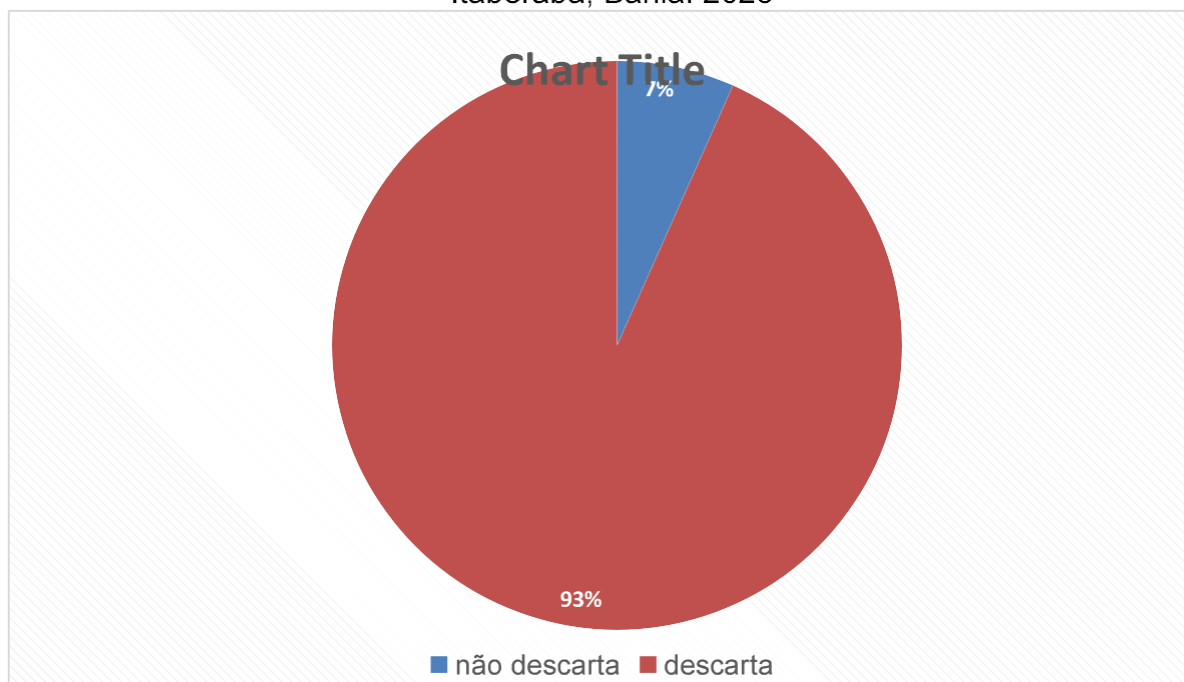
Nessa perspectiva, iniciativas como o Programa Nacional de Agricultura Familiar (PRONAF) têm incentivado a adoção de práticas sustentáveis na região,

oferecendo suporte técnico e financeiro para que os produtores possam implementar soluções mais eficientes e ecológicas em suas operações (BRASIL, 2020).

O uso de resíduos agroindustriais como fonte de alimentação animal não só reduz o desperdício, mas também contribui para a redução dos custos de produção, reforçando a viabilidade econômica das pequenas propriedades rurais (Almeida; Pereira; Oliveira, 2017).

O resíduo líquido gerado durante o processamento da mandioca, conhecido como manipueira, também denominado por alguns membros das comunidades como “água da mandioca”, é predominantemente descartado no meio ambiente. De acordo com os dados levantados, esse descarte ocorre em pelo menos 93% das casas de farinha pesquisadas (Gráfico 6).

**Gráfico 6.** Descarte da manipueira das casas de farinha no município de Itaberaba, Bahia. 2023



Fonte: Elaboração própria (2023).

Esse comportamento reflete uma prática comum, mas ambientalmente preocupante, uma vez que a manipueira contém cianeto, uma substância tóxica que pode causar sérios impactos ambientais e à saúde pública se não for tratada adequadamente (Corrêa; Garcia, 2017). A falta de tratamento adequado da manipueira destaca a necessidade urgente de políticas e práticas mais sustentáveis para a gestão de resíduos na produção de mandioca (Sousa; Silva; Santos, 2015).

A Figura 6 demonstra formas habituais de descartes da manipueira nas casas de farinha pesquisadas.

**Figura 7.** Descarte da manipueira em casa de farinha no município de Itaberaba, Bahia. 2023



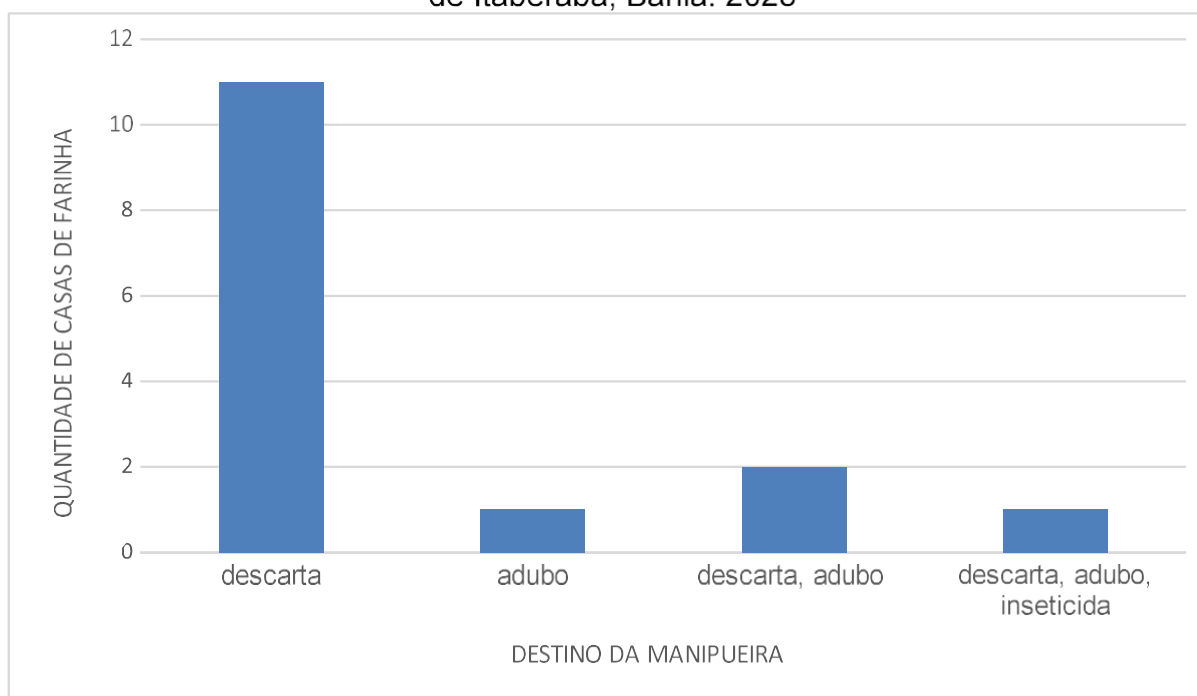
Fonte: Elaboração própria (2023).

Em alguns casos, conforme ilustrado no Gráfico 7, há tentativas de reaproveitamento da manipueira, baseadas em observações empíricas dos produtores. Esses experimentos incluem o uso da manipueira como adubo em

bananeiras e hortas, além de sua aplicação como inseticida para o controle de formigas.

De acordo com os relatos dos entrevistados, essas práticas apresentaram resultados positivos. Essas iniciativas são consistentes com estudos que sugerem o potencial da manipueira para o controle biológico de pragas e como fertilizante orgânico, apesar de ainda serem necessárias mais pesquisas para otimizar sua aplicação e minimizar possíveis efeitos adversos (Santos *et al.*, 2018; Freitas; Santos; Miranda, 2020).

**Gráfico 7.** Destinação da manipueira nas casas de farinha no município de Itaberaba, Bahia. 2023



Fonte: Elaboração própria (2023).

A manipueira gerada nas casas de farinha é frequentemente descartada no meio ambiente sem qualquer tipo de tratamento, o que representa um risco significativo para os agroecossistemas locais. Esse resíduo, conhecido por sua alta carga orgânica e concentração de elementos químicos potencialmente prejudiciais, pode contaminar o solo e os corpos d'água próximos, gerando impactos negativos tanto para a saúde ambiental quanto para a qualidade de vida das comunidades envolvidas (Santos *et al.*, 2018; Serra *et al.*, 2016).

Apesar disso, há algum interesse entre os produtores em aproveitar os resíduos gerados durante o processamento da mandioca. A maioria utiliza os resíduos sólidos como alimentação animal, e existem experiências pontuais com o reaproveitamento da manipueira, baseadas em observações empíricas. No entanto, a falta de conhecimento técnico sobre os riscos associados ao manejo inadequado desse resíduo, bem como sobre os possíveis benefícios de sua utilização controlada, faz com que a manipueira seja geralmente descartada, mesmo havendo demandas e oportunidades para seu uso dentro das próprias comunidades (Freitas; Santos; Miranda, 2020; Silva *et al.*, 2021).

#### **4.2 Determinação das atividades agrícolas de produtores de abacaxi no povoado de Couro Seco, Itaberaba - BA**

A produção de abacaxi no povoado de Couro Seco é um exemplo claro da predominância da agricultura familiar na região. Esse tipo de produção é realizado em pequenas áreas de cultivo, refletindo o perfil econômico das famílias locais, que dependem diretamente da terra para seu sustento. A maioria dessas terras é arrendada, o que ressalta a realidade econômica dos agricultores, que muitas vezes enfrentam limitações no acesso à terra própria.

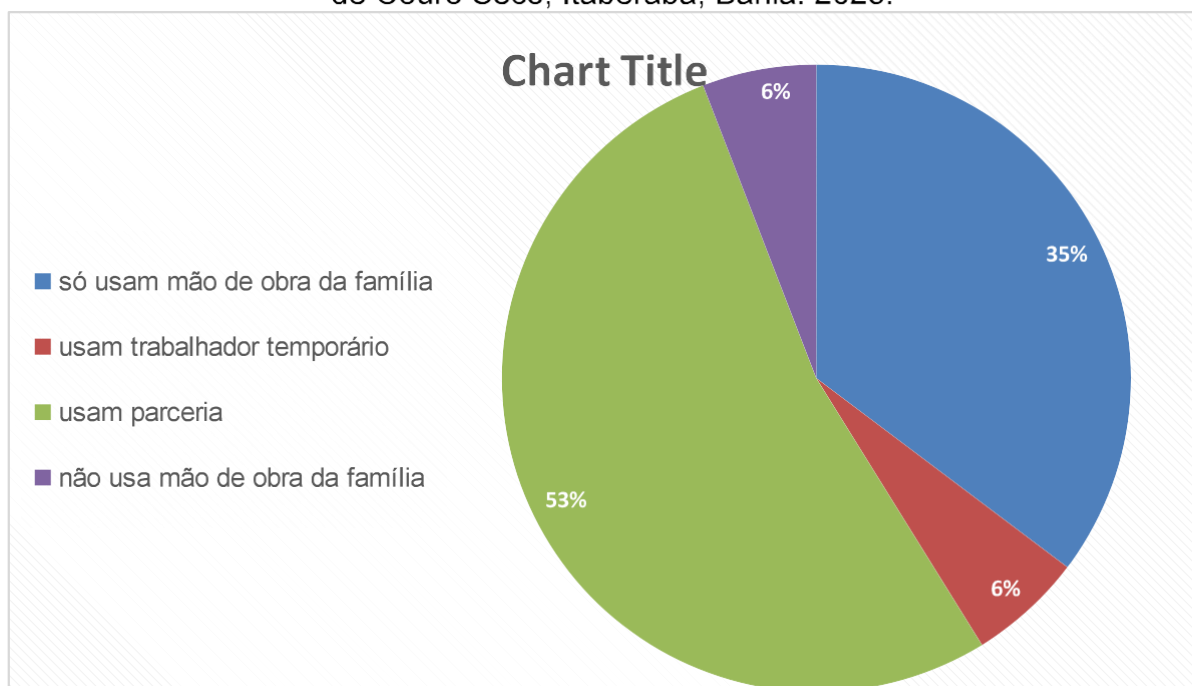
De acordo com os dados coletados na pesquisa realizada com os produtores locais, 94,1% dos entrevistados relataram que as atividades agrícolas são conduzidas principalmente pelo núcleo familiar, sem a contratação de mão de obra externa regular. Esse aspecto sublinha a importância do trabalho familiar na manutenção e viabilidade das atividades agrícolas, sendo a produção de abacaxi a principal fonte de renda para essas famílias. A cultura do abacaxi, portanto, não só sustenta economicamente essas famílias, mas também fortalece os laços comunitários e a tradição agrícola da região.

Além disso, o cultivo de abacaxi em Couro Seco é vital para a economia local, contribuindo para a diversificação agrícola e a segurança alimentar. No entanto, o modelo de arrendamento de terras, predominante na região, pode apresentar desafios, como a insegurança quanto à posse da terra e as limitações no investimento de longo prazo em melhorias agrícolas.

Apesar desses desafios, os produtores têm mostrado resiliência e adaptação, mantendo a produção ativa e garantindo a subsistência das famílias envolvidas. Esse cenário aponta para a necessidade de políticas públicas que apoiem e fortaleçam a agricultura familiar, oferecendo mais segurança no acesso à terra e promovendo práticas agrícolas sustentáveis que possam aumentar a produtividade e garantir a continuidade dessas atividades no longo prazo.

Embora a maior parte do trabalho seja realizada pelos membros da família, em alguns casos, há a contratação de mão de obra adicional, como trabalhadores temporários ou por meio de parcerias agrícolas. O Gráfico 8 apresenta uma visão detalhada do uso da mão de obra pelos entrevistados, confirmando a predominância do trabalho familiar na produção (Inácio; Silva; Freitas, 2019; Trani; Trani, 2011).

**Gráfico 8.** Mão de obra utilizada nas atividades da produção de abacaxi no povoado de Couro Seco, Itaberaba, Bahia. 2023.



Fonte: Elaboração própria (2023).

A área destinada à produção de abacaxi por unidade produtiva dos agricultores entrevistados apresenta um valor mediano de 4,0 hectares. Entre os produtores pesquisados, 82,4% dependem, ao menos em parte, de terras arrendadas para suas atividades agrícolas. A porcentagem mediana das terras

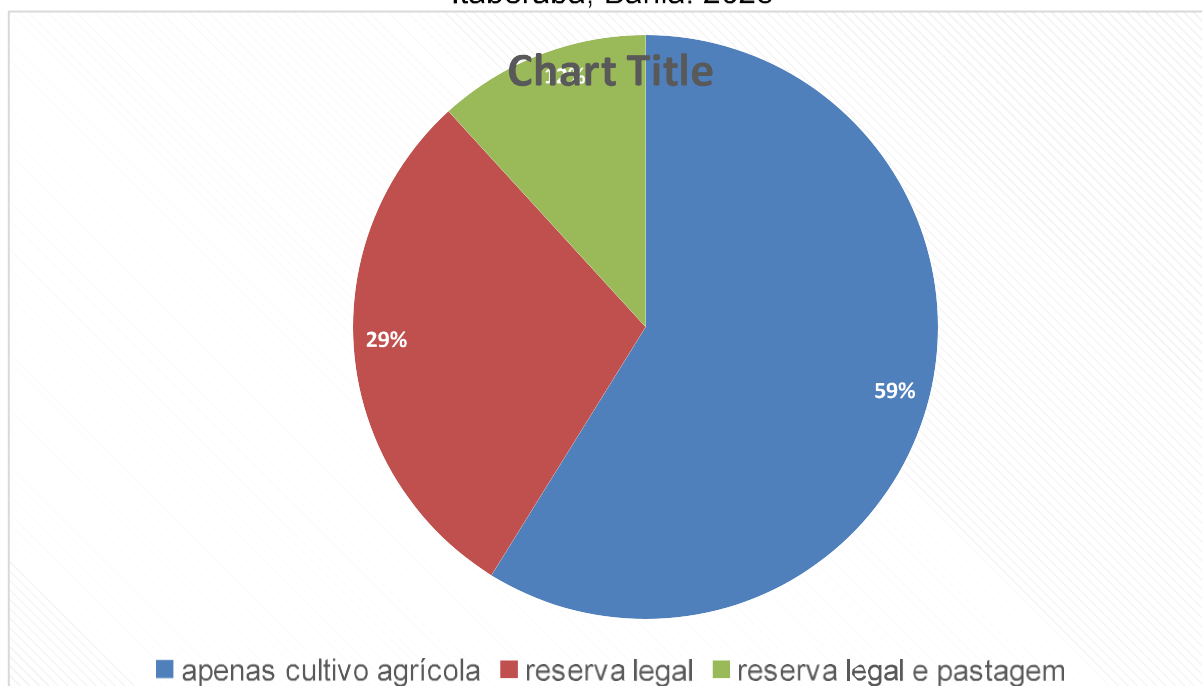
arrendadas é de 64,3%, o que evidencia a relevância dessa prática entre os agricultores da região.

O arrendamento de terras se destaca como uma estratégia crucial para viabilizar a produção em pequena escala, permitindo que famílias sem acesso a propriedades próprias mantenham suas atividades produtivas e sustentem suas economias locais (Lopes *et al.*, 2017; Cunha; Ferreira; Soares, 2019).

Esses dados também sugerem a necessidade de considerar o arrendamento como um fator central no planejamento de políticas agrícolas, uma vez que ele desempenha um papel vital na sustentabilidade da agricultura familiar na região. A dependência de terras arrendadas, enquanto solução viável, pode também limitar os investimentos a longo prazo em melhorias e tecnologias agrícolas, ressaltando a importância de iniciativas que garantam maior segurança e suporte aos agricultores que operam sob esse modelo.

No que diz respeito ao uso da terra, 29% dos agricultores destinam a totalidade de suas áreas exclusivamente para atividades agrícolas, mas, em contrapartida, 59% mantêm alguma parcela de suas propriedades como reserva legal, e 12% combinam reserva legal com pastagem, e esses dados estão ilustrados no Gráfico 9.

**Gráfico 9.** Uso da terra por produtores de abacaxi no povoado de Couro Seco, Itaberaba, Bahia. 2023



Fonte: Elaboração própria (2023).

A prática de manter áreas de reserva legal é essencial para o cumprimento das normas ambientais e para a conservação dos recursos naturais (Almeida; Castro; Melo, 2020; Santos *et al.*, 2018). A Imagem 7 é uma demonstração de uma área no povoado, em que grande parte da sua totalidade é usada para o cultivo do abacaxi, mas ainda assim, existe uma parte de reserva legal.

**Figura 8.** Plantação de abacaxi em unidade produtora no povoado de Couro Seco, Itaberaba, Bahia. 2023



Fonte: Elaboração própria (2023).

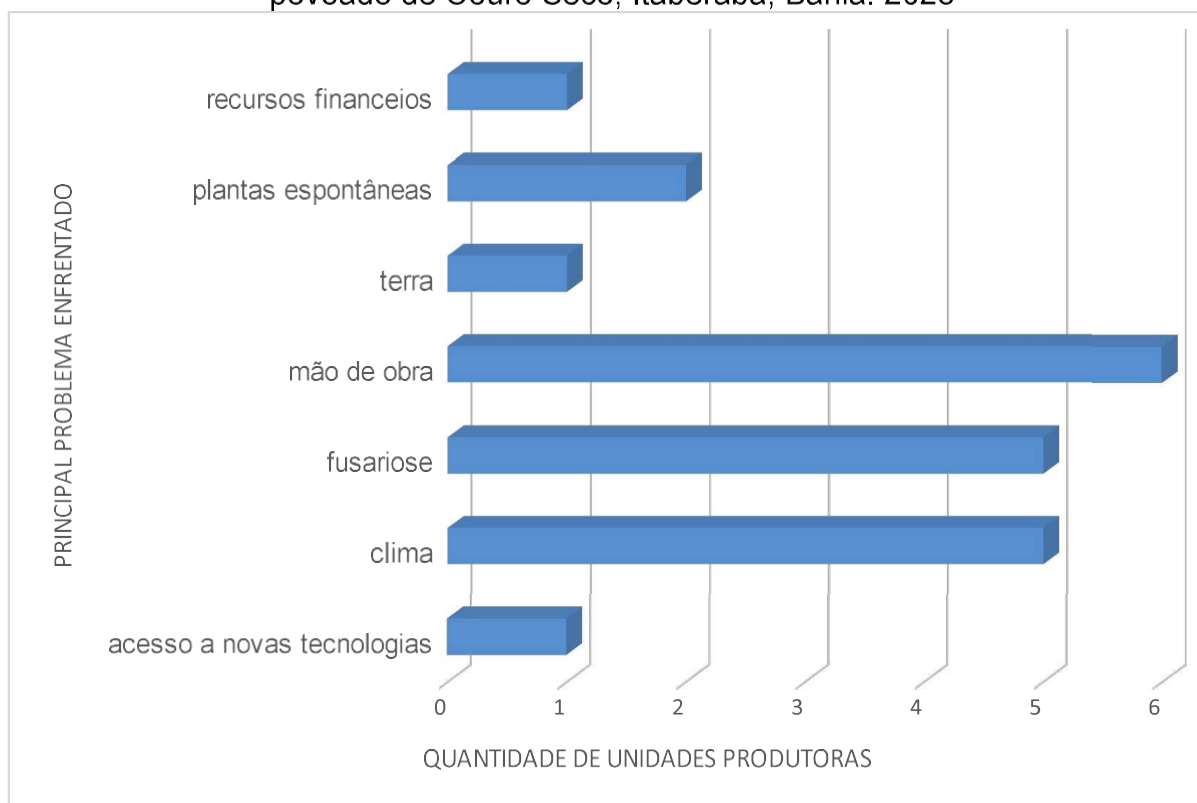
A maioria dos produtores, cerca de 71%, não adota práticas voltadas à promoção da biodiversidade em suas propriedades. Apenas 18% dos entrevistados utilizam a técnica de descanso da terra a cada ciclo de cultivo, enquanto 12% optam pela rotação de culturas como forma de manejo sustentável.

Todos os produtores entrevistados têm o abacaxi como sua única atividade agrícola, e 88% deles comercializam sua produção por meio da Cooperativa dos Produtores de Abacaxi de Itaberaba (COOPAITA), o que demonstra

uma forte dependência da cooperativa para a viabilização econômica de suas atividades.

Quando questionados sobre os principais desafios enfrentados na produção de abacaxi, as respostas variaram, refletindo uma diversidade de problemas que impactam a produtividade e a rentabilidade dos agricultores, conforme ilustrado no Gráfico 10.

**Gráfico 10.** Principais problemas enfrentados pelos produtores de abacaxi no povoado de Couro Seco, Itaberaba, Bahia. 2023



Fonte: Elaboração própria (2023).

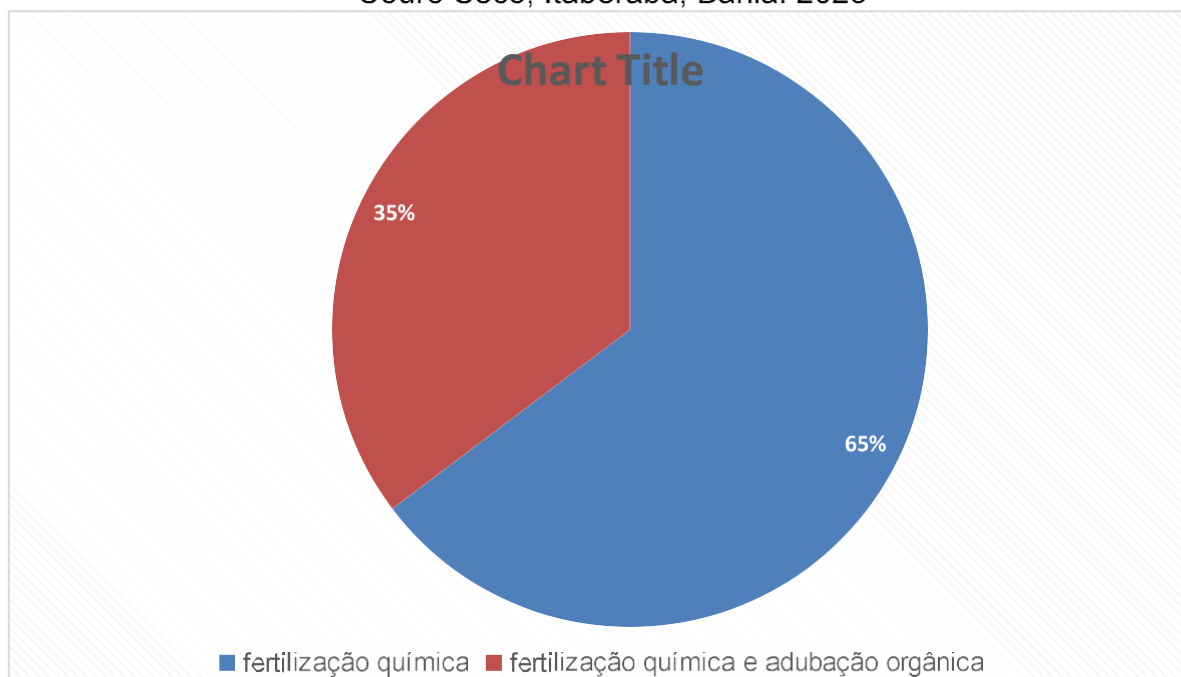
De acordo com as respostas obtidas dos produtores de abacaxi no povoado de Couro Seco, os principais desafios enfrentados são a disponibilidade de mão de obra, a fusariose e as condições climáticas adversas. Embora muitos produtores não tenham destacado a fusariose como o maior problema atualmente, pois a consideram controlada no momento, existe um consenso sobre a necessidade de manutenção de vigilância rigorosa. Episódios anteriores em que a fusariose causou perdas significativas na produção reforçam a importância de

cuidados contínuos, conforme relatado por Reis, Ferreira e Costa (2018) e por Silva e colaboradores (2021).

Durante o período da pesquisa, entre novembro e dezembro de 2023, a região estava passando por uma prolongada estiagem. Embora o abacaxi seja uma cultura relativamente resistente à baixa umidade, a seca persistente representava uma ameaça real à produção, explicando a elevada frequência com que o clima foi citado como um fator crítico pelos produtores (Costa; Silva; Almeida, 2019).

No que se refere ao uso de tecnologias para o cultivo do abacaxi, os produtores entrevistados apresentaram práticas homogêneas. Todos utilizam métodos convencionais na preparação do solo, como arado e gradagem, e aplicam fertilização química. No entanto, apenas uma minoria complementa essa prática com adubação orgânica, utilizando esterco animal para melhorar a qualidade do solo, conforme ilustrado no Gráfico 11.

**Gráfico 11.** Formas de adubação do solo para o cultivo de abacaxi no povoado de Couro Seco, Itaberaba, Bahia. 2023



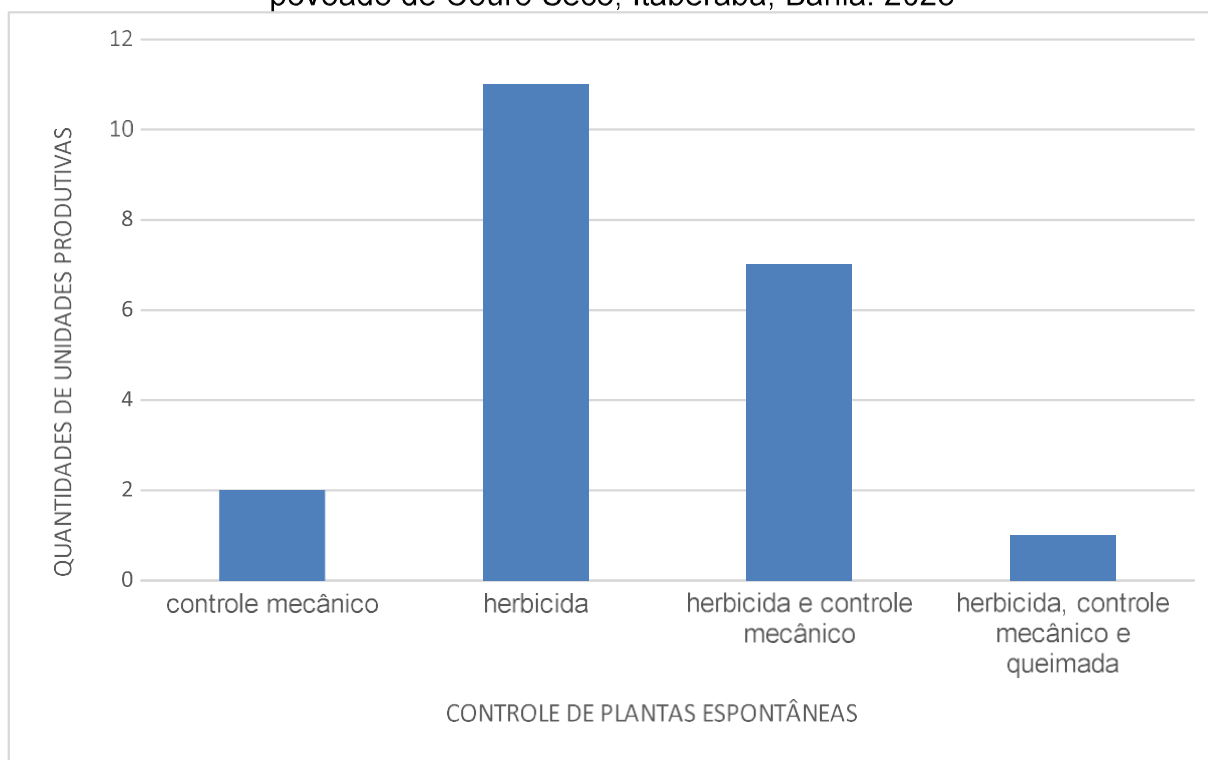
Fonte: Elaboração própria (2023).

O controle de pragas e doenças nas culturas de abacaxi no povoado de Couro Seco é realizado exclusivamente com o uso de defensivos sintéticos, conforme observado em 100% dos casos investigados. Essa prática revela uma significativa dependência desses produtos, com o objetivo primordial de controlar a

fusariose, uma doença que pode causar perdas substanciais na produção (Ferreira; Almeida; Sousa, 2020; Oliveira; Pereira; Costa, 2021).

No que diz respeito ao controle de plantas espontâneas, o uso de herbicidas é predominante, aparecendo em 90% das propriedades pesquisadas. Em alguns casos, essa prática é combinada com métodos mecânicos, como a capina, e, ocasionalmente, com queimadas (conforme ilustrado no Gráfico 12). A combinação de métodos químicos e mecânicos reflete uma abordagem integrada para o manejo das plantas espontâneas, embora o uso de herbicidas continue sendo a técnica mais comum (Santos; Bebé; Gonçalves, 2019; Silva *et al.*, 2022).

**Gráfico 12.** Formas de controle de plantas espontâneas em produção de abacaxi no povoado de Couro Seco, Itaberaba, Bahia. 2023



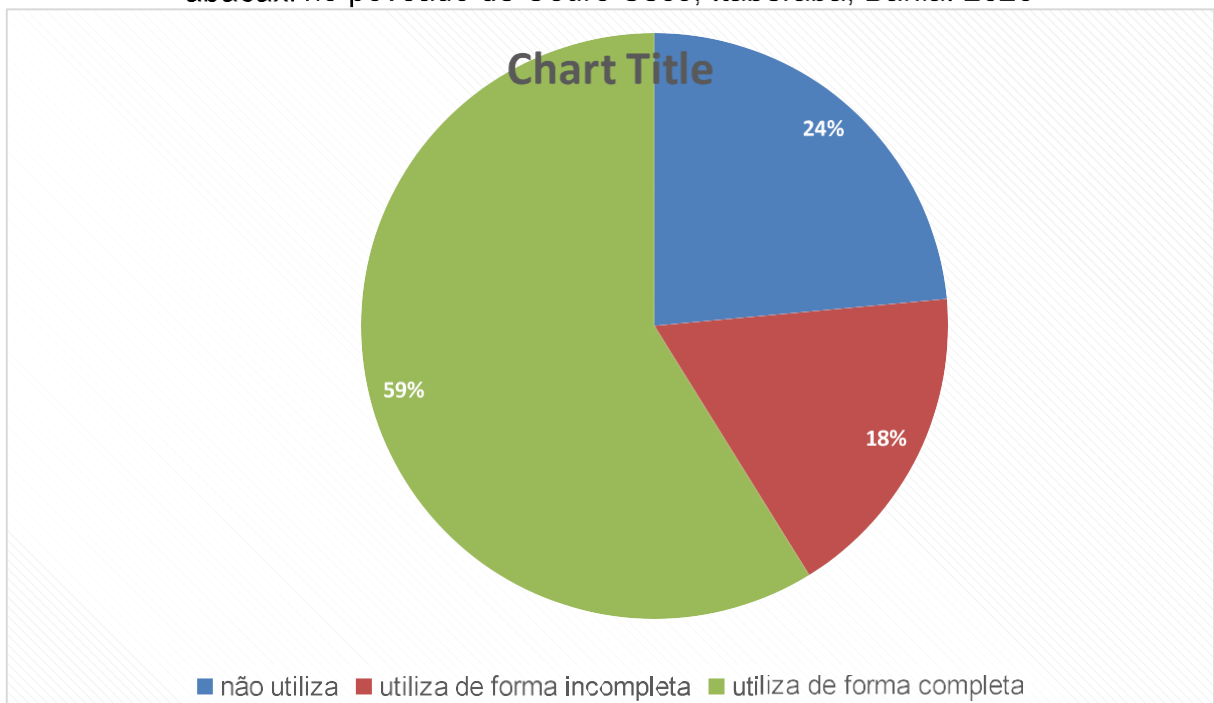
Fonte: Elaboração própria (2023).

Foi investigado como os trabalhadores utilizam defensivos agrícolas sintéticos e herbicidas em relação ao uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e equipamentos de aplicação. A maioria dos produtores, 58,8%, relatou utilizar os EPIs necessários de forma completa, conforme ilustrado no Gráfico 13. Essa prática é crucial para a proteção da saúde dos trabalhadores e para a

conformidade com as normas de segurança estabelecidas para o manejo de produtos químicos (Silva *et al.*, 2021; Pereira; Silveira; Toro, 2019).

Em termos de equipamentos para a aplicação dos insumos, 67% dos produtores utilizam pulverizadores costais automáticos, enquanto 33% optam por pulverizadores costais manuais. O uso de pulverizadores automáticos é geralmente associado a maior eficiência e redução da exposição direta aos produtos químicos, o que contribui para uma aplicação mais segura e uniforme (Almeida; Castro; Melo, 2020; Oliveira *et al.*, 2022).

**Gráfico 13.** USO de EPIs na ação de insumos sintéticos pelos trabalhadores com abacaxi no povoado de Couro Seco, Itaberaba, Bahia. 2023



Fonte: Elaboração própria (2023).

A aquisição das mudas para o plantio de abacaxi em Couro Seco ocorre predominantemente através de balcão próprio, com 82% das propriedades adotando essa prática. Em 12% dos casos, as mudas são adquiridas externamente, e 6% utilizam ambas as formas.

Os resultados da pesquisa indicam que, embora os agricultores familiares de pequeno porte no povoado empreguem técnicas tradicionais de cultivo, a produção de abacaxi ainda segue práticas influenciadas pela revolução verde. Isso inclui uma dependência significativa de insumos como mecanização agrícola,

fertilização química, herbicidas e defensivos sintéticos (Silva *et al.*, 2021; Garcia; Fernandes; Castro, 2018).

Não se observa consorciamento com outras culturas ou áreas florestais, exceto por pequenas reservas florestais que não estão integradas com a plantação de abacaxi. Segundo Altieri (1995), a ausência de rotação de culturas pode levar a desequilíbrios na população de artrópodes e microrganismos patogênicos, resultando em alta incidência de pragas e doenças, além de um aumento no uso de inseticidas e fungicidas. Essa prática intensiva pode, portanto, agravar problemas ambientais e de saúde do solo (Altieri, 1995).

A mecanização agrícola, embora aumente a eficiência produtiva, tem levado à compactação do solo, o que diminui o tamanho dos poros e altera as características físicas, químicas e biológicas do terreno. Como resultado, há uma dificuldade na infiltração de água e oxigênio, afetando negativamente o desenvolvimento de microrganismos essenciais para a saúde do solo e, conseqüentemente, para o crescimento das plantas (Keller; Keller; Lima, 2019; Ribeiro; Pimenta; Almeida, 2020).

A inserção frequente de fertilizantes químicos pode proporcionar poluição dos agroecossistemas da região: solo, água e ar. Conforme concluíram Pedrotti e colaboradores (2015), Figueirêdo (2005) e Wanderley (2009), a adição indiscriminada e excessiva de compostos como cloreto de potássio, nitrato de amônia e formulações comerciais pode induzir a um incremento da pressão osmótica na solução do solo, prejudicando o desenvolvimento de plantas muito jovens.

Além disso, o uso contínuo e excessivo de compostos químicos, como fertilizantes e defensivos agrícolas, pode provocar contaminação dos rios e do lençol freático. Estudos indicam que a adubação nitrogenada, em particular, pode levar a um aumento na emissão de óxido nítrico, um gás com alto potencial de efeito estufa que contribui significativamente para as mudanças climáticas (Silva; Almeida; Lima, 2018; Ferraz; Moraes; Soares, 2020).

Embora a fusariose e outras pragas estejam aparentemente controladas, isso se dá a um alto custo, decorrente do uso intensivo e incondicional de agrotóxicos. Esse padrão de uso intensivo de produtos químicos levanta preocupações sobre a dependência desses insumos e os potenciais riscos para os

agroecossistemas e para a saúde das comunidades envolvidas (Martins; Almeida, 2020; Costa; Silva; Ferreira, 2021). A dependência de defensivos químicos pode resultar em efeitos adversos tanto para o ambiente quanto para a saúde humana, destacando-se a necessidade urgente de explorar alternativas mais sustentáveis e menos prejudiciais (Barros *et al.*, 2022).

### 4.3 Avaliação experimental da ação da manipueira no controle do *Fusarium guttiforme in vitro*

As Tabelas 1 e 2 apresentam os resultados obtidos para o diâmetro médio do crescimento do *Fusarium guttiforme* e para o potencial inibitório de controle (PIC), respectivamente, após o isolado do fungo ser submetido ao crescimento em meio contendo diferentes concentrações de manipueira em momentos de maturação distintas, bem como em meio tratado com fungicida químico à base de tebuconazol e em meio controle (testemunha).

**Tabela 1.** Diâmetro micelial do *F. guttiforme* em resposta ao emprego de diferentes concentrações de manipueira em maturações distintas, testemunha e fungicida tebuconazol. 2024

Experimento	Diâmetro micelial (cm)
testemunha - 0h	8,09
testemunha - 24h	7,54
testemunha - 48h	8,47
fungicida - 0h	1,87
fungicida - 24h	1,02
fungicida - 48h	0,73
manipueira (25%) - 0h	1,06
manipueira (25%) - 24h	1,22
manipueira (25%) - 48h	1,16
manipueira (50%) - 0h	0,97
manipueira (50%) - 24h	3,30
manipueira (50%) - 48h	2,43
manipueira (75%) - 0h	0,95
manipueira (75%) - 24h	2,86
manipueira (75%) - 48h	0,84
manipueira (100%) - 0h	1,23
manipueira (100%) - 24h	1,57

manipueira (100%) - 48h	2,51
----------------------------	------

Fonte: Elaboração própria (2024).

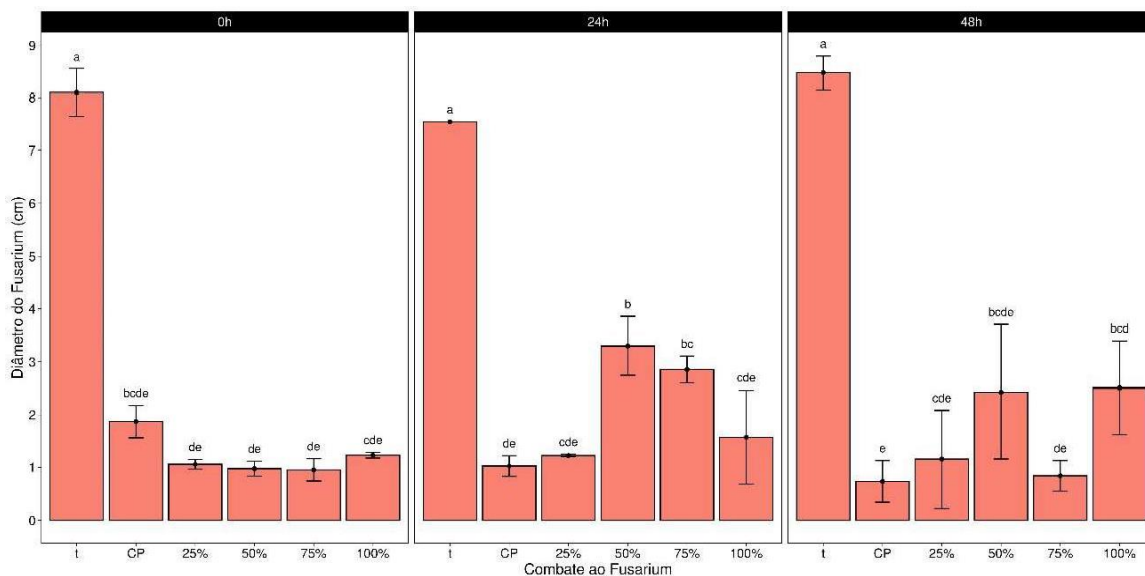
**Tabela 2.** Potencial de Inibição de Crescimento (PIC) do *F. guttiforme* em resposta ao emprego de diferentes concentrações de manipueira em maturações distintas e fungicida tebuconazol. 2024

Experimento	PIC (%)
fungicida - 0h	76,85
fungicida - 24h	86,43
fungicida - 48h	91,38
manipueira (25%) - 0h	86,94
manipueira (25%) - 24h	83,78
manipueira (25%) - 48h	86,34
manipueira (50%) - 0h	87,97
manipueira (50%) - 24h	56,23
manipueira (50%) - 48h	71,30
manipueira (75%) - 0h	88,26
manipueira (75%) - 24h	62,11
manipueira (75%) - 48h	90,12
manipueira (100%) - 0h	84,80
manipueira (100%) - 24h	79,13
manipueira (100%) - 48h	70,35

Fonte: Elaboração própria (2024).

O teste ANOVA revelou uma diferença estatisticamente significativa nos valores do diâmetro micelial. Os resultados dos testes de *Tukey*, sintetizados no gráfico 14, indicam que essas diferenças ocorrem entre o grupo controle e todos os tratamentos com fungicidas sintéticos e manipueira.

**Gráfico 14.** Diâmetro do *F. guttiforme* (cm) em cada tratamento: testemunha (t), controle positivo (CP) e manipueira (25%, 50%, 75% e 100%) em tempos de maturação distintos (0h, 24h e 48h). 2024



Fonte: Elaboração própria.

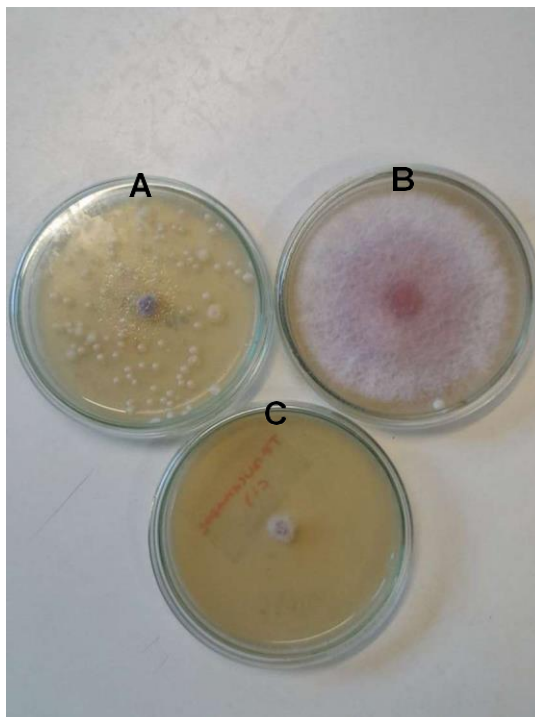
Especificamente, a manipueira demonstrou uma inibição significativa do crescimento do *Fusarium guttiforme in vitro*, comparável à observada com o fungicida sintético à base de tebuconazol. Os resultados demonstram, de forma comparativa, a inibição proporcionada pelos diferentes tratamentos e condições no controle do crescimento do *F. guttiforme*

O uso de tebuconazol, um fungicida amplamente estudado contra várias espécies de *fusarium*, revelou um impacto significativo na inibição do crescimento do patógeno (Silva *et al.*, 2019).

A manipueira apresentou eficácia no controle do fungo nas diversas concentrações estudadas, sendo semelhante ao controle positivo (tebucanazol). Isso sugere que esse resíduo possui um potencial no biocontrole antifúngico, ainda não plenamente explorado, para sua aplicação como alternativa sustentável no controle de doenças desse tipo (Oliveira; Pereira; Costa, 2021; Pereira *et al.*, 2022).

A Figura 9 ilustra o crescimento do isolado em placas de Petri após sete dias para cada tipo de tratamento: A) manipueira (75%), B) controle e C) fungicida tebuconazol.

**Figura 9.** *Fusarium guttiforme* após sete dias em A: manipueira (75%), B: testemunha, C: fungicida tebuconazol. 2024



Fonte: Elaboração própria (2024).

Os resultados sugerem que a manipueira possui um potencial significativo para o controle da fusariose do abacaxi no semiárido baiano, como no município de Itaberaba. A manipueira, sendo um resíduo amplamente disponível na região, representa uma alternativa viável aos agrotóxicos tradicionalmente utilizados.

Essa opção não apenas aproveita um resíduo local, reduzindo a dependência de produtos químicos, como contribui para uma prática agrícola mais sustentável (Silva; Almeida; Lima, 2018; Begizew, 2021).

## 5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento desta tese possibilitou a compreensão sobre o funcionamento das casas de farinha em Itaberaba, Bahia, mostrando que o resíduo líquido do processamento da mandioca, a manipueira, dessas instalações, carece de tratamento e/ou aproveitamento.

Observou-se que, as práticas agrícolas dos produtores de abacaxi no povoado de Couro Seco, em Itaberaba, Bahia, são dependentes dos insumos químicos, visando principalmente o controle da fusariose. Portanto, existe a necessidade de, ao mesmo tempo, mudanças no manejo agrícola dessa atividade e o controle da doença em questão, a qual pode acarretar grandes prejuízos nesse cultivar, que é o mais importante do município.

Os dados obtidos a partir de experimentos em laboratório, após serem analisados estatisticamente, mostraram que a manipueira teve efeito significativamente inibitório no crescimento do isolado *Fusarium guttiforme*, causador da fusariose do abacaxi, permitindo constatar o potencial desse efluente como uma alternativa promissora no controle da fusariose do abacaxi.

Dessa forma, a alternativa proposta pelo trabalho, que é o aproveitamento da manipueira como defensivo agrícola na produção de abacaxi, mostra-se relevante, pois a manipueira, pode ir de um passivo ambiental, para ser uma alternativa importante no controle da fusariose do abacaxi no município de Itaberaba, Bahia.

Assim, a pesquisa cumpre seu propósito de contribuir com a produção de conhecimento de métodos alternativos aos agrotóxicos para o combate a pragas e doenças agrícolas, fomentando a transição agroecológica em regiões do semiárido baiano.

Porém, são necessários a realização de testes experimentais de campo para comprovarem o efeito fungicida *in vivo* da manipueira no manejo da fusariose do abacaxi.

## 6 REFERÊNCIAS

ABREU, L. F.; MATTIETTO, R. de A. Procedimentos de fabricação dos derivados de mandioca: recomendações para obtenção de produtos seguros e de qualidade. In: MODESTO JUNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. (org.). **Cultura da mandioca: aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria**. Brasília: Embrapa, 2016. p. 223-241.

ALMEIDA, J. C.; CASTRO, M. G.; MELO, J. A. O papel das reservas legais na sustentabilidade agrícola: um estudo em propriedades rurais. **Revista Brasileira de Política Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 45-62, 2020. DOI: 10.1590/1678-4684.2020140024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpa/a/9QK9GBJH5LNT7G2YFP7SRJS/?lang=pt>. Acesso em: 13 ago. 2024.

ALMEIDA, M. C.; PEREIRA, L. G.; OLIVEIRA, J. C. Sustentabilidade na agricultura familiar: o uso de resíduos agroindustriais na alimentação animal. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 12, n. 2, p. 234-246, 2017.

ALTIERI, M. A. Ecological practices for sustainable agriculture. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 5, p. 55-68, 1995.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 5ª. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. Disponível em: <[https://arca.furg.br/images/stories/producao/agroecologia\\_short\\_port.pdf](https://arca.furg.br/images/stories/producao/agroecologia_short_port.pdf)>. Acesso em: 13 jan. 2023.

AMORIM, M. C. C. **Estudos de caracterização, biodegradabilidade e tratamento de manipueira proveniente de casas de farinha**. 2015. 221 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

AMORIM, M. C. C. *et al.* Caracterização e potencial de degradabilidade natural da manipueira. **Revista Geama**, v. 7, n. 2, p. 4-12, 2021.

ANDRADE, C. L. R. de. **Na contramão da revolução verde: Associação das Mulheres Agroecológicas do Riachuelo (AMARI) em Jiparaná-RO e a agroecologia como movimento de resistência**. 2023. 147 f. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas Amazônicos) – Programa de Pós-Graduação em Agrossistemas Amazônicos, Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, 2023.

ANDRADES, T. O.; GANIMI, R. N. Revolução verde e a apropriação capitalista. **CES Revista**, Juiz de Fora, v. 21, p. 43-56, 2017.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Programa de Análises de Resíduos de Agrotóxicos de Alimentos – PARA. Relatório das amostras no período de 2017-2018. **Primeiro Ciclo do Plano Plurianual 2017-2020**. Brasília, 10 de dezembro de 2019.

ARAÚJO, I. M. M.; OLIVEIRA, A. G. R. da C. Agronegócio e agrotóxicos: impactos à saúde dos trabalhadores agrícolas no Nordeste brasileiro. **Trab. Educ. Saúde**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 117-129, jan./abr. 2017.

ARAUJO, J. S. de P.; LOPES, C. A. **Produção de farinha de mandioca na agricultura familiar**. 13a. ed. Niterói: Programa Rio Rural, 2009. Disponível em: <https://www.programario.org>. Acesso em: 25 ago. 2022.

AVANCINI, S. R. P.; FACCIN, G. L.; TRAMONTE, R.; ROVARIS, A. A.; PODESTA, R.; SOUZA, N. M. A.; AMANTE, E. R. Cassava starch fermentation wastewater: characterization and preliminary toxicological studies. **Food and Chemical Toxicology**, v. 45, p. 2273-2278, 2007.

AYRES, M. I. da C. *et al.* **Defensivos naturais**: manejo alternativo para “pragas” e doenças. Manaus: Editora INPA, 2020.

BARANA, A. C. Despoluição da manipueira e uso em fertilização do solo. I Simpósio Nacional sobre a Manipueira. Vitória da Conquista-Bahia, 2008. (Palestra durante o I Simpósio Nacional sobre a Manipueira). **Anais**. Vitória da Conquista: EMBRAPA, 2008.

BARROS, R. L. N.; RODRIGUES, N. L. Controle alternativo de pragas na cultura do feijão-caupi. **Fórum de Integração Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação Tecnológica do IFRR**, v. 6, n. 1, 2019.

BAUDRY, J.; ASSMANN, K. E.; TOUVIER, M.; ALLÈS, B.; SECONDA, L.; LATINO-MARTEL, P.; EZZEDINE, K.; GALAN, P.; HERCBERG, S.; LAIRON, D. Association of Frequency of Organic Food Consumption With Cancer Risk: Findings From the NutriNet-Sante Prospective Cohort Study. **JAMA Internal Medicine**, p. 1597-1606, 2018.

BEGIZEW, G. Agricultural production system in arid and semi-arid regions. **International Journal of Agricultural Science and Food Technology**, p. 234–244, 18 ago. 2021.

BELCHIOR, D. C. V.; SARAIVA, A. de S.; LOPÉZ, A. M. C.; SCHEIDT, G. N. Impactos de Agrotóxicos sobre o meio ambiente e saúde humana. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 135-151, jan./abr. 2017.

BERILLI, S.; FREITAS, S.; SANTOS, P.; OLIVEIRA, J.; CAETANO, L. Avaliação da qualidade de frutos de quatro genótipos de abacaxi para consumo *in natura*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 503-508, 2014.

BEZERRA, G.; MUSSI-DIAS, V.; SANTOS, P.; AREDES, F.; SILVEIRA, S. Identificação e seleção de espécies de *Trichoderma spp.* endofíticos de bromélias de restingas como agentes de biocontrole da fusariose em frutos de abacaxi. **Summa Phytopathologica**, v. 45, n. 2, p. 172-178, 2019.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente. 1986. **Resolução n. 001**, de 23 de jan. de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Brasília, DF.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). Brasília: MAPA, 2020. Disponível em: <[https://www.gov.br/planejamento/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/cmap/politicas/2020/subsidios/relatorio\\_avaliacao-cmas-2020-pronaf.pdf](https://www.gov.br/planejamento/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/cmap/politicas/2020/subsidios/relatorio_avaliacao-cmas-2020-pronaf.pdf)>. Acesso em: 8 ago. 2024.

CAETANO, L.; VENTURA, J.; BALBINO, J. Comportamento de genótipos de abacaxizeiro resistentes à fusariose em comparação a cultivares comerciais suscetíveis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 2, p. 404-409, 2015.

CAMPOS, A. T.; DAGA, J.; RODRIGUES, E. E.; FRANZENER, G.; SUGUY, M. M.; SYPPERCKER, V. I. G. Tratamento de águas residuárias de fecularia por meio de lagoas de estabilização. **Engenharia Agrícola**, v. 26, p. 235-242, 2000.

CARVALHO, J. D. D.; NEVES, F. L.; SILVA, C. D. D.; BITTENCOURT, M. A. L. Biological aspects and insecticide action of plant species on eggs and nymphs of citrus black fly (*Aleurocanthus woglumi* Ashby-Aleyrodidae) at laboratory level. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, 2017.

CARVALHO, J. L.; SANTOS, M. A. Agricultura familiar e mercados locais: estratégias de comercialização no Brasil rural. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 4, p. 669-685, 2019.

CARVALHO, R. A.; LACERDA, J. T. D.; OLIVEIRA, E. F. de; CHOAIRY, S. A.; BARREIRO NETO, M.; SANTOS, E. S. dos. **Controle agroecológico da fusariose do abacaxi com plantas antibióticas**. 2006. Disponível em: [https://infobibos.com.br/Artigos/2006\\_2/Abacaxi/Index.htm](https://infobibos.com.br/Artigos/2006_2/Abacaxi/Index.htm). Acesso em: 28 jul. 2023.

CASSONI, V.; CEREDA, M. P. Avaliação do processo de fermentação acética da manipueira. **Energia na Agricultura**, v. 26, n. 4, p. 101-113, 2011.

CEREDA, M. P. *et al.* Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. **Fundação Cargill**, São Paulo, v. 4, p. 13-37, 2001.

CHAVALPARIT, O.; ONGWANDEE, M. Clean technology for the tapioca starch industry in Thailand. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, p. 105-110, 2009.

CORDEIRO, N. K. *et al.* Gestão de resíduos agrícolas como forma de redução dos impactos ambientais. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 14, n. 2, p. 23-34, 2020.

CORRÊA, A. M.; GARCIA, M. L. Impactos ambientais do descarte de manipueira no Brasil: uma revisão crítica. **Revista de Engenharia Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 245-260, 2017.

COSTA, A. L.; SILVA, R. A.; ALMEIDA, J. P. Impactos das condições climáticas na produção de culturas tropicais. **Revista Brasileira de Agricultura Tropical**, v. 6, p. 123-135, 2019.

COSTA, E. R.; SILVA, P. F.; FERREIRA, J. A. O uso de fertilizantes nitrogenados e suas implicações ambientais. **Journal of Environmental Management**, v. 96, p. 283-293, 2021.

CRUZ, R. *et al.* Processamento de mandioca 1, 2 (farinha seca, raspas e amido – dois projetos em tamanhos diferentes: 5 e 20 t/dia). **Projetos de Empreendimentos Agroindustriais**: produtos de origem vegetal. Viçosa: Editora UFV, 2003. p. 215-273.

CUNHA, J. L.; FERREIRA, A. P.; SOARES, M. C. Dinâmicas de arrendamento de terras na produção de frutas no Nordeste brasileiro. **Estudos Socioeconômicos**, v. 37, n. 2, p. 223-234, 2019. DOI: 10.1590/0103-2144v37n2a12. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/estudoseconomicos/a/7QZP9JLV6HcvYz9jhr8mnkT/?lang=pt>. Acesso em: 08 ago. 2024.

DA SILVA, A. G. L. *et al.* Trabalho insalubre em lavoura do abacaxi no município de Itaberaba (BA). **Revista de Direito do Trabalho, Processo do Trabalho e Direito da Seguridade Social**, v. 1, n. 1, 2020.

DA SILVA, F. F. *et al.* Impacto da aplicação de efluente maturado de fecularia de mandioca em solo e na cultura do sorgo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 26, n. 4, p. 421-427, 2008.

DE MORAIS, L. A. S.; MARINHO-PRADO, J. S. Plantas com atividade inseticida. In: HALFELD-VIEIRA, B. de A. *et al.* (org.). **Defensivos agrícolas naturais**: uso e perspectivas. Brasília: Embrapa, 2016. p. 542-593.

CÂMARA, G. de R.; ALVES, F. R.; MORAES, W. B. Análise da estabilidade cianeto livre em manipueira para utilização em manejos fitossanitários de pragas e doenças. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 4, p. 1529-1539, 2019.

DE SOUZA, E. P.; DA SILVA, J. E. V. C.; FERREIRA, L. E. Uso da manipueira no desenvolvimento das culturas alimentares: revisão narrativa. **Agronegócio: Técnicas, Inovação e Gestão**, v. 1, p. 136-148, 2021.

DUARTE, A. S.; ROLIM, M. M.; SILVA, E. F. de F.; PEDROSA, E. M. R.; ALBUQUERQUE, F. S.; MAGALHÃES, A. G. Alterações dos atributos físicos e químicos de um neossolo após aplicação de doses de manipueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 9, p. 938-946, 2013.

DUTRA, R. M. S.; SOUZA, M. M. O. Impactos negativos do uso de agrotóxicos à saúde humana. **Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 13, n. 24, 2017.

- FELDENS, L. **O homem, a agricultura e a natureza**. Lajeado: Editora Univates, 2018.
- FENNER, A. L. D. *et al.* Territórios Saudáveis e Sustentáveis (TSS) no Distrito Federal: agroecologia e impacto dos agrotóxicos. **Saúde em Debate**, v. 46, p. 249-261, 2022.
- FERNANDES, H. C.; MADEIRA, N. G.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R.; LEITE, D. M. Acidentes com tratores agrícolas: natureza, causas e consequências. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n. 4, p. 661-671, 2014.
- FERRAZ, J. P.; MORAIS, M. A.; SOARES, R. M. Emissão de óxido nitroso e seus efeitos sobre o clima. **Estudos Ambientais**, v. 31, p. 123-136, 2020.
- FERREIRA FILHO, J. R. *et al.* **Cultivo, processamento e uso da mandioca: instruções práticas**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013.
- FERREIRA, E. M. S. *et al.* Substâncias GRAS no controle do crescimento de *Colletotrichum gloeosporioides* e *Fusarium guttiforme* *in vitro*. **J. Bioen. Food Sci**, v. 2, n. 4, p. 183-188, 2015.
- FERREIRA, J. C.; ALMEIDA, P. L.; SOUSA, R. M. Uso de defensivos químicos no controle de doenças em cultivos tropicais. **Revista Brasileira de Fitopatologia**, v. 33, p. 255-268, 2020.
- FIALHO, J. de F.; VIEIRA, E. A. **Mandioca no cerrado: orientações técnicas**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011.
- FIGUEIRÊDO, A. F. R. **Análise do risco de salinização dos solos da bacia hidrográfica do Rio Colônia, Sul da Bahia**. 2005. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2005.
- FIGUEIRÓ, R. (org.). **Saúde & ambiente: da educação ambiental à ecologia de doenças**. Volta Redonda: UniFOA, 2012.
- FIORETTO, A. M. C. **Viabilidade de cultivo de *Trichosporon spp.* em manipueira**. 1987. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrônomicas). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1987.
- FIORETTO, R. A. Manipueira na fertirrigação: efeito sobre a germinação e a produção de algodão (*Gossypium hirsutum*, L.) e milho (*Zea mays*, L.). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 8, p.17-20, 1987.
- FONSECA, W. L.; ALMEIDA, F. A. D.; OLIVEIRA, A. M. D.; LEITE, M. L. T.; PROCHNOW, J. T.; RAMOS, L. D. L. Toxicity of manipueira to *Meloidogyne incognita* in soybean. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, p. 413-420, 2016.

FREIRE, F. das. **Uso da manipueira no controle do oídio da cirigueleira: resultados preliminares.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001.

FREITAS, I. C.; SANTOS, M. A. P.; MIRANDA, D. R. D. Uso da manipueira no controle de formigas cortadeiras: uma alternativa sustentável. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2020.

FROTA, M. T. B. A.; SIQUEIRA, C. E. Agrotóxicos: os venenos ocultos na nossa mesa. **Cad. Saúde Pública**, v. 37, n. 2, 2021.

GARCIA, A. R.; FERNANDES, F. S.; CASTRO, R. L. Impacto da revolução verde na agricultura familiar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 12, p. 72-85, 2018.

GONZAGA, A.; DE SOUSA, S. G. A.; DA SILVA, N. M.; PEREIRA, J. O. Toxicidade de urina de vaca e da manipueira de mandioca sobre pragas chaves do abacaxi. Congresso Brasileiro de Agroecologia, 6; Congresso Latino-Americano de Agroecologia, 2. **Anais.** Agricultura familiar e camponesa: experiências passadas e presentes construindo um futuro sustentável. Curitiba: ABA; SOCLA, 2009.

GOOGLE, INC. Google Maps.

Disponível em: <https://maps.app.goo.gl/mwznnwVWk6hHw96Dn9>. Acesso em: 3 nov. 2024.

GOUDARD, A.; CUNHA, G. A.; ARAÚJO, R. F. B. de; MONTEIRO, I. P. de C. Alimentos transgênicos: o princípio da precaução diante dos impactos ambientais. **Revista Científica do CEDS**, n. 7, ago./dez. 2017.

GUIMARÃES, N. N. **Extratos vegetais e manipueira no controle de *Meloidogyne javanica* em jiloeiro (*Solanum gilo*).** 2019. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Morrinhos, 2019.

HALFELD-VIEIRA, B. D. A.; MARINHO-PRADO, J. S.; NECHET, K. MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. **Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas.** Brasília: Embrapa, 2016.

HAMEL, J. A. Review of acute cyanide poisoning with a treatment update. **Critical Care Nurse**, v. 31, n. 1, p. 72-82, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.4037/ccn201179>

<https://portalmaquinasagricolas.com.br/impactos-ambientais-e-efeitos-na-saude-do-solo/>. Acesso em: 20 mai. 2021.

**IBGE. Produção Agrícola Municipal 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

INÁCIO, E. D.; SILVA, R. L.; FREITAS, H. S. Agricultura familiar e produção de abacaxi: uma análise socioeconômica no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 2, p. e-089, 2019. DOI: 10.1590/0100-29452019089. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/fJ7Rkfgk/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 10 ago. 2024.

NETER, J.; KUTNER, M. H.; Nachtsheim, C. J.; WASSERMAN, W. **Applied linear statistical models**. 3a. ed. Chicago: Irwin, 1990.

KELLER, T.; KELLER, M. B.; LIMA, J. A. Compactação do solo e suas consequências na agricultura: uma revisão. **Boletim de Ciências Agrárias**, v. 34, p. 101-114, 2019.

KORRES, A.; BUSS, D.; VENTURA, J.; FERNANDES, P. *Candida krusei* and *Kloeckera apis* inhibit the causal agent of pineapple fusariosis, *Fusarium guttiforme*. **Fungal Biology**, v. 115, n. 12, p. 1251-1258, 2011.

LAIRON, D. **Nutritional quality and safety of organic food**: a review. Les Ulis: EDP Sciences, 2009.

LIMA, I. M. A.; ARAÚJO, M. C. de; BARBOSA, R. S. Avaliação das propriedades físicas do solo em sistemas silvipastoris, região centro-norte, estado do Piauí. **Revista ACSA**, v. 9, n. 1, p. 117-124, jan./mar. 2013.

LIRA, S. R. H. Use of Biofertilizers in Organic Agriculture. Agricultura Orgânica Série nº 14. **Artigos Técnicos do INTAGRI**. México. 9 p., 2017. Disponível em: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/uso-de-biofertilizantes-en-la-agricultura-ecologica>. Acesso em: 22 maio 2021.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 117, p. 518-534, abr./jun. 2018.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. 19a. ed. São Paulo: Malheiros, 2011.

MAMÉDIO, I. M. P. *et al.* Atividade antifúngica de cepas de bactérias lácticas e extratos de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) sobre *Fusarium guttiforme* Nirenberg & O'Donnell. 2017. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2017.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2023) – **Agrofit**: consulta aberta. Disponível em <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 3 ago. 2023.

MARTINS, C. B.; ALMEIDA, F. J. A. Tecnologia e sustentabilidade na produção de abacaxi: uma revisão. **Boletim de Tecnologia Agrícola**, v. 11, p. 45-58, 2020.

MATOS, A. P. de. Effect of temperature and rainfall on the incidence of *Fusarium subglutinans* on pineapple fruits. **Acta Horticulturae**, n. 529, p. 265-272, 2000.

MATOS, A. P.; SANCHES, N. F.. Manejo das principais doenças do abacaxizeiro. In: POLTRONIERI, L. S.; VERZIGNASSI, J. R. **Fitossanidade na Amazônia**: inovações tecnológicas. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p. 73-90.

MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S.; SARMENTO, S. B. S. **Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial**: processamento da mandioca. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **Histórias da agricultura no mundo**: do neolítico à crise contemporânea. Tradução de Cláudia F. Falluh Babuíno Ferreira. São Paulo: Editora UNESP; Brasília: NEAD, 2010.

MELLO, V. P. S. **A Embrapa na Amazônia oriental**: ditadura militar, desenvolvimento e ambientalismo (1972-1993). 2017. 328 f. Tese (Doutorado em História das Ciências e da Saúde) – Casa de Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2017.

MELO, A. D.; OLIVEIRA, L. R.; LIMA, M. S. Adubação orgânica e química na agricultura tropical: uma análise comparativa. **Journal of Soil and Plant Nutrition**, v. 14, p. 207-220, 2020.

MELO, L.; SILVA, E.; CAMPOS NETO, J.; LINS, S.; RODRIGUES, A.; OLIVEIRA, S. Indutores de resistência abióticos no controle da fusariose do abacaxi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 10, p. 1703-1709, 2016.

MESQUITA, F. L. **Manejo de *Meloidogyne enterolobii* em goiabeira com produtos biológicos e manipueira**. 2016. 96 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

MIRANDA, T. F. Uso de óleos essenciais no controle da fusariose do abacaxi. 2021. 37 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

MOSTAFALOU, S; ABDOLLAHI, M. Pesticides and human chronic diseases: evidences, mechanisms, and perspectives. **Toxicol Appl Pharmacol.**, v. 268, n. 2, p. 157-177, 2013. DOI:10.1016/j.taap.2013.01.025.

MOTA, L. de M. Agrotóxicos e transgênicos: solução ou problema à saúde humana e ambiental? **Saúde & Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, v. 4, n. 1, p. 36-46, jan./jun. 2009.

NADERI, M. R.; DANESH-SHAHRAKI, A. Nanofertilizers and their roles in sustainability agriculture **Journal of Agriculture and Crop Sciences**, v. 5, n. 9, p. 2229-2232, 2013.

NAVA, I. A.; GONÇALVES JUNIOR, A. C.; NACKE, H.; GUERINI, V. L.; SCHWANTES, D. Disponibilidade dos metais pesados tóxicos cádmio, chumbo e

romo no solo e tecido foliar da soja adubada com diferentes fontes de NPK+Zn. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 5, p. 884-892, 2011.

NOGUEIRA, S.; LIMA, F.; ROCHA, E.; ARAÚJO, D. Fungicidas no controle de fusariose do abacaxi no estado de Tocantins, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 447-455, 2014.

NUNES, M. D.; GALANT, N. B.; SANTOS, R. F.; KAISER, F.; KNIPHOFF, C. Impactos de ruídos de maquinários agrícolas na saúde humana. X SEAGRO. **Anais. Agronomia. FAG. Cascavel**, 2016.

OKUNADE, D. A.; ADEKALU, K.O. Physico-chemical analysis of contaminated water resources due to cassava wastewater effluent disposal. **European International Journal of Science and Technology**, v. 2, 2013.

OLIVEIRA, E. J.; SILVA, M. S.; NASCIMENTO, R. R. **Cultivo da mandioca: avanços e desafios no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2016.

OLIVEIRA, M. S.; PEREIRA, A. F.; COSTA, L. A. Estratégias de manejo de pragas em cultivos de abacaxi: uma análise crítica. **Journal of Plant Protection**, v. 15, p. 189-202, 2021.

ONU. 2015. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

PADI, R. K.; CHIMPHANGO, A. Feasibility of Commercial Waste Biorefineries for Cassava Starch Industries: Techno-economic Assessment. **Bioresource Technology** [impresso], 2019.

PATRICK, A.; EGWUONWU, N. Quality assessment of the Cassava-milleffluent polluted eutric-tropofluent soil. **Research Journal of Environmental Sciences**, v.5, p. 342-353, 2011.

PAULA, F. L. M. de *et al.* Agroecologia e estilos de agriculturas alternativas. **Agroecologia: Produção e Sustentabilidade em Pesquisa**, v. 3, n. 1, p. 64-77, 2023.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. do N.; LUCAS, A. A. T.; SANTOS, P. B. dos. (2015). Causes and consequences of the process of soil salinization. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015. <https://doi.org/10.5902/2236117016544>.

PEREIRA, A. F.; SILVEIRA, D. A.; TORO, R. A. Segurança no manuseio de defensivos agrícolas: práticas recomendadas e desafios. **Journal of Agricultural Safety and Health**, v. 25, p. 45-58, 2019.

PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. M. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 266-281, mar. 2010. DOI: 10.4257/oeco.2010.1401.16.

PINTO, D. M. C. L. **Avaliação da partida da digestão anaeróbia da fração orgânica de resíduos sólidos domésticos inoculados com percolado**. 2000. 175 f. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

PONTE, J. J. da. **Cartilha da manipueira**: uso do composto como insumo agrícola. 3a. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2006.

QUEIROZ, G. C. M. de; SILVA, F. W. A.; PORTELA, J. C.; OLIVEIRA, V. N. S. de; SANTOS, M. V. Densidade e resistência do solo à penetração de raízes em agroecossistemas em semiárido brasileiro. **Revista Verde**, Pombal, Paraíba, v. 14, n. 4, p. 497-505, out./dez. 2019.

R Core Team. **R**: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria, 2018.

REINHARDT, D. H.; SOUZA, L. F. S.; CABRAL, J. R. S. **Abacaxi**. Produção: aspectos técnicos. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura; Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.

REIS, F. G.; FERREIRA, A. H.; COSTA, M. F. Controle de doenças em culturas tropicais: o caso da fusariose no abacaxi. **Journal of Plant Pathology**, v. 30, p. 89-102, 2018.

RIBEIRO, R. C.; PIMENTA, J. A.; ALMEIDA, E. L. Efeitos da mecanização no solo e no crescimento das plantas. **Estudos em Agricultura Sustentável**, v. 27, p. 155-167, 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, 2020.

RODRIGUES, T. A.; NETO, J. L.; GALVÃO, D. O. **Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia 5**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019.

ROSA, A. V. **Agricultura e meio ambiente**. São Paulo: Atual, 1998.

SALES, M.; COSTA, H.; FERNANDES, P.; VENTURA, J.; MEIRA, D. Antifungal activity of plant extracts with potential to control plant pathogens in pineapple. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 6, n. 1, p. 26-31, 2016.

SANTOS, A. M.; OLIVEIRA, R. F.; MENEZES, M. A. Processamento de mandioca: técnicas e produtos derivados no contexto regional. **Revista Brasileira de Agroindústria**, v. 16, n. 2, p. 205-215, 2020.

SANTOS, A. Y. O.; SILVA JÚNIOR, D. N.; FREIRE, M. M.; NETO, J. V. E.; MORAIS, E. G.; SILVA, G. G. C. Desenvolvimento radicular da rúcula a doses crescentes de carvão vegetal e manipueira. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1085-1095, 2020.

SANTOS, Armínio. Usos e impactos ambientais causados pela manipueira na microrregião sudoeste da Bahia-Brasil. In: LUZÓN, J. L.; CARDIM, M. (org.). **Problemas sociales y regionales en América Latina: estudio de casos**. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2009. p. 11-25.

SANTOS, C. A. B.; BEBÉ, F. V.; GONÇALVES, Z. L. T. Mudanças no cenário da biodiversidade agrícola, implicações para a nutrição humana. **Rios – Revista Científica da Faculdade Sete de Setembro**, v. 13, n. 21, p. 95-108, 2019.

SANTOS, M. A. P. D.; FREITAS, I. C.; SOUSA, V. L. D. S.; MIRANDA, D. R. D.; TEIXEIRA, G. C. M. Uso de manipueira no controle de formiga cortadeira. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, jul. 2018.

SEIXAS, P.; CASTRO, H.; SANTOS, G.; CARDOSO, D. (2011). Controle fitopatológico do *Fusarium subglutinans* pelo óleo essencial do capim-citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e do composto citronelal. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. esp., p. 523-526, 2011.

SERRA, L. S.; MENDES, M. R. F.; SOARES, M. V. de A.; MONTEIRO, I. P. Revolução verde: reflexões acerca das questões <sup>dos</sup> agrotóxicos. **Revista do CEDS**, v. 1, n. 4, jan./jul. 2016.

SILVA, A. P.; FILHO, A. P.; NUNES, A. L. P.; RALISCH, R. Como a mecanização agrícola afeta a saúde do solo. **Revista Máquinas & Inovações Agrícolas**, v. 58, jul./ago. 2020. Disponível em: <https://portalmaquinasagricolas.com.br/impactos-ambientais-e-efeitos-na-saude-do-solo/>. Acesso em: 20 maio 2021.

SILVA, A. V. dos S.; COSTA, J. G. da; AMARAL, S. da S.; QUEIROZ, L. O. de; SILVA, S. B. da; XAVIER, W. K. S.; SOARES, A. C. S. Eficiência *in vivo* de extratos naturais com potencial antagonista ao fungo do gênero *Cylindrocladium* em mudas de eucalipto. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 2646-2658, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n1-180. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/22832>. Acesso em: 29 jun. 2024.

SILVA, A. P. da; FILHO, A. P.; NUNES, A. L. P.; RALISCH, R. Impactos ambientais e efeitos na saúde do solo. **Máquinas & Inovações Agrícolas**, v. 58, jul./ago. 2020.

SILVA, D. J.; AMARAL, D. S. P.; LOPES, F. C.; MORAES, W. G. V.; OLIVEIRA, A. F. S. Plantas medicinais e extratos naturais no controle de pragas e doenças agrícolas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 12, n. 1, p. 78-88, 2017b.

SILVA, E. M.; ALMEIDA, L. C.; LIMA, R. A. Alternative Methods for Pest Control in Tropical Agriculture. **Academic Press**, 2018.

SILVA, J. L. **Desempenho do reator anaeróbio horizontal com chicanas no tratamento da manipueira em fases separadas e estabilização do pH com conchas de sururu**. 2009. 99 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

SILVA, P. M.; ANTUNES, I. F.; FEIJÓ, C. T.; BEVILAQUA, G. A. P. Transgênicos e erosão genética: o paradoxo da (in)segurança alimentar. **Agroecologia**, v. 12, p. 81-87, 2017a.

SILVA, R. de A. **Limitações humanas do operador de máquinas agrícolas e o ambiente sócio-laboral na sojicultura**. 2015. 75 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

SIQUEIRA, S. L. de; KRUSE, M. H. L. Agrotóxicos e saúde humana: contribuição dos profissionais do campo da saúde. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 42, n. 3, p. 584-590, set. 2008.

SORIANO, W. T. **Avaliação de métodos alternativos no controle de *Phytophthora SP* em laranja-pera e limão cravo**. 2011. 70 f. Dissertação (Mestrado em Produção e Proteção Vegetal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2011.

SOUSA, D. R. de; SILVA, P. C.; SANTOS, L. F. Gestão de resíduos na produção de mandioca: desafios e soluções. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 1, p. 78-92, 2015.

SOUSA, M. J. D. O. **Subprodutos orgânicos no controle de Nematoides de galhas em Tomateiro**. 2022. 60 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2022.

TORMENA, C. A.; SILVA, A. P.; LIBERDADE, P. L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 573-581, 1998.

TRANI, P. E.; TRANI, A. L. Fertilizantes: cálculo de fórmulas comerciais. Série Tecnologia APTA. **Boletim Técnico IAC**, Campinas, v. 218, 2011.

TROCOLI, R.; MONTEIRO, F.; SANTOS, P.; DE SOUZA, J. (2017). Field applications of *Trichoderma* reduce pineapple fusariosis severity and increase fruit weight. **Journal of Plant Pathology**, v. 99, n. 1, p. 225-228, 2017.

UMAÑA, W. P.; MOLINA, J. A. F. Programas agrícolas de Estados Unidos en América Latina desde la Segunda Guerra Mundial: entre el mejoramiento de plantas

y clonación de instituciones (1939-1955). XV Congreso Internacional de Historia Agraria. **Conferência**. Lisboa, jan. 2016.

UNITED NATIONS. General Assembly. Seventieth session, 25 September 2015. **Transformando o novo mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável: A/RES/70/1**. New York: United Nations, 2015.

VECCHIA, R. **O meio ambiente e as energias renováveis**: instrumentos de liderança visionária para a sociedade sustentável. Barueri: Manole, 2010.

VENTURA, J. A. Taxonomia de *Fusarium* e seus segregados. Parte II - chaves para identificação. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 8, p. 303-338, 2000.

VENTURA, J. A.; ZAMBOLIM, L. Controle das doenças do abacaxizeiro. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; MONTEIRO, A. J. A.; COSTA, H. (org.). **Controle de doenças de plantas frutíferas**, Viçosa, v. 1, p. 445-509, 2002.

VIAN, C. E. F. *et al.* Origens, evolução e tendências da indústria de máquinas agrícolas. **RESR**, Piracicaba, v. 51, n. 4, p. 719-744, out./dez. 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/resr/a/Yg34vGfdryDNVrRj9K3Vwhx/?lang=pt&format=pdf>> Acesso em: 18 jan. 2023.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil**: inovação e competitividade. Brasília: Ipea, 2017.

VIEIRA, R. S.; RITZINGER, C. H. S. P.; RITZINGER, R.; LUQUINE, L.; dos SANTOS, J. F.; da CRUZ, E. S.; LEDO, C. D. S. Manipueira e urina de vaca no manejo de mudas de aceroleira infestadas por *Meloidogyne javanica*. In: **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 21. 2010, Natal. Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: anais. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010.

WANDERLEY, R. A. **Salinização de solos sob aplicação de rejeito de dessalinizadores com e sem adição de fertilizantes**. 2009. 52 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The Global Risks Report 2020**. 15a. ed. Geneva: World Economic Forum, 2019. Disponível em: <http://wef.ch/risks2019>. Acesso em: 1.º set. 2021.

YAN, N.; MARSCHNER, P.; CAO, W.; ZUO, C.; QIN, W. Influence of salinity and water content on soil microorganisms. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 3, p. 316-323, 2015.

## ANEXOS

### ANEXO 1

Pesquisa: **A manipueira: de passivo ambiental a solução agroecológica para o controle da fusariose do abacaxi no município de Itaberaba - BA**

Pesquisador Responsável: Marcos Antonio Cerqueira Santos (Doutorando)

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Fábio Del Monte Coccozza (Orientador)

Pesquisador Responsável: Profa. Dra. Cristiane Domingo da Paz (Coorientadora)

#### **Questões a serem observadas e perguntadas sobre funcionamento da Casa de Farinha**

##### **IDENTIFICAÇÃO**

Nome da casa de farinha:

Localização:

##### **ORGANIZAÇÃO**

1. Quantas famílias envolvidas:
2. A casa de farinha envolve membros de alguma organização:  
 Sim. Qual?  
 Não
3. O processamento da mandioca é a principal fonte de renda para os envolvidos?  
 Sim  
 Não

##### **PRODUÇÃO**

4. Quantidade diária de mandioca processada?
5. Quais as variedades de mandioca processada?
6. Produtos  
 farinha torrada  
 amido  
 polvilho doce  
 polvilho azedo  
 fécula  
 tapioca  
 beiju  
 bolos  
 biscoitos  
 outros \_\_\_\_\_
7. Destino da Produção:  comercial  autoconsumo  trocas de produtos  
Comercialização dos produtos:  Local  Regional  Estadual  Exportação

Feiras  feira da agricultura familiar  mercados  quitandas

Como ocorre o processo de comercialização? Existem intermediários?

Sim

Não

8. Sistema do processamento da mandioca

Automático. Equipamentos?

Manual. Equipamentos?

## **RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO**

9. Descartes, cascas e varreduras:

Destino:  Descarta  Adubo  Alimentação animal  Outro. Qual?

10. Raspas:

Destino:  Descarta  Adubo  Alimentação animal  Outro. Qual?

11. Manipueira:

Destino:  Descarta  Adubo  Alimentação animal  Outro. Qual

## ANEXO 2

Pesquisa: **A manipueira: de passivo ambiental a solução agroecológica para o controle da fusariose do abacaxi no município de Itaberaba - BA**

Pesquisador Responsável: Marcos Antonio Cerqueira Santos (Doutorando)

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Fábio Del Monte Coccozza (Orientador)

Pesquisador Responsável: Profa. Dra. Cristiane Domingo da Paz (Coorientadora)

### **Questões a serem observadas e perguntadas sobre aspectos da Produção Agrícola**

#### **ORGANIZAÇÃO**

1. Participa de algum grupo ou organização:

Sim. Qual?

Não

2. Área de produção: \_\_\_\_\_

Própria: \_\_\_\_\_

Arrendada: \_\_\_\_\_

3. Uso da Terra:

Cultivos.

Reflorestamento.

Pastagens.

Outros. Quais?

Área protegida. APP  Reserva legal

4. Promove biodiversidade na propriedade:

Cultivos consorciados

Rotação de culturas

Recuperação/enriquecimento de APPs

Corredor ecológico ou cordão vegetativo permanente

Manejo do mato e alternância de capinas

Diversificação da produção

Sistemas agroflorestais

Outros

Não promove

5. Há mão de obra que não seja da família:

Sim

Não

Em caso afirmativo, qual relação trabalhista:

Trabalhador temporário

Trabalhador permanente

Parceria

6. A agricultura é a principal fonte de renda para a família?

Sim

Não

Em caso negativo, qual a outra fonte de renda?

**ATIVIDADES AGRÍCOLAS:**

7. Destino da Produção: ( ) comercial ( ) autoconsumo ( ) trocas de produtos  
Comercialização dos produtos: ( ) Local ( ) Regional ( ) Estadual ( ) Exportação

Em:

( ) Feiras ( ) feira da agricultura familiar ( ) mercados ( ) quitandas

Como ocorre o processo de comercialização? Existem intermediários?

( ) Sim

( ) Não

8. Principais problemas enfrentados

( ) Solo. Quais?

( ) Plantas espontâneas “ervas daninhas”

( ) Pragas/doenças. Quais?

( ) Outros. Quais?

( ) Nenhum

**TECNOLOGIAS UTILIZADAS**

**9. Na preparação do solo:**

( ) Sistema Convencional. Técnicas e máquinas envolvidas?

( ) Plantio direto

( ) Plantio semi-direto

( ) Cultivo mínimo

**10. Adubação:**

( ) Orgânica/verde (restos de alimentos, cascas de frutas, verduras)

( ) Esterco de animais

( ) Compostagem

( ) Cobertura morta

( ) Biofertilizantes

( ) Fertilização química. Quais?

( ) Não aduba

( ) Outras. Quais?

**11. No controle de pragas e doenças:**

( ) Controle biológico. Quais?

( ) Defensivo natural. Quais?

( ) Defensivo sintético. Quais?

( ) Não controla

( ) Não tem problemas com pragas ou não detecta

Forma que usa defensivos sintéticos: (para quem usa)

Usa EPI

( ) Sim

( ) Não

Equipamentos usados

( ) Pulverizador costal manual

( ) Pulverizador costal automático

( ) Outros. Quais?

**12. No controle de plantas espontâneas “ervas daninhas”:**

( ) Preventivo

( ) Biológico (alelopatia) “uso de plantas concorrentes”

- Controle mecânico. Quais?
- Usa herbicidas. Quais?
- Queimada
- Outros. Quais?
- Não controla
- Não tem problemas com plantas espontâneas ou não detecta

Forma que usa herbicidas: (para quem usa)

Usa EPI

- Sim
- Não

Equipamentos usados

- Pulverizador costal manual
- Pulverizador costal automático
- Outros. Quais?

**13. Aquisição de sementes/mudas:**

- Balcão próprio
- Aquisição externa.  Certificada     Não certificada