

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM DEFESA
AGROPECUÁRIA

ANDRÉA DA HORA SILVA DE MATTOS

CONTROLE DA BROCA-DO-RIZOMA (*Cosmopolites sordidus*) EM
BANANEIRA, PELO USO DA MANIPUEIRA

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
ABRIL – 2025

ANDRÉA DA HORA SILVA DE MATTOS

**CONTROLE DA BROCA-DO-RIZOMA (*Cosmopolites sordidus*) EM
BANANEIRA, PELO USO DA MANIPUEIRA**

Bacharel em Engenharia Agrônômica

Universidade Federal da Bahia - 2002

Dissertação apresentada ao Colegiado do
Programa de Pós-Graduação em Defesa
Agropecuária da Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia, como requisito para
obtenção do título de Mestre em Defesa
Agropecuária na área de Ciências Agrárias.

Orientadora: Profa. Dra. Marilene Fancelli

Coorientador: Prof. Dr. Aristoteles Pires de Matos

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
ABRIL – 2025**

FICHA CATALOGRÁFICA

M444c	Mattos, Andréa Da Hora Silva De. Controle da broca-do-rizoma (<i>Cosmopolites sordidus</i>) em bananeira, pelo uso da manipueira / Andréa Da Hora Silva De Mattos._ Cruz das Almas, Bahia, 2025. 76f.; il. Orientadora: Profª Drª Marilene Fancelli Co-orientadora: Prof Dr Aristoteles Pires De Matos Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Mestrado Profissional em Defesa Agropecuária. 1.Banana - Produção. 2. Águas residuárias da mandioca 3. Controle de Pragas - Bananeira I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título. CDD: 634.772
-------	---

Ficha elaborada pela Biblioteca Central - UFRB.
Responsável pela Elaboração - Neubler Nilo Ribeiro da Cunha (*Bibliotecário - CRB5/1578*)
(os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico)

FOLHA DE APROVAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA - UFRB
CENTRO DE CIÊNCIAS, AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM DEFESA
AGROPECUÁRIA

CONTROLE DA BROCA-DO-RIZOMA (*Cosmopolites sordidus*) EM BANANEIRA, PELO USO DA MANIPUEIRA

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de Mestrado de Andréa da Hora
Silva de Mattos

Aprovado em: 28 de Abril de 2025

Documento assinado digitalmente
 MARILENE FANCELLI
Data: 03/07/2025 09:30:05-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dra. MARILENE FANCELLI
Embrapa Mandioca e Fruticultura
Presidente da banca


Suelly Xavier de Brito Silva

Prof. Dra. SUELY XAVIER DE BRITO SILVA
Agência de Defesa Agropecuária da Bahia (ADAB)
Examinador Interno

Documento assinado digitalmente
 JULIANA SILVA QUEIROZ
Data: 01/07/2025 09:31:26-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dra. JULIANA SILVA QUEIROZ
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Examinador Externo

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a Deus, pela força e sabedoria concedidas. À minha família, por acreditarem em mim e me apoiarem em cada passo, ao longo dessa trajetória. Aos meus orientadores e professores, cujos ensinamentos e orientações foram fundamentais para a realização deste trabalho. E aos meus amigos e colegas, pela amizade e apoio. E, especialmente, àqueles que acreditam na pesquisa como ferramenta de transformação e caminho para um futuro melhor.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero expressar minha sincera gratidão a Deus, cuja graça e orientação estiveram comigo em todos os momentos desta jornada. Sua sabedoria infinita e sua bondade inabalável foram fontes de força e inspiração, permitindo-me perseverar diante dos desafios.

A minha orientadora, Dra. Marilene Fancelli e meu coorientador, Dr. Aristoteles Pires de Matos, devo uma dívida de gratidão imensurável. Suas orientações, paciência e confiança foram fundamentais para a realização deste trabalho.

À minha família, que sempre estiveram ao meu lado, agradeço por seu amor incondicional, apoio constante e incentivo incansável, em especial a meu esposo Aristoteles Alexandre de Mattos Neto e meus filhos, Pedro Hugo Silva de Mattos e Laura Silva de Mattos. Suas palavras de encorajamento foram fundamentais nos momentos de dúvida.

Aos membros da banca examinadora, Dra. Suely Xavier de Brito Silva, Dra. Juliana Silva Queiroz, Dra. Indiara Pereira da Silva, expresso minha gratidão por dedicarem seu tempo e expertise para avaliar este trabalho. Suas críticas construtivas e insights valiosos foram essenciais para aprimorar este documento e minha compreensão do assunto.

À Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, sou grata pelo suporte financeiro que tornou possível a realização deste projeto. Sua generosidade é um testemunho do compromisso com a excelência acadêmica e a promoção da pesquisa significativa.

A todos os colegas do laboratório de entomologia, amigos e colaboradores, em especial Dr. Leandro de Souza Rocha, que compartilharam seus conhecimentos e experiências ao longo deste percurso, agradeço sinceramente.

Por fim, agradeço a todos aqueles cujas contribuições não puderam ser mencionadas aqui, mas que de alguma forma tocaram minha vida e moldaram minha jornada de pesquisa.

Que este trabalho sirva como uma pequena contribuição para o avanço do conhecimento em nosso campo de estudo, e que seja dedicado a todos aqueles que acreditaram em mim, me apoiaram e me inspiraram ao longo do caminho.

Que a graça de Deus continue a nos guiar e a nos abençoar em todas as nossas empreitadas.

EPIGRAFE

“Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível, e de repente você
estará fazendo o impossível”.

São Francisco de Assis

MATTOS, Andréa da Hora Silva de. **CONTROLE DA BROCA-DO-RIZOMA (*Cosmopolites sordidus*) EM BANANEIRA, PELO USO DA MANIPUEIRA.** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas – BA, 2025.
Orientador: Prof. Dra. Marilene Fancelli

RESUMO

A broca-do-rizoma da bananeira *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleóptero: Curculionidae) é considerada a principal praga dessa cultura. As larvas perfuram o rizoma, formando galerias que comprometem o desenvolvimento, reduzem a produtividade e favorecem o tombamento das bananeiras. O controle dessa praga é feito, em grande parte, com o uso de inseticidas sintéticos. No entanto, os impactos ambientais, o risco à saúde humana e a resistência de insetos a esses produtos têm incentivado a busca por métodos de manejo alternativos e sustentáveis. A manipueira, resíduo líquido proveniente da prensagem das raízes da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), tem sido estudada por apresentar efeito inseticida, devido à presença de glicosídeos cianogênicos. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da manipueira no controle da broca-do-rizoma. O estudo foi conduzido na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA, envolveu três ensaios em laboratório (repelência, comportamento e mortalidade) e um em condições de semi-campo. Foram testadas quatro concentrações de manipueira (10%, 25%, 50% e 100%), além da testemunha com água. No ensaio de semi-campo, incluiu-se também um tratamento sem insetos. Os testes de repelência e comportamental foram realizados em sistema de dupla escolha, testando-se pedaços de pseudocaule tratados com manipueira (nas diferentes concentrações) e com água. Observou-se que os insetos evitaram significativamente os pseudocaulos com manipueira, independentemente da concentração, demonstrando efeito repelente. O teste comportamental confirmou essa tendência, com maior número de insetos sobre os pseudocaulos tratados com água, o que reforça a repelência aos compostos presentes na manipueira. No teste de mortalidade, pseudocaulos imersos nos tratamentos foram oferecidos aos insetos em placas de Petri, com avaliações realizadas em diferentes tempos (até 96 h). Verificou-se que a manipueira afetou significativamente a sobrevivência dos insetos, sendo a concentração de 100% a mais eficaz, com aumento expressivo na mortalidade a partir de 40 h de exposição. Em semi-campo, a manipueira foi aplicada semanalmente em mudas da bananeira cv. Princesa. A cada 15 dias, foi avaliado o crescimento das plantas, não sendo observados sintomas de fitotoxicidade relevantes. Após 60 dias, foram avaliados os danos nos rizomas e pseudocaulos. Os resultados demonstraram que as plantas tratadas com manipueira apresentaram menor incidência de danos, embora sem diferir do controle. Com base no modelo ajustado para a estimativa dos danos com base na concentração de manipueira, verificou-se que a concentração de 70,91% promove a maior redução nos danos causados pelas larvas. Dessa forma, a manipueira demonstrou potencial para ser utilizada como uma alternativa viável e sustentável no manejo da broca-do-rizoma da bananeira, contribuindo para a redução da infestação da praga e oferecendo uma abordagem mais ecológica no controle fitossanitário da cultura.

Palavras-Chave: Águas residuárias da mandioca; Glicosídeos cianogênicos; Inseticida natural; *Manihot esculenta*; *Musa* spp.

MATTOS, Andréa da Hora Silva de. **CONTROL OF THE BANANA WEEVIL (*Cosmopolites sordidus*) USING CASSAVA WASTEWATER**. Federal University of the Recôncavo of Bahia, Cruz das Almas – BA, 2025.
Advisor: Dra. Marilene Fancelli

ABSTRACT

The banana weevil (*Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824)) is considered the main pest affecting banana crops. The larvae bore into the rhizome, forming galleries that impair plant development, reduce productivity, and increase the risk of plant toppling. Control of this pest is largely carried out using synthetic insecticides. However, environmental impacts, risks to human health, and the development of insect resistance to these products have prompted the search for alternative and sustainable management strategies. Cassava wastewater, a liquid by-product obtained from pressing cassava (*Manihot esculenta* Crantz) roots, has been studied for its insecticidal properties due to the presence of cyanogenic glycosides. This study aimed to evaluate the effect of cassava wastewater on the control of the banana weevil borer. The research was conducted at Embrapa Mandioca e Fruticultura in Cruz das Almas, Bahia, and included three laboratory assays (repellency, behavioral response, and mortality) and one semi-field trial. Four concentrations of cassava wastewater (10%, 25%, 50%, and 100%) were tested, along with a control treatment using water. In the semi-field trial, an additional treatment with no insects was also included. Repellency and behavioral assays were conducted using a dual-choice setup, in which pieces of pseudostem treated with cassava wastewater (at various concentrations) and water were offered. The insects significantly avoided the pseudostems treated with cassava wastewater, regardless of concentration, indicating a repellent effect. The behavioral assay confirmed this trend, with a higher number of insects found on pseudostems treated with water, further supporting the repellent nature of compounds present in the cassava wastewater. In the mortality test, pseudostem sections soaked in each treatment were offered to the insects in Petri dishes, and mortality was assessed at various time intervals (up to 96 h). Results showed that cassava wastewater significantly affected insect survival, with the 100% concentration being the most effective showing a marked increase in mortality starting from 40 h of exposure. In the semi-field trial, cassava wastewater was applied weekly to banana plantlets (cv. 'Princesa'). Plant growth was monitored every 15 days, and no significant symptoms of phytotoxicity were observed. After 60 days, damage to rhizomes and pseudostems was assessed. Plants treated with cassava wastewater exhibited a lower incidence of damage, but they did not differ from control. Based on the model adjusted to estimate damage reduction according to wastewater concentration, it was determined that a 70.91% concentration yielded the greatest reduction in larval damage. Thus, cassava wastewater demonstrated potential as a viable and sustainable alternative for managing the banana weevil, contributing to pest suppression while offering a more environmentally friendly crop protection approach.

Keywords: Cassava wastewater; Cyanogenic glycosides; *Manihot esculenta*; *Musa* spp.; Natural insecticide.

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1 – Fase adulta da broca-do-rizoma da bananeira, <i>Cosmopolites sordidus</i>	18
Figura 2 – Adultos da broca-do-rizoma da bananeira, <i>Cosmopolites sordidus</i> imóveis após toque, em comportamento de simulação de morte (tanatose)	19
Figura 3 – Ovos da broca-do-rizoma da bananeira, <i>Cosmopolites sordidus</i>	20
Figura 4 – Larva da broca-do-rizoma da bananeira, <i>Cosmopolites sordidus</i>	20
Figura 5 – Arenas plásticas, contendo vermiculita utilizadas no teste de repelência de diferentes concentrações de manipueira a adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i>	31
Figura 6 – Borrifadores contendo as soluções de manipueira às concentrações de 10%, 25%, 50% e 100% utilizadas para avaliar a repelência de adultos de <i>C. sordidus</i> em laboratório (temperatura 26 ±2°C, 60% umidade e sem luz)	32
Figura 7 – Arenas plásticas, contendo pedaços de pseudocaulis em lados opostos, sendo um lado referente a testemunha e outro lado correspondente ao tratamento utilizado (10%, 25%, 50%, 100%)	32
Figura 8 - Diferenciação sexual de adultos da broca-do-rizoma da bananeira (macho e fêmea) com base na distribuição de pontuações no rosto ..	33
Figura 9 - Diferenciação sexual de adultos da broca-do-rizoma bananeira (macho e fêmea) por meio da curvatura do esternito abdominal	34

Figura 10 -(A) Visão parcial do experimento de dupla escolha. (B) detalhe da arena contendo dois recipientes com pedaços de pseudocaule tratados com manipueira (M) e água (A), interligados por uma ponte, permitindo o deslocamento do adulto de <i>Cosmopolites sordidus</i>	36
Figura 11 -Vista das bandejas plásticas contendo placas com adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> submetidos a diferentes concentrações de manipueira em teste de mortalidade	37
Figura 12 -Bandejas contendo diferentes tratamentos com manipueira cobertas com cartolina preta, após a instalação do experimento de mortalidade de adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i>	37
Figura 13 -Avaliação do teste de mortalidade de adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> frente a diferentes concentrações de manipueira	38
Figura 14 -Número médio ($\pm$ epm) de adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> (machos) na superfície abaxial de pedaços de pseudocaule tratados com manipueira (10%, 25%, 50% e 100%) e comparação com a testemunha. Epm = erro padrão da média	39
Figura 15 -Número médio ($\pm$ epm) de adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> (machos) nas posições adaxial e lateral de pedaços de pseudocaule tratados com manipueira (10%, 25%, 50% e 100%) e comparação com a testemunha. Epm = erro padrão da média	40
Figura 16 - Número médio ($\pm$ epm) de adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> (fêmeas) na superfície abaxial de pedaços de pseudocaule tratados com manipueira (10%, 25%, 50% e 100%) e comparação com a testemunha. Epm = erro padrão da média	41

Figura 17 –Número médio ($\pm$ epm) de adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> (fêmeas) nas posições adaxial e lateral de pedaços de pseudocaule tratados com manipueira (10%, 25%, 50% e 100%) e comparação com a testemunha. Epm = erro padrão da média	42
Figura 18 –Porcentagem de escolhas de adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> em resposta aos voláteis de pseudocaule tratados com diferentes concentrações de manipueira	44
Figura 19–Distribuição do número de insetos mortos em função das concentrações de manipueira (0, 10, 25, 50 e 100%) em diferentes tempos de avaliação (1, 17, 24, 40, 48, 64, 72, 88 e 96 h), representada por boxplots	46
Figura 20 –Remoção das plantas (A) com limpeza superficial do rizoma, removendo as raízes e terra (B) e exposição do rizoma (C) para avaliação da presença de galerias causadas por <i>Cosmopolites sordidus</i>	58
Figura 21 –Crescimento vegetativo da bananeira 'Princesa' previamente à infestação por <i>Cosmopolites sordidus</i> : (A) Altura da planta, (B) diâmetro do pseudocaule e (C) número de folhas vivas, ao longo do tempo. Os dados indicam crescimento progressivo com ajuste quadrático, sem influência significativa dos tratamentos com manipueira	59
Figura 22 –Crescimento vegetativo da bananeira 'Princesa' após a infestação por <i>Cosmopolites sordidus</i> : (A) Altura em função da concentração de manipueira (ajuste quadrático) e (B) em função do tempo (ajuste linear); (C) número de folhas vivas em função da concentração; (D) número de folhas vivas ao longo do tempo (ajuste quadrático)	60

Figura 23—Danos observados em rizomas de bananeira 'Princesa' após a infestação por *Cosmopolites sordidus*: (A) porcentagem de galerias das concentrações de manipueira e em plantas não infestadas; (B) ajuste da equação para danos em função da concentração de manipueira, com ajuste quadrático 57

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1 – Composição química da manipueira	24
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Foc – *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

Xcm - *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*

LISTA DE SÍMBOLOS

°C – graus Celsius

% – porcentagem

cm – centímetro(s)

h – hora(s); hour(s)

ha – hectare(s)

m – metro(s)

min – minuto(s); minute(s)

mL – mililitro(s)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1 ASPECTOS GERAIS DA BROCA-DO-RIZOMA-DA-BANANEIRA, <i>COSMOPOLITES SORDIDUS</i>	18
3.2 MONITORAMENTO DA BROCA-DO-RIZOMA DA BANANEIRA	21
3.3 MÉTODOS DE CONTROLE DA BROCA-DO-RIZOMA DA BANANEIRA	22
3.4 MANIPUEIRA	23
3.5 MANIPUEIRA NO CONTROLE DE PRAGAS	25
ARTIGO 1.....	27
INTRODUÇÃO	30
MATERIAL E MÉTODOS	30
TESTE DE REPELÊNCIA.....	31
TESTE COMPORTAMENTAL	35
TESTE DE MORTALIDADE EM LABORATÓRIO	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
TESTE DE REPELÊNCIA.....	38
TESTE COMPORTAMENTAL	43

TESTE DE MORTALIDADE EM LABORATÓRIO	45
CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS.....	48
ARTIGO 2.....	52
INTRODUÇÃO	54
MATERIAL E MÉTODOS	55
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS.....	63
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
REFERÊNCIAS	65

1. INTRODUÇÃO

A banana (*Musa* spp.) é considerada uma fruta que possui alto impacto econômico e social em todo território nacional, ocupando a quarta posição na produção mundial em 2022 (FAO, 2024). O Brasil, em 2017, contava com cerca de 202.513 mil estabelecimentos produtores de banana e produção de 6.825.724 toneladas (IBGE, 2023). O estado com maior produção foi São Paulo, com 976.455 toneladas; a Bahia ocupou a segunda posição, com 862.568 toneladas, sendo Bom Jesus da Lapa o município maior produtor nacional (IBGE, 2023).

A bananeira é uma planta suscetível à infestação por artrópodes, porém, poucos causam danos significativos que interferem na produção (FANCELLI et al., 2015). Entre as pragas mais prejudiciais tem-se a broca-do-rizoma, *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Curculionidae).

A broca-do-rizoma é considerada praga-chave da cultura pelos elevados prejuízos que acarreta e ampla distribuição geográfica (GOLD; PENA; KARAMURA, 2001; FANCELLI et al., 2015). O dano direto é causado por suas larvas que fazem galerias no rizoma, as quais prejudicam a absorção de água e nutrientes e facilitam o tombamento das plantas, com reflexos na produção e qualidade dos frutos (GOLD; PENA; KARAMURA, 2001; FANCELLI et al., 2021).

A presença de galerias também favorece a infecção dos rizomas por fitopatógenos como o fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) causador da murcha de *Fusarium* (PEREIRA et al., 2005). Adicionalmente, adultos da broca podem se constituir em vetores do Foc (MELDRUM et al., 2013; GUILLÉN-SÁNCHEZ et al., 2021) e da bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* (Xcm), causadora da murcha da bananeira (WERE et al., 2015).

Essas informações são de grande relevância para a bananicultura brasileira, considerando que as principais cultivares plantadas (pertencentes ao tipo Prata) são altamente suscetíveis ao Foc Raça 1 causando sérios prejuízos às plantas (ARAÚJO et al., 2017; REBOUÇAS et al., 2018). Além disso, na iminência de introdução do Foc raça 4 tropical (Foc R4T), praga quarentenária ausente para o Brasil e que apresenta alto potencial de estabelecimento e dispersão (FIDELIS et al., 2018), medidas de controle de *C. sordidus* deverão ser intensificadas (MELDRUM et al., 2013).

No Brasil, medidas de prevenção são adotadas através de Regulamentação fitossanitária, Planos de contingência, Vigilância e monitoramento, Educação e

1 conscientização, Pesquisa e desenvolvimento (BRASIL, 2018). Atualmente, o controle
2 da broca-do-rizoma é feito basicamente pelo uso de iscas atrativas, do fungo
3 entomopatogênico *Beauveria bassiana* e de inseticidas químicos. Contudo, o controle
4 químico apresenta problemas quando associado ao uso indiscriminado, promovendo
5 a evolução da resistência da praga aos produtos químicos (SATO, 2009; OKOLLE et
6 al., 2020). De acordo com Lopes e Albuquerque (2018) e Ahmad et al. (2024), os
7 impactos abrangem desde diminuição da fertilidade do solo até a contaminação da
8 água e do ar, ameaçando severamente a saúde dos organismos expostos a esses
9 produtos, levando à toxicidade aguda ou crônica.

10 Diante dessas limitações, torna-se necessário explorar alternativas
11 sustentáveis (OKOLLE et al., 2020). Os inseticidas botânicos são tidos como uma
12 opção segura no manejo de pragas tanto no que se refere à saúde humana quanto ao
13 meio ambiente, devido à baixa ou nula presença de resíduos químicos (HIKAL et al.,
14 2017). A manipueira, subproduto líquido da produção de farinha de mandioca (*Manihot*
15 *esculenta* Crantz), tem se mostrado promissora no controle de diversas pragas devido
16 às suas propriedades inseticidas naturais (PONTE, 1999; ZEVALLOS; QUEROL;
17 AMBROGI, 2018).

18 Considerando o grande volume de manipueira gerado no processo de produção
19 de farinha, o que pode gerar sério problema de poluição ambiental (SANTOS, 2009;
20 SOUZA; SILVA; FERREIRA, 2021), justificam-se estudos para aproveitamento desse
21 resíduo no controle da broca-do-rizoma da bananeira.

22 Assim, esse estudo busca não apenas contribuir para o controle eficiente da
23 broca-do-rizoma por meio de um inseticida botânico, mas também promover práticas
24 agrícolas mais sustentáveis e acessíveis, reforçando a importância de soluções
25 inovadoras e ecológicas no manejo dessa importante praga da bananeira.

26
27

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar a eficiência da manipueira para o controle da broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) na cultura da bananeira.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o comportamento do inseto (*C. sordidus*) em resposta ao efeito de diferentes concentrações de manipueira.
- Determinar o efeito da manipueira na mortalidade de adultos da broca-do-rizoma da bananeira.
- Monitorar os danos causados pela praga em função dos tratamentos com manipueira.
- Estudar o efeito da manipueira no crescimento das plantas.
- Determinar a concentração de manipueira associada à redução dos danos causados por *C. sordidus* em bananeiras.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ASPECTOS GERAIS DA BROCA-DO-RIZOMA-DA-BANANEIRA, *COSMOPOLITES SORDIDUS*

A broca-do-rizoma, *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824), conhecida como moleque-da-bananeira ou broca-da-bananeira, pertence ao Reino Animalia, filo Arthropoda, classe Insecta, ordem Coleoptera, família Curculionidae, gênero *Cosmopolites* (EPPO, 2024). No Brasil, esse inseto foi detectado pela primeira vez em 1915, no município do Rio de Janeiro (MESQUITA, 2003).

O adulto desta praga, um besouro preto, mede aproximadamente 11 mm de comprimento e 5 mm de largura (Figura 1). Durante o dia, ele pode ser localizado em áreas úmidas e sombreadas próximas às touceiras, entre as bainhas das folhas e nos restos de cultura (BORGES, 2015; FANCELLI et al., 2015).



Figura 1 – Fase adulta da broca-do-rizoma da bananeira, *Cosmopolites sordidus*.

Fonte: MATTOS, A. H. S. DE, outubro 2023

Com hábito noturno, adultos da broca-do-rizoma evitam a luz e tendem a ser sedentários durante o dia. Eles estão ativos entre as 18h00 e as 06h00, com maior atividade observada entre as 21h00 e as 04h00 (GOLD; PENA; KARAMAURA, 2001). Quando capturados, eles se movem muito pouco, simulando estar mortos (tanatose) (Figura 2). Sua dispersão ocorre principalmente por caminhamento ou através do

1 transporte de mudas provenientes de áreas infestadas (FAZOLIN; LEDO; AZEVEDO,
2 2000). Têm a capacidade de se deslocar livremente entre propriedades vizinhas,
3 embora poucos se afastem a uma distância superior a 50 m em 3 meses (WERE et
4 al., 2015).



6
7 **Figura 2 – Adultos da broca-do-rizoma da bananeira, *Cosmopolites sordidus***
8 **imóveis após toque, em comportamento de simulação de morte (tanatose).**

9 Fonte: MATTOS, A. H. S. DE., dezembro 2023

10
11 O inseto passa por quatro fases de desenvolvimento: ovo, larva, pupa, que
12 ocorrem no rizoma da planta e adulto, o qual tem vida livre. As temperaturas noturnas
13 ideais para o desenvolvimento deste inseto variam de 15 °C a 30 °C (SILVA; COSTA;
14 ZANÚNCIO JÚNIOR, 2023). Segundo Traoré et al. (1993), a temperatura ótima para
15 o desenvolvimento dos ovos é de 25 °C a 30 °C. Em outro estudo, Traoré et al. (1996)
16 identificaram a presença de seis estágios larvais, cuja duração tende a diminuir
17 conforme a temperatura aumenta.

18 As fêmeas utilizam suas mandíbulas para abrir pequenas cavidades no rizoma
19 ou na base do pseudocaule, onde depositam seus ovos (Figura 3). Cada fêmea põe,
20 em média, cinco ovos por mês, com variações sazonais influenciadas pela
21 temperatura e pela disponibilidade de alimento. Em alguns casos, o número total de
22 ovos pode chegar a 100, e o período de incubação varia entre 5 e 8 dias (BATISTA
23 FILHO et al., 2005). Entre 5 e 8 dias após a oviposição, eclodem pequenas larvas sem
24 pernas, de corpo enrugado e afilado na extremidade anterior. Essas larvas se movem
25 por meio de contrações rítmicas dos segmentos torácicos. Apresentam coloração
26 clara que contrasta com a cabeça vermelha e brilhante (Figura 4) e mandíbulas

robustas (NOMURA; FUZITANI; DAMATTO JÚNIOR, 2011).

O período desde a eclosão da larva até a transição para a fase de pupa pode variar entre 22 e 118 dias, dependendo principalmente da temperatura ambiente e da cultivar hospedeira. As pupas, que têm coloração branca, geralmente se localizam perto da superfície do rizoma, dentro das galerias formadas pela larva (MESQUITA, 2003).

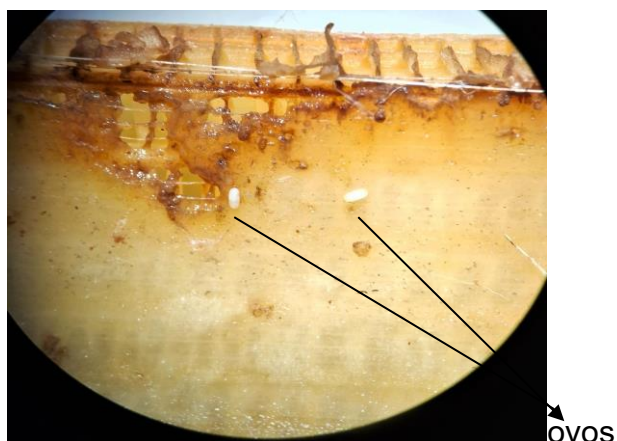


Figura 3 – Ovos da broca-do-rizoma da bananeira, *Cosmopolites sordidus*. Fonte: MATTOS, A. H. S. DE, abril 2024



Figura 4 – Larva da broca-do-rizoma da bananeira, *Cosmopolites sordidus*. Fonte: MATTOS, A. H. S. DE, agosto 2024

Os prejuízos causados pelo inseto manifestam-se de maneira distinta dependendo da idade e da sanidade da planta, bem como da gravidade da infestação (MESQUITA, 2003). Os danos diretos são causados pelas larvas, que abrem galerias no rizoma e no pseudocaule, prejudicando a translocação de seiva e a absorção de

nutrientes pelas raízes, além de tornar a planta mais vulnerável a patógenos (FANCELLI et al., 2015). Os danos indiretos incluem a queda das bananeiras que já frutificaram, especialmente em condições de vento, devido ao sistema radicular danificado que não consegue sustentar o peso dos cachos. A infestação facilita a entrada de outros insetos, nematoides e microorganismos, como o fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc), causador da murcha de *Fusarium*.

Dependendo do nível de infestação e da variedade da bananeira, as perdas de produção podem chegar a 100% (NOMURA, FUZITANI, DAMATTO JÚNIOR, 2011). Os adultos da broca podem atuar como vetores do Foc (MELDRUM et al., 2013; GUILLÉN-SÁNCHEZ et al., 2021) e da bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* (Xcm) (WERE et al., 2015), dado que os insetos podem carregar e transmitir esses patógenos tanto interna (no seu intestino) quanto externamente (no corpo), contribuindo para a sua disseminação em bananeiras (WERE et al., 2015; GUILLÉN-SÁNCHEZ et al., 2021).

3.2 MONITORAMENTO DA BROCA-DO-RIZOMA DA BANANEIRA

É essencial realizar o monitoramento da praga para compreender o tamanho de sua população. Através da amostragem, é possível identificar a presença da praga, observar a tendência de crescimento populacional, verificar a ocorrência de inimigos naturais e avaliar a mortalidade causada por fatores ambientais (TIWARI, 2024). Amostragens periódicas são fundamentais para determinar o momento ideal para aplicar medidas de controle, ou seja, quando a praga atinge o nível que justifica a intervenção (BATISTA FILHO et al., 2016).

Como os adultos são atraídos pelos voláteis emitidos pela bananeira, são utilizadas armadilhas atrativas feitas com rizoma ou pseudocaule da planta recém-colhida ou com até 15 dias após a colheita (BORGES, 2015). Para monitoramento, recomenda-se o uso de 20 a 30 armadilhas por ha, com coletas semanais e renovação das armadilhas a cada quinze dias. Os tipos mais comuns de armadilhas são do tipo telha, queijo, sanduíche e cunha. A armadilha do tipo cunha apresenta desempenho superior quando comparada às armadilhas do tipo queijo e sanduíche (QUEIROZ et al., 2017). No primeiro ano, devido à dificuldade de obtenção de armadilhas queijo e

cunha, é aconselhável o uso de armadilhas telha ou sanduíche. O nível de controle pode variar de 2 a 5 insetos por armadilha (BORGES et al., 2016).

3.3 MÉTODOS DE CONTROLE DA BROCA-DO-RIZOMA DA BANANEIRA

De acordo com Ferreira et al. (2015), o controle de *C. sordidus* pode ser realizado através de:

- **Utilização de mudas livres de infestação:** dessa forma, assegura-se que as mudas utilizadas no plantio estejam livres de pragas, principalmente se forem micropropagadas.
- **Manejo cultural:** consiste em práticas culturais que podem diminuir a população e os danos causados pelo inseto, incluindo desbaste, manutenção da cobertura vegetal do solo, corte do pseudocaule após a colheita e nutrição equilibrada.
- **Utilização de armadilhas atrativas:** mesmas armadilhas citadas no monitoramento da praga (3.2), no entanto, usadas para capturar os adultos atraídos.
- **Variedades resistentes:** plantio de variedades de bananeira que apresentem resistência ao inseto.
- **Controle biológico:** uso de inimigos naturais, como predadores e entomopatógenos.
- **Controle por comportamento:** uso de armadilhas que contêm feromônios sintéticos atrativos. Essas armadilhas devem ser instaladas e mantidas durante todo o ano, após a instalação da cultura, para maximizar sua eficácia no monitoramento e controle da praga.
- **Controle químico:** uso de inseticidas.

Entretanto, devido à não adoção do monitoramento da praga e das demais práticas citadas anteriormente, o controle de *C. sordidus* tem sido predominantemente conduzido por meio da utilização de agrotóxicos. Muitos desses produtos são de amplo espectro de ação e apresentam elevada toxicidade para seres humanos, bem como para outros vertebrados e a fauna benéfica (SILVA; COSTA; ZANÚNCIO

JÚNIOR, 2023). Adicionalmente, o uso desses produtos pode resultar na contaminação do solo e das águas, comprometendo a saúde humana e o meio ambiente (PENTEADO, 2000; AHMAD et al., 2024), tornando necessária a implementação de medidas de controle de baixo impacto ambiental. Entre elas, destaca-se o uso de inseticidas botânicos, no qual são utilizados compostos bioativos que atuam como mecanismos naturais de defesa das plantas (KOCKE, 1987; ISMAN, 2006), particularmente relevante nos países tropicais (ISMAN, 2020).

Em busca de alternativas para o controle de pragas na cultura da bananeira, com foco na redução da contaminação ambiental por produtos químicos, a manipueira é uma excelente opção, pois é um produto natural que apresenta atividade inseticida (PONTE, 1999; ZEVALLOS; QUEROL; AMBROGI, 2018). Segundo Ponte (1999) e Freire (2001), a manipueira possui múltiplas propriedades biológicas, atuando como agente de controle contra nematoides, bactérias, ácaros, fungos, plantas invasoras e insetos, além de poder ser utilizada como fertilizante orgânico. Uma das principais vantagens do uso da manipueira está na sua ampla disponibilidade, especialmente em áreas de agricultura familiar, onde é frequentemente gerada como subproduto do processamento da mandioca por pequenos produtores (GONZAGA et al., 2007). A utilização desse resíduo no controle de *C. sordidus* na cultura da bananeira fornecerá valor agregado à manipueira.

3.4 MANIPUEIRA

Dentre os diversos subprodutos provenientes da flora brasileira, merece destaque a manipueira, proveniente da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), conforme destacado por Tokarnia et al. (1979); Hierro-Iglesias et al. (2022); Schmidt et al. (2023). A manipueira é um líquido de aparência leitosa e coloração amarelo-claro, obtido a partir da prensagem das raízes da mandioca (PONTE, 1992; PONTE, 2001). A composição da manipueira é bastante variável (Tabela 1), destacando-se a presença de dois glicosídeos tóxicos (linamarina e lotaustralina), de acordo com Cassoni e Cereda (2011).

Componentes	Quantidades (ppm)
Nitrogênio (N)	425,5
Fósforo (P)	259,5
Potássio (K)	1863,5
Cálcio (Ca)	227,5
Magnésio (Mg)	405,0
Enxofre (S)	195,0
Ferro (Fe)	15,3
Zinco (Zn)	4,2
Cobre (Cu)	11,5
Manganês (Mn)	3,7
Boro (B)	5,0
Cianeto livre (CN)	42,5
Cianeto total (CN)	604,0*

1 * 55,0 mg/L (em média)

2 Tabela 1: Composição química da manipueira. FONTE: Ponte et al. (1998)

3 Esses glicosídeos são apenas liberados mediante dano mecânico ou
4 herbivoria, originando o ácido cianídrico (HCN), que quando em contato com a água,
5 pode ser encontrado em sua forma molecular de íon cianeto (CN) (CHISTÉ et al.,
6 2010). O HCN constitui-se em um importante mecanismo de defesa da planta, sendo
7 um dos compostos voláteis de maior toxicidade a organismos vivos (ZEVALLOS;
8 QUEROL; AMBROGI, 2018). As concentrações de glicosídeos cianogênicos podem
9 variar de acordo com a variedade da mandioca, a espécie, a fase de desenvolvimento
10 da planta e as condições do solo e clima (ZEVALLOS; QUEROL; AMBROGI, 2018).

11 De acordo com IBGE (2023), a produção brasileira de mandioca foi de
12 18.514.317 toneladas de raízes, numa área colhida de 1.201.440 hectares e
13 rendimento médio de 15.410 kg por hectare. O Pará destaca-se como o estado com
14 maior produção de mandioca.

15 A quantidade de manipueira gerada no Brasil depende da quantidade de
16 mandioca prensada, que varia de ano para ano. Estima-se que o estado da Bahia gere
17 cerca de 1.250.000 metros cúbicos de manipueira anualmente (DINIZ et al., 2009)

18 Considerando o grande volume de manipueira produzido (volume/ massa de
19 raiz), é muito comum o seu descarte inadequado no solo ou em cursos d'água, o que
20 pode acarretar severos problemas, devido à biodisponibilidade da matéria orgânica e

1 CN- (íon cianeto), contaminando os compartimentos ambientais (solo, água e ar) e a
2 saúde humana (MACIEL et al., 2023).

3 Na busca pela prevenção ou mitigação desses efeitos negativos, alternativas
4 de uso da manipueira têm sido pesquisadas (SANTOS, 2009; ZEVALLOS; QUEROL;
5 AMBROGI, 2018). Na agropecuária, o uso adequado desse produto se mostra um
6 recurso valioso para os produtores devido a seus usos múltiplos (ZEVALLOS;
7 QUEROL; AMBROGI, 2018). Segundo Souza, Silva e Ferreira (2021), diversas
8 pesquisas destacam a eficácia da manipueira na agricultura, apontando seus
9 benefícios na melhoria das propriedades físico-químicas do solo, com impacto positivo
10 sobre a produção. Além dos efeitos nutricionais das plantas, deve ser enfatizado o
11 potencial de uso da manipueira no controle de pragas (ZEVALLOS; QUEROL;
12 AMBROGI, 2018).

14 3.5 MANIPUEIRA NO CONTROLE DE PRAGAS

15 De acordo com Bailón-Salas et al. (2021), a manipueira tem sido estudada há
16 mais de 30 anos para possíveis aplicações no controle de pragas, incluindo
17 artrópodes, nematoides e fungos.

18 Em estudo de revisão realizado por Zevallos; Querol; Ambrogi (2018), os autores
19 apresentam uma análise aprofundada dos glicosídeos cianogênicos presentes na
20 mandioca, destacando compostos como linamarina e lotaustralina, que
21 desempenham um papel crucial na defesa da planta.

22 Em um experimento realizado por Silva; Souza; Oliveira (2018), ao avaliar o
23 potencial da manipueira como alternativa de controle de *Spodoptera frugiperda*
24 (Smith) em milho, foram testadas cinco concentrações (0%, 25%, 50%, 75%, 100%).
25 Com base nos danos no cartucho, dano nas folhas e produtividade, a concentração
26 de 25% foi a mais eficaz, promovendo redução do ataque em quase 30%.

27 Rodrigues et al. (2020) testaram a manipueira para o controle do gorgulho do
28 milho (*Sitophilus zeamais* Mots.), nas concentrações de 0, 25%, 50%, 100%,
29 verificando que todas as concentrações de manipueira causaram mortalidade dos
30 insetos superior a 50%.

31 Em um estudo realizado com cinco concentrações de manipueira (10 mg/ml, 20

1 mg/ml, 30 mg/ml, 40 mg/ml e 50 mg/ml) para controlar pulgões pretos (*Aphis citricidus*
2 (Kirkaldy)), na cultura da laranjeira, Gonzaga et al. (2007) demonstraram que a
3 concentração de 50 mg/ml resultou em uma mortalidade total dos insetos. Nas demais
4 concentrações, observou-se mortalidade variável entre 48% e 88%.

5 No estudo de Carvalho et al. (2017), foram investigados diferentes extratos
6 vegetais quanto à eficácia na mortalidade de ovos e ninfas da mosca-negra-dos-citros
7 (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) em laboratório. Os inseticidas testados foram: extrato
8 aquoso de nim (10% e 20%), manipueira (50% e 100%), calda de pimentas (10% e
9 20%), calda do pedúnculo do craveiro-da-índia (10% e 20%) e óleo de nim comercial
10 (1% e 2%). Verificou-se que todos os tratamentos apresentaram ação translaminar,
11 com eficiência superior a 50%. A manipueira e o óleo de nim comercial mostraram
12 eficiência superior a 80% na mortalidade de ovos e ninfas de 1º instar. Sob
13 pulverização direta, todos os tratamentos ultrapassaram 70% de eficiência.
14 Manipueira, extrato aquoso de nim e nim comercial apresentaram eficiência superior
15 a 80%.

16 Considerando que a manipueira, subproduto da agroindústria da farinha que
17 apresenta atividade inseticida (PONTE, 1999) e é produzida em abundância e possui
18 a capacidade de se tornar um problema social e ambiental quando não manejada
19 corretamente, fazem-se necessários estudos visando o melhor aproveitamento desse
20 resíduo no controle de *C. sordidus* em bananeira.

21

1

ARTIGO 1

2

3

**MANUSCRITO A SER SUBMETIDO AO PERIÓDICO REVISTA BRASILEIRA DE
FRUTICULTURA APÓS AJUSTES**

4

5

**EFEITO DA MANIPUEIRA SOBRE O COMPORTAMENTO E SOBREVIVÊNCIA
DE ADULTOS DE *Cosmopolites sordidus***

**ANDRÉA DA HORA SILVA DE MATTOS, ARISTOTELES PIRES DE MATOS,
CARLOS ALBERTO DA SILVA LEDO, MARIA DE FÁTIMA FERREIRA DA
COSTA PINTO, MARILENE FANCELLI**

RESUMO – O controle da broca-do-rizoma da bananeira (*Cosmopolites sordidus*) é comumente realizado pelo uso de inseticidas sintéticos. Devido aos efeitos negativos desses insumos sobre o ecossistema e à saúde humana, alternativas sustentáveis têm sido pesquisadas. A manipueira, subproduto da mandioca, surge como alternativa promissora devido ao efeito inseticida. Este estudo avaliou o efeito da manipueira sobre a repelência, o comportamento e a mortalidade de *C. sordidus*. Foram testadas quatro concentrações de manipueira (10%, 25%, 50% e 100%), além da testemunha, em laboratório. No estudo da repelência, cinco insetos (machos e fêmeas) foram soltos em uma arena contendo pedaços de pseudocaule tratados com manipueira ou água, sendo sua preferência avaliada após 30 min. No teste comportamental, pedaços de pseudocaule tratados com manipueira ou água foram inseridos em recipientes interligados por ponte. Utilizou-se um inseto por teste, com observação da primeira escolha após 10 min. No teste de mortalidade, três insetos foram mantidos em placa de Petri contendo pedaço de pseudocaule tratados com manipueira ou água. Adultos mortos e mudanças no comportamento foram avaliados no período de 96 h. O delineamento foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 10 repetições (repelência e comportamental) e 5 tratamentos e 15 repetições (mortalidade). No teste de repelência, pseudocauls tratados com manipueira foram menos visitados, principalmente na face abaxial. No teste comportamental, mais de 66% dos insetos preferiram a testemunha. A manipueira afetou a sobrevivência, sendo a concentração de 100% a mais eficaz, com aumento significativo na mortalidade após 40 h. Esses resultados sugerem que a manipueira pode ser uma alternativa promissora no controle da broca-do-rizoma.

PALAVRAS-CHAVE: Águas residuárias da mandioca; Broca-do-rizoma da bananeira; Glicosídeos cianogênicos; Inseticida natural; *Manihot esculenta*; *Musa* spp.

**EFFECT OF CASSAVA WASTEWATER ON THE BEHAVIOR AND SURVIVAL OF
ADULTS OF *Cosmopolites sordidus***

ABSTRACT - The banana weevil (*Cosmopolites sordidus*) is commonly managed with synthetic insecticides. However, the negative environmental and health effects of these products have prompted the search for sustainable alternatives. Cassava wastewater, a byproduct of cassava (*Manihot esculenta*) processing, has shown insecticidal potential and may offer an eco-friendly option for pest control. This study evaluated the effects of cassava wastewater on the repellency, behavior, and mortality of *C. sordidus* adults under laboratory conditions. Four concentrations (10%, 25%, 50%, and 100%) were tested, along with a control (distilled water). In the repellency assay, five male or five female insects were placed in an arena containing pseudostem pieces treated with cassava wastewater or water, and the number of individuals on each treatment was recorded after 30 min. In the behavioral test, treated pseudostem pieces were placed in plastic containers connected by a bridge. One insect was used per replicate, and its first choice was observed after 10 min. In the mortality test, three insects were maintained in Petri dishes with pseudostem pieces treated with cassava wastewater or water. Mortality and behavioral changes were recorded for 96 h. The experiment followed a completely randomized design with 4 treatments and 10 replications (repellency and behavior) and 5 treatments and 15 replications (mortality). In the repellency test, treated pseudostems were less visited, especially on the abaxial surface. In the behavioral assay, more than 66% of insects preferred the witness. Cassava wastewater affected survival, with the 100% concentration being the most effective, resulting in a significant increase in mortality after 40 h. These findings suggest that cassava wastewater is a promising, low-cost, and sustainable alternative for managing the banana weevil.

KEYWORDS: Banana weevil; Cassava wastewater; Cyanogenic glycosides; *Manihot esculenta*; *Musa* spp.; Natural insecticide.

1 INTRODUÇÃO

2 A cultura da bananeira (*Musa* spp.) tem alta relevância socioeconômica, destacando-se como
3 uma das frutas mais produzidas e consumidas globalmente. No Brasil, desempenha um papel
4 fundamental, tanto para a subsistência de pequenos produtores quanto para o mercado
5 comercial. Contudo, sua produção enfrenta desafios significativos devido à ação de pragas
6 como a broca-do-rizoma, *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) (FERREIRA et
7 al., 2015). Essa praga causa extensos danos às plantas, especialmente na fase larval, onde são
8 formadas galerias nos rizomas, comprometendo o transporte de nutrientes e a sustentação da
9 planta (GOLD; PENA; KARAMURA, 2001; FANCELLI et al., 2015). Além disso, adultos
10 podem atuar como vetores de fitopatógenos como *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*
11 (GUILLÉN-SÁNCHEZ et al., 2021) e *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* (WERE et al.,
12 2015).

13 O controle da broca-do-rizoma tem sido predominantemente químico, o que levanta
14 preocupações ambientais e de saúde pública, além de favorecer o desenvolvimento de
15 resistência por parte do inseto (SATO, 2009; OKOLLE et al., 2020; AHMAD et al., 2024).
16 Alternativas sustentáveis têm ganhado atenção, como o uso de inseticidas botânicos, que
17 oferecem menor impacto ambiental e maior segurança para humanos e organismos não-alvo
18 (HIKAL et al., 2017).

19 Nesse contexto, a manipueira, subproduto do processamento da mandioca, surge como uma
20 alternativa promissora. Estudos apontam seu potencial inseticida devido à presença de
21 compostos como linamarina e lotaustralina, que liberam ácido cianídrico (PONTE, 1999;
22 ZEVALLOS; QUEROL; AMBROGI, 2018). Esse subproduto já demonstrou eficácia contra
23 outras pragas agrícolas, e seu uso pode agregar valor ao resíduo, ao mesmo tempo que mitiga
24 problemas ambientais relacionados ao descarte inadequado (SANTOS, 2009; SOUZA; SILVA;
25 FERREIRA, 2021).

26 Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da manipueira sobre o
27 comportamento e a sobrevivência de adultos de *Cosmopolites sordidus*, buscando contribuir
28 para o desenvolvimento de métodos de controle mais sustentáveis e eficazes.

29 MATERIAL E MÉTODOS

30 O trabalho foi conduzido em condições de laboratório na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em
31 Cruz das Almas, BA. Foram instalados três ensaios: 1. Teste de repelência, 2. Teste
32 comportamental, 3. Teste de mortalidade.

1 Os insetos utilizados foram provenientes do bananal da Unidade. Foram coletados mediante
2 distribuição de armadilhas tipo telha e levados ao laboratório para assepsia em água corrente.
3 Posteriormente, foram introduzidos em recipientes plásticos (20,0 cm diâmetro, 7,0 cm de
4 altura) contendo papel filtro no fundo e pedaços de pseudocaule da cultivar 'Prata' para
5 alimentação. Foram mantidos em quarentena durante 45 dias, acondicionados em BOD, a uma
6 temperatura de $26 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade de $60 \pm 10\%$ e no escuro. O alimento foi trocado a cada dois
7 ou três dias. A manipueira utilizada nos tratamentos foi proveniente da Cooperativa de
8 Produtores Rurais de Presidente Tancredo Neves, BA (COOPATAN). Foi acondicionada em
9 frascos plásticos não transparentes (leitosos) com volume de 1 L, vedados hermeticamente. Os
10 frascos foram mantidos na ausência de luz, em câmara fria à temperatura de $12 \pm 1^\circ\text{C}$ por um
11 período de três meses.

12 **TESTE DE REPELÊNCIA**

13 Este teste foi realizado com o objetivo de verificar o efeito repelente de diferentes concentrações
14 de manipueira sobre adultos do inseto (*C. sordidus*). O experimento foi conduzido à
15 temperatura de $27 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de 60% e sem luz. A unidade experimental consistiu
16 de uma arena (bandeja plástica de 43 cm de comprimento, 27 cm de largura e 10 cm de
17 profundidade) (Figura 5). O fundo das arenas foi coberto por uma camada de aproximadamente
18 1 cm de vermiculita para facilitar o deslocamento dos insetos e simular o ambiente natural.



vermiculita

19

20 **Figura 5 – Arenas contendo vermiculita utilizadas no teste de repelência de diferentes concentrações de**
21 **manipueira a adultos de *Cosmopolites sordidus*. Fonte: MATTOS, A. H. S. DE, fevereiro 2024**

Os tratamentos avaliados foram estabelecidos sob quatro concentrações de manipueira (10%, 25%, 50% e 100%) (Figura 6), comparados com a testemunha. Em cada arena, foram inseridos dois pedaços de pseudocaule em lados opostos, a uma distância de aproximadamente 12,5 cm do centro da mesma. Um dos pedaços de pseudocaule correspondeu ao tratamento com manipueira em uma das concentrações previamente citadas, o qual foi contrastado com a testemunha (pedaço de pseudocaule tratado com água destilada) (condição de dupla escolha) (Figura 7).

Os pedaços de pseudocaule foram obtidos de plantas recém-colhidas da cultivar ‘Prata’ no bananal da Embrapa Mandioca e Fruticultura e apresentavam dimensões aproximadas de 6,0 x 6,0 cm, 1,0 cm de altura. As arenas foram mantidas em prateleiras no laboratório. As diluições foram feitas de forma seriada, de acordo com cada concentração a ser testada, exceto a concentração 100%.



Figura 6 – Borrifadores contendo as soluções de manipueira às concentrações de 10%, 25%, 50% e 100% utilizadas para pulverizar pedaços de pseudocaule e avaliar a repelência de adultos de *C. sordidus* em laboratório). Fonte: MATTOS, A. H. S. DE, fevereiro 2024

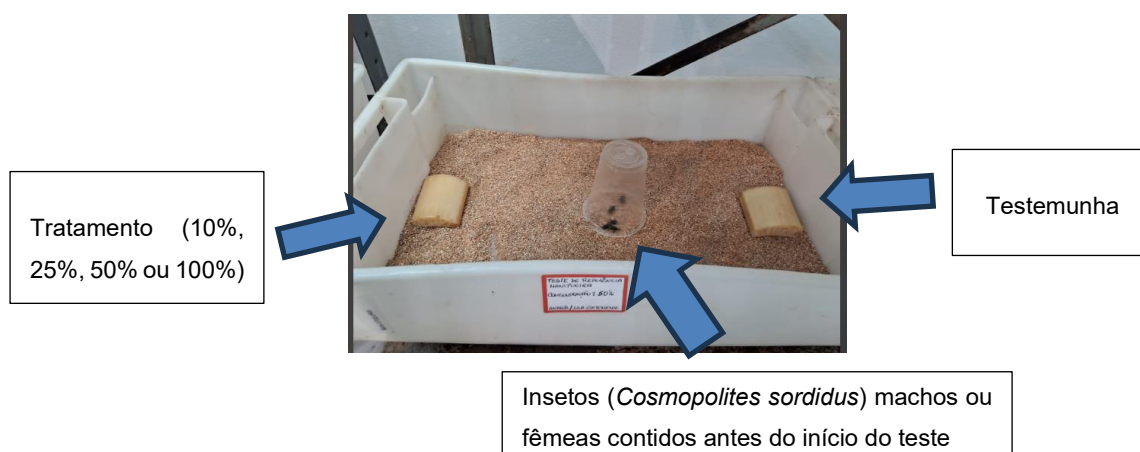


Figura 7 - Arenas contendo pedaços de pseudocaule em lados opostos, sendo um referente à testemunha e outro correspondente à concentração de manipueira utilizada (10%, 25%, 50%, 100%). Fonte: MATTOS,

A. H. S. DE, fevereiro 2024

Cada pedaço de pseudocaule foi pulverizado com 2,5 ml do tratamento ou de água destilada (Figura 6), em toda superfície. Esse volume, determinado em experimentos preliminares, foi suficiente para a molhação total do pedaço de pseudocaule, sem escorrimento do líquido. Os experimentos foram realizados considerando as respostas de machos e fêmeas separadamente. Em cada repetição, foram utilizados cinco machos ou cinco fêmeas.

Para sexagem dos insetos, os mesmos foram levados ao microscópio para verificação das diferenças entre eles. De acordo com Longoria (1968) e Vallejo, Sánchez e Salgado (2007), os machos são diferenciados das fêmeas com base na presença de pontuações no rostro, as quais se estendem além da linha média entre a parte mais larga do rostro e sua parte distal (Figura 8). Outro método de diferenciação é através da curvatura do esternito abdominal (Figura 9). Os machos possuem uma curvatura mais acentuada.

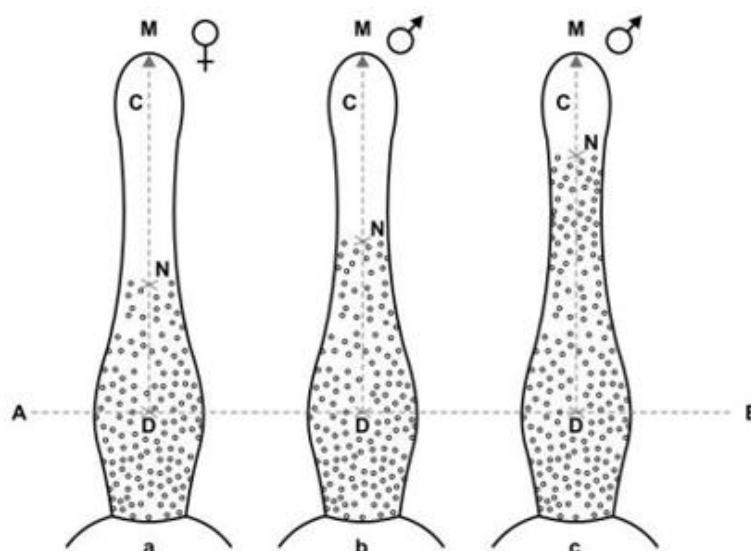


Figura 8 - Diferenciação sexual de adultos da broca-do-rizoma da bananeira (macho e fêmea) com base na distribuição de pontuações no rostro. Fonte: Adaptado de LONGORIA (1968).



Figura 9 – Diferenciação sexual de adultos da broca-do-rizoma da bananeira (fêmea e macho) por meio da curvatura do esternito abdominal. Fonte: MATTOS, A. H. S. DE, abril 2024

Os insetos foram liberados no centro da arena. No entanto, para minimizar o estresse pela manipulação dos insetos, eles permaneceram confinados durante 5 min previamente à liberação (OLIVEIRA et al., 2018). Para isso, foi utilizado um copo plástico (150 mL) invertido sobre a superfície da arena (Figura 7).

A avaliação do experimento foi realizada no período de 30 min após a liberação dos insetos. Registrou-se o número de insetos presentes em cada um dos pedaços de pseudocaule considerando as posições lateral, adaxial e abaxial.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e dez repetições. A análise estatística avaliou o efeito do tratamento com manipueira em diferentes concentrações (10%, 25%, 50% e 100%) com relação ao número de insetos, considerando os fatores tratamento (testemunha x manipueira) e concentração.

Os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise estatística para examinar os efeitos dos fatores tratamento (duas condições: testemunha e manipueira) e concentração (quatro níveis: 10%, 25%, 50% e 100%) na variável contagem de insetos, assim como possíveis interações entre os fatores. Como os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias não foram atendidos, optou-se por uma abordagem não paramétrica.

Utilizou-se o Teste de Kruskal-Wallis para comparar os grupos, devido à ausência de requisitos de normalidade e homogeneidade de variâncias. Diferenças significativas entre grupos foram detalhadas com testes post hoc, empregando o Teste de Dunn com ajuste de Bonferroni para minimizar erros tipo I em múltiplas comparações. As análises foram feitas no software R (RCore Team, 2024).

Para analisar as interações entre fatores, aplicou-se um modelo não paramétrico utilizando o pacote nparLD no software R (R Core Team, 2024), abrangendo os fatores tratamento (Trat), concentração (Conc), sua interação (Trat x Conc) e repetições experimentais (Rep) como fator de agrupamento.

Os resultados foram expressos pelas estatísticas ATS (Estatística tipo ANOVA), que testam efeitos principais e interações sem suposições de distribuição, e WTS (Estatística tipo Wald), que avaliam efeitos em níveis distintos de fatores. Valores-p ($\alpha = 0,05$) determinaram a significância dos efeitos. Diferenças estatisticamente significativas foram interpretadas pelas medianas dos grupos.

TESTE COMPORTAMENTAL

Esse teste foi realizado à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $50 \pm 3\%$ e presença de luz, em sistema de dupla escolha, a fim de observar o comportamento do inseto em resposta ao odor do alimento tratado ou não pela manipueira. Pedacos de pseudocaule (dimensões de 2 cm de comprimento, 2 cm de largura e 1 cm de espessura) foram imersos apenas em água destilada ou em manipueira por 10 segundos. No total, foram conduzidas quatro séries de bioensaios com dez repetições para cada concentração de manipueira testada (10%, 25%, 50% e 100%).

Utilizou-se uma arena plástica (20,0 cm diâmetro, 7,0 cm de altura) contendo dois recipientes plásticos alocados em posição oposta. Os pedacos de pseudocaule foram inseridos nos recipientes plásticos transparentes tampados (6,0 cm diâmetro e 4,5 cm altura, com capacidade de 100 mL). Na lateral de cada recipiente, foi feito um orifício de 2,5 cm de diâmetro. Uma ponte (10 cm de comprimento e 2 cm de largura) foi utilizada para interligar ambos os recipientes (Figura 10). A cada teste, foi utilizado um inseto (sem sexagem). Para evitar possível tendência de escolha, os insetos foram posicionados no centro da ponte em posição transversal ao sentido do deslocamento.

A avaliação foi realizada 10 min após a instalação do experimento, observando-se as escolhas do adulto. Realizou-se o teste de Qui-Quadrado ($p < 0,05$) para comparações entre tratamentos. Os testes estatísticos utilizados foram: teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para tratamento e concentração e Anova não paramétrica para avaliar interação entre tratamento e concentração.

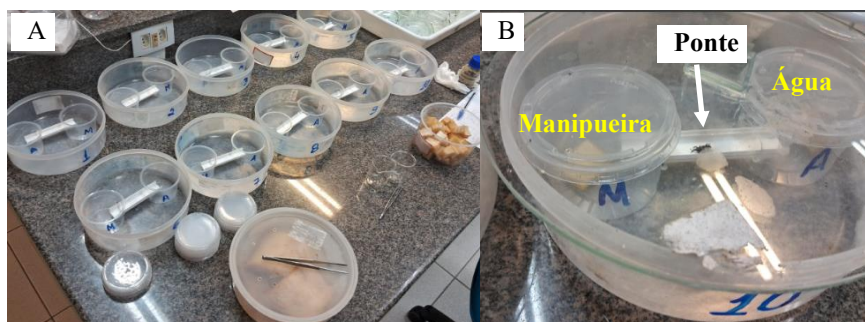


Figura 10 – (A) Visão parcial do experimento de dupla escolha. (B) Detalhe da arena contendo dois recipientes com pedaços de pseudocaule tratados com manipueira (M) e água (A), interligados por uma ponte, permitindo o deslocamento do adulto de *Cosmopolites sordidus*. Fonte: MATTOS, A. H. S. DE, abril

2024

TESTE DE MORTALIDADE EM LABORATÓRIO

Este teste foi conduzido à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $50 \pm 3\%$ e na ausência de luz, com o objetivo de determinar a mortalidade de adultos de *C. sordidus* sob diferentes concentrações de manipueira. A unidade experimental consistiu de uma placa de Petri (dimensões de 9 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura), contendo três insetos adultos. As placas referentes a um mesmo tratamento foram mantidas agrupadas em bandeja plástica (53 cm de comprimento, 37 cm de largura e 9 cm de altura) para evitar possível interferência entre tratamentos (Figura 11).

Pedaços de pseudocaule da cv. 'Prata', coletados de planta recém-colhida do bananal da Embrapa Mandioca e Fruticultura, medindo aproximadamente 2,0 cm x 2,0 cm, foram imersos individualmente em 100 ml das soluções de manipueira por 10 segundos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 15 repetições. Os tratamentos testados foram quatro concentrações de manipueira (10%, 25%, 50% e 100%) e testemunha (água destilada). Após a instalação do experimento, as bandejas foram cobertas com cartolina preta, visando minimizar estresse aos insetos, visto que seu hábito é noturno (Figura 12). As bandejas foram descobertas apenas durante as avaliações diárias.



Figura 11 – Vista das bandejas plásticas contendo placas com adultos de *Cosmopolites sordidus* submetidos a diferentes concentrações de manipueira em teste de mortalidade. Fonte: MATTOS, A. H. S. DE, julho 2024



Figura 12 – Bandejas contendo diferentes tratamentos com manipueira cobertas com cartolina preta, após a instalação do experimento de mortalidade de adultos de *Cosmopolites sordidus*. Fonte: MATTOS, A. H. S. DE, julho 2024

A primeira avaliação foi realizada 1 h após a instalação do teste, e as demais avaliações foram feitas no decorrer de quatro dias, nos períodos de 17, 24, 40, 48, 64, 72, 88 e 96 h em relação à montagem do experimento (Figura 13A). As variáveis analisadas incluíram o número de adultos mortos e mudanças observadas no comportamento de adultos vivos. Para avaliação da mortalidade, os insetos foram tocados com uma pinça; aqueles que apresentaram qualquer

movimento foram considerados vivos, enquanto os que não reagiram foram classificados como mortos. A avaliação do comportamento foi realizada por observação visual, considerando a rapidez da resposta dos insetos frente ao estímulo aplicado. (Figura 13B). Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística de Kruskal-Wallis seguido do teste de comparações múltiplas de Dunn ($p < 0,05$). As análises foram feitas no software R (R Core Team, 2024).

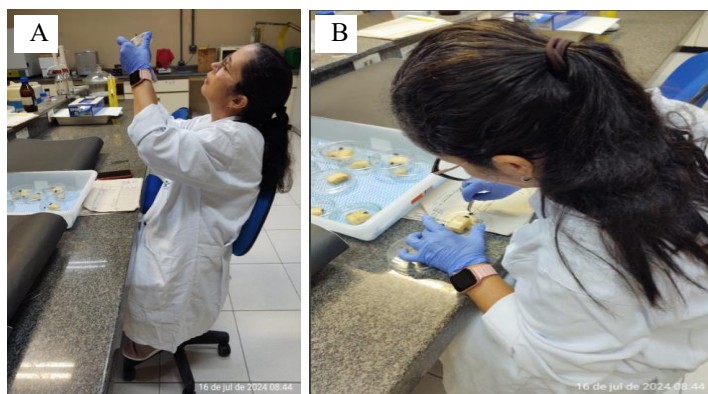


Figura 13 - Avaliação do teste de mortalidade de adultos de *Cosmopolites sordidus* frente a diferentes concentrações de manipueira. Fonte: MATTOS, A. H. S. DE, julho 2024

RESULTADOS E DISCUSSÃO

TESTE DE REPELÊNCIA

Nesse teste, avaliou-se o número de adultos (machos e fêmeas) posicionados nas faces abaxial, adaxial e lateral dos pseudocauls. Como o número de insetos nas posições adaxial e lateral foram baixos, para a análise estatística, esses dados foram agrupados tanto para machos como para fêmeas.

Para o número de machos posicionados na posição abaxial dos pedaços de pseudocaul, verificou-se efeito significativo do tratamento com manipueira em relação à testemunha ($p = 0,01291$) (Figura 14). Pseudocauls tratados com manipueira foram menos visitados do que aqueles considerados como testemunha. No entanto, não houve diferença significativa entre as concentrações ($p = 0,9598$) e nem para a interação entre tratamento e concentração ($p = 0,7069$). Nenhuma das concentrações diferiu significativamente entre si, podendo-se inferir que a manipueira, independentemente da concentração, reduziu a presença de machos na superfície abaxial.

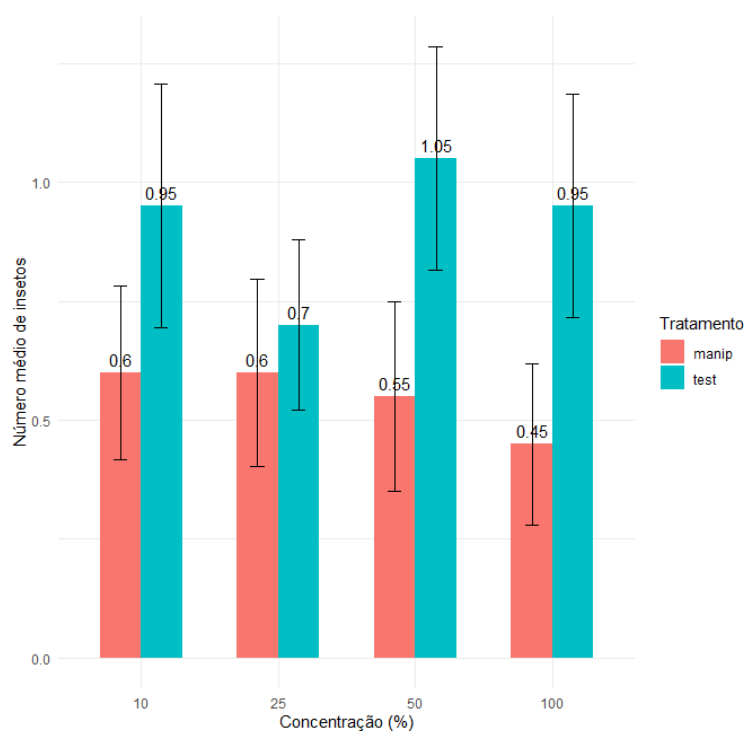


Figura 14 - Número médio ($\pm$ epm) de adultos de *Cosmopolites sordidus* (machos) na superfície abaxial de pedaços de pseudocaule tratados com manipueira (10%, 25%, 50% e 100%) e comparação com a testemunha. Epm = erro padrão da média

Por outro lado, para machos na posição adaxial + lateral, não foi constatado efeito significativo do tratamento ($p = 0,5275$), assim como da concentração ($p = 0,48$) e nem da interação entre tratamento e concentração ($p = 0,0879$) (Figura 15). Nesse caso, nenhuma das concentrações diferiu significativamente entre si, sendo que a manipueira não afetou a presença de machos nessa região tratada do pseudocaule, independentemente da concentração utilizada.

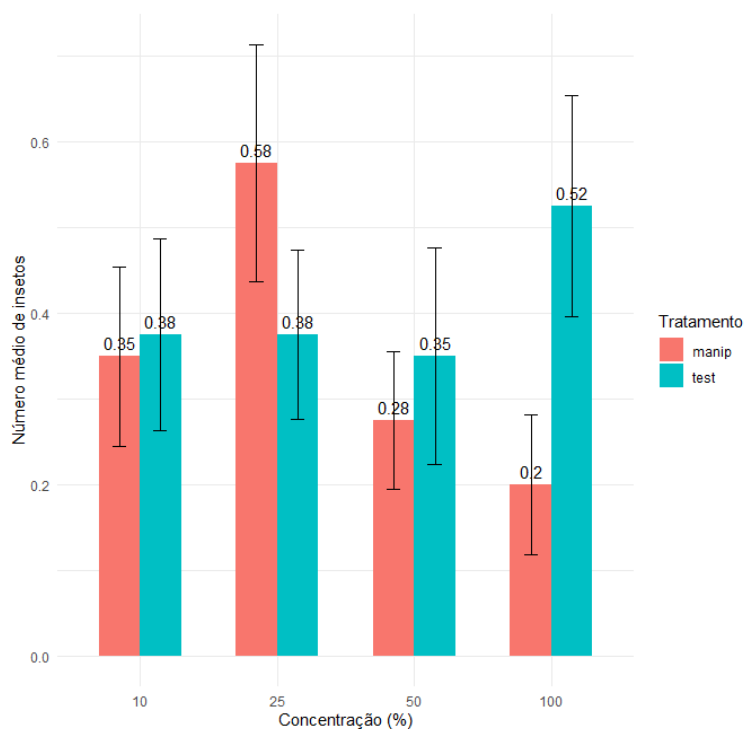


Figura 15 - Número médio ($\pm$ epm) de adultos de *Cosmopolites sordidus* (machos) nas posições adaxial e lateral de pedaços de pseudocaule tratados com manipueira (10%, 25%, 50% e 100%) e comparação com a testemunha. Epm = erro padrão da média

Com relação às fêmeas na parte abaxial do pseudocaule tratado com manipueira, os resultados foram semelhantes aos apresentados para machos na mesma região. O uso da manipueira foi significativo na redução dos insetos em relação à testemunha ($p = 0,002093$) (Figura 16). Também não houve diferença significativa entre as concentrações ($p = 0,324$) e nem para a interação entre tratamento e concentração ($p = 0,6669$). Como nenhuma das concentrações diferiu significativamente entre si, pode-se dizer que a manipueira reduziu a presença de fêmeas na superfície abaxial, mas todas as concentrações tiveram efeitos semelhantes.

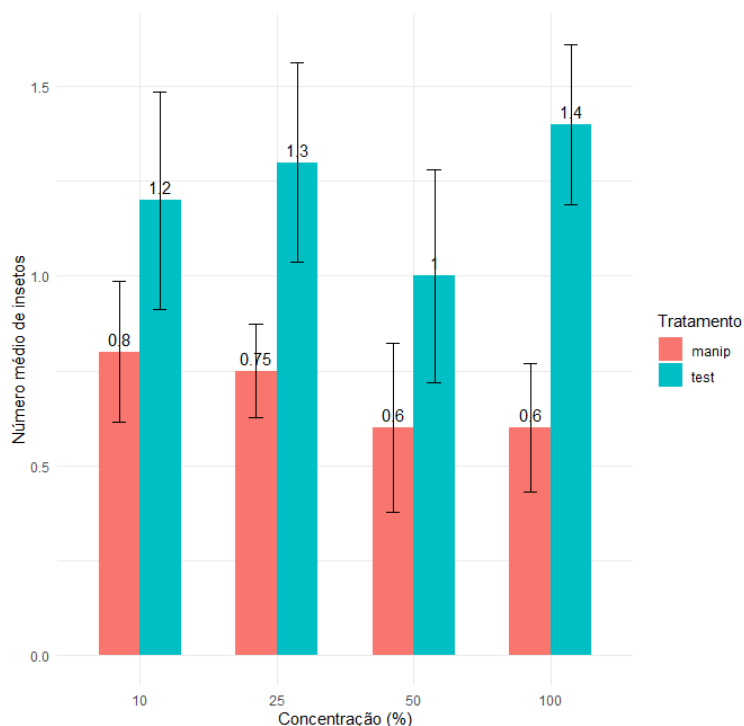


Figura 16 - Número médio ($\pm$ epm) de adultos de *Cosmopolites sordidus* (fêmeas) na superfície abaxial de pedaços de pseudocaule tratados com manipueira (10%, 25%, 50% e 100%) e comparação com a testemunha. Epm = erro padrão da média

Similarmente ao já relatado para machos na face adaxial + lateral, não houve efeito significativo do tratamento ($p = 0,8537$), nem entre as concentrações ($p = 0,9942$) (Figura 17). Também não foi constatada interação entre tratamento e concentração ($p = 0,3593$). Nenhuma das concentrações diferiu significativamente entre si. Portanto, a manipueira não interferiu na presença de fêmeas nessa região, independentemente da dosagem utilizada.

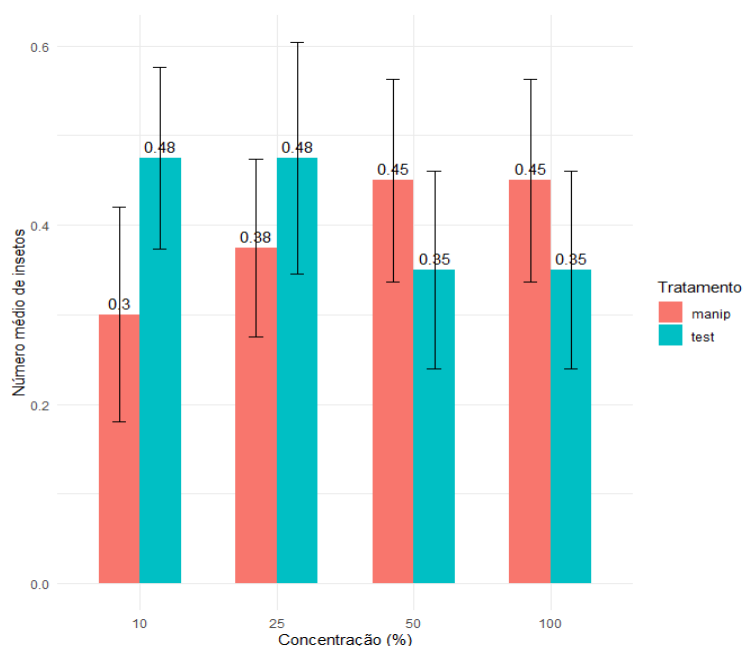


Figura 17 - Número médio ($\pm$ epm) de adultos de *Cosmopolites sordidus* (fêmeas) nas posições adaxial e lateral de pedaços de pseudocaule tratados com manipueira (10%, 25%, 50% e 100%) e comparação com a testemunha. Epm = erro padrão da média

Os resultados obtidos no teste de repelência demonstraram que a manipueira teve um efeito significativo na redução da presença de *C. sordidus* na superfície abaxial dos pseudocauls tratados, tanto para machos quanto para fêmeas. Esse efeito pode estar associado à presença de compostos cianogênicos na manipueira, que são conhecidos por atuar como mecanismos de defesa de plantas contra herbívoros (BALLHORN et al., 2010).

No entanto, a ausência de diferença significativa entre as concentrações testadas sugere que mesmo baixas concentrações de manipueira podem ser eficazes na redução da presença do inseto, conforme verificado para a superfície abaxial dos pseudocauls. Esse resultado é coerente com estudos que demonstram que, em algumas situações, a presença de compostos cianogênicos em baixas concentrações já é suficiente para gerar uma resposta comportamental nos insetos (BALLHORN et al., 2009; BALLHORN et al., 2010).

Por outro lado, na superfície adaxial e lateral dos pseudocauls, não foi observado um efeito significativo da manipueira sobre a presença dos insetos. Esse resultado pode estar relacionado ao comportamento natural de *C. sordidus*, que normalmente, encontram refúgio em áreas úmidas e sombreadas, como a face abaxial dos pseudocauls (FANCELLI et al., 2015). Esse

comportamento é mediado por cairomônios, substâncias químicas liberadas pela planta que atuam na atração dos insetos para locais adequados para alimentação e oviposição (LIMA-MENDONÇA et al., 2014).

Os compostos cianogênicos presentes na manipueira podem interferir nessa interação planta-inseto ao atuar como um fator repelente, mascarando os sinais químicos que normalmente orientam os insetos para locais adequados. Estudos mostram que herbívoros generalistas tendem a evitar plantas com alta concentração de compostos cianogênicos, enquanto herbívoros especialistas podem apresentar maior tolerância ou mesmo se beneficiar desses compostos (BALLHORN et al., 2010). No caso de *C. sordidus*, um inseto considerado praga especializada da cultura da banana, a manipueira parece atuar como um repelente eficiente, reduzindo a infestação sem necessariamente eliminar a presença do inseto na planta como um todo.

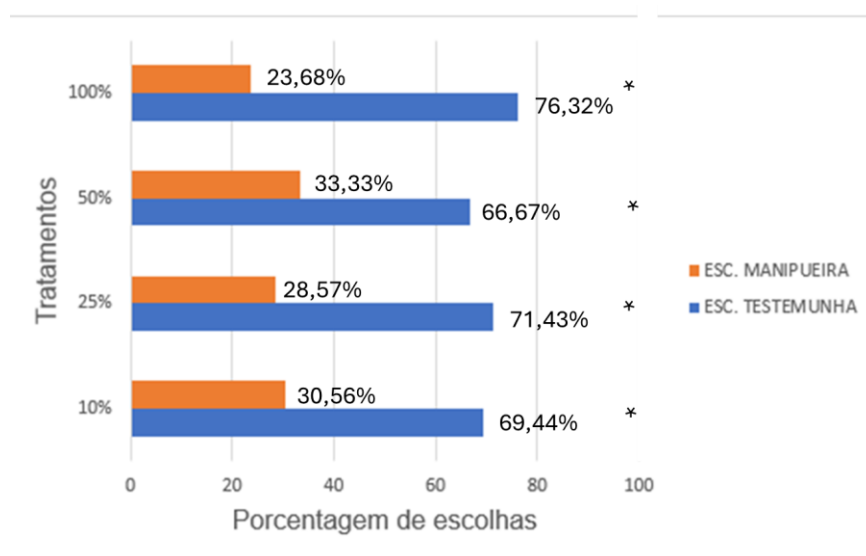
Dessa forma, o uso da manipueira como uma ferramenta no manejo da broca-do-rizoma pode ser uma estratégia viável para reduzir a infestação, especialmente em sistemas de cultivo, onde alternativas naturais são preferidas.

TESTE COMPORTAMENTAL

No bioensaio comportamental, considerando os insetos respondentes, os resultados obtidos dos testes mostraram diferenças significativas nas escolhas dos indivíduos para as concentrações de 10%, 25%, 50% e 100%, quando em comparação com a testemunha (Figura 18).

Na concentração de 10%, um total de 36 insetos foram respondentes quanto às escolhas, obtendo uma frequência de escolha de 25 vezes para testemunha e 11 vezes para manipueira, correspondendo a um total de 69,44% (testemunha) e 30,56% (manipueira) ($X^2 = 5,4444$, $df = 1$, $p\text{-value} = 0,01963$). Na concentração de 25%, um total de 35 insetos foram respondentes quanto às escolhas, obtendo uma frequência de escolha de 25 vezes para testemunha e 10 vezes para manipueira, correspondendo a um total de 71,43% (testemunha) e 28,57% (manipueira) ($X^2 = 6,4286$, $df = 1$, $p\text{-value} = 0,01123$). No tratamento de 50%, um total de 36 insetos foram respondentes quanto às escolhas, obtendo uma frequência de escolha de 24 vezes para testemunha e 12 vezes para manipueira, correspondendo a um total de 66,67% (testemunha) e 33,33% (manipueira) ($X^2 = 4$, $df = 1$, $p\text{-value} = 0,0455$). Na concentração de 100%, um total de 38 insetos foram respondentes quanto às escolhas, obtendo

1 uma frequência de escolha de 29 vezes para testemunha e 9 vezes para manipueira,
 2 correspondendo a um total de 76,32% (testemunha) 23,68% (manipueira) ($X^2 = 10,526$,
 3 $df = 1$, $p\text{-value} = 0,001177$) (Figura 18).



4
 5 **Figura 18 - Porcentagem de escolhas de adultos de *Cosmopolites sordidus* em resposta aos voláteis de**
 6 **pseudocaulis tratados com diferentes concentrações de manipueira**

7 Com base nos resultados encontrados, pode-se afirmar que no tratamento 10%, 25%, 50% e
 8 100% de manipueira, há uma diferença estatisticamente significativa nas escolhas dos insetos
 9 entre as duas categorias (testemunha e manipueira). Isso sugere que os insetos têm uma
 10 preferência por uma das opções, sendo mais provável que escolham a água em comparação com
 11 a manipueira. Essas diferenças reforçam a ideia de que os estímulos olfativos desempenham
 12 um papel central no comportamento de escolha desses insetos, o que já foi apontado por estudos
 13 anteriores que investigaram as respostas químicas de pragas agrícolas a compostos voláteis
 14 (MEDEIROS et al., 2021). Esse comportamento pode estar relacionado à composição química
 15 dos voláteis presentes na manipueira, que podem não ser atrativos para os insetos ou até mesmo
 16 apresentar propriedades repelentes, como observado em estudos sobre compostos voláteis de
 17 plantas e sua interação com pragas agrícolas (GOLD; PENA; KARAMURA, 2001)

18 No entanto, ao serem comparadas as concentrações de manipueira entre si, constatou-se que
 19 não há evidência estatisticamente significativa para afirmar que há uma diferença nas escolhas
 20 dos insetos ($X^2 = 2,7451$, $df = 3$, $p\text{-value} = 0,4326$). As escolhas parecem ser uniformes
 21 entre as concentrações testadas. A ausência de diferenças significativas entre as concentrações
 22 de manipueira sugere que a variação na quantidade de compostos voláteis não altera

substancialmente o comportamento de escolha dos insetos. Isso pode indicar que a manipueira contém compostos específicos que não estimulam a resposta olfativa de *C. sordidus*, corroborando achados de pesquisas que destacam a importância da composição química em relação à concentração de estímulos olfativos (NDIEGE et al. 1996; ABAGALE et al., 2021).

TESTE DE MORTALIDADE EM LABORATÓRIO

Nesse teste, foi considerado o tempo das avaliações (1, 17, 24, 40, 48, 64, 72, 88 e 96 h) e as concentrações testadas (10%, 25%, 50%, 100%, 0% - testemunha). Com base nos resultados encontrados, não foi constatada diferença significativa, na avaliação de 1h, para nenhuma das comparações entre tratamentos ($p < 0,05$). Nas avaliações de 17 e 24 h, houve uma diferença altamente significativa entre as concentrações de 10% ($p = 0,0005$ e $0,0002$), 25% ($p = 0,0034$ e $0,0002$), e testemunha ($p = 0,0005$ e $0,0002$), quando comparadas à concentração de 100%, com exceção da concentração de 50%, que foi significativa ($p = 0,0808$ e $0,0110$). Nas demais etapas de avaliação 40, 48, 64, 72, 88 e 96 h, os resultados se mantiveram constantes, detectando-se diferenças altamente significativas somente quando os tratamentos foram comparados com a concentração de 100% de manipueira.

A partir da segunda avaliação, a comparação entre as concentrações de manipueira (0%, 10%, 25%, 50%) com a de 100% mostrou diferenças significativas, especialmente após um período de 40 h de avaliação. Com exceção das comparações com a concentração de 100%, não houve diferenças significativas entre as demais concentrações de manipueira em nenhuma das etapas de avaliação. Esses resultados indicam que a manipueira a partir de uma determinada concentração, tem um efeito significativo na mortalidade dos insetos.

Os boxplots mostram a distribuição da mortalidade dos insetos para cada concentração de manipueira em diferentes épocas de avaliação (Figura 19).

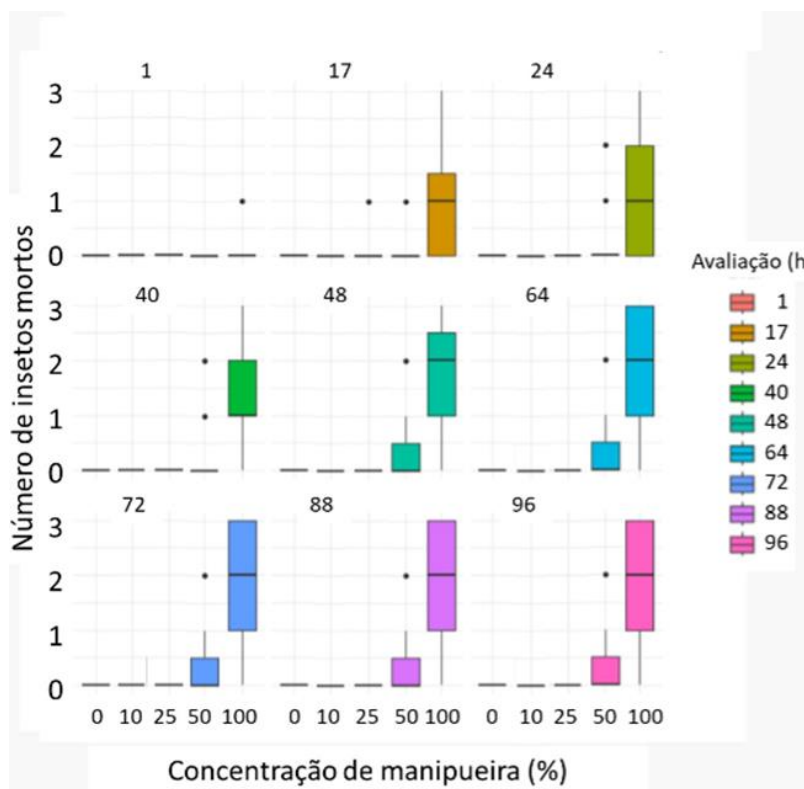


Figura 19 – Distribuição do número de insetos mortos em função das concentrações de manipueira (0, 10, 25, 50 e 100%) em diferentes tempos de avaliação (1, 17, 24, 40, 48, 64, 72, 88 e 96 h), representada por boxplots. Cada painel indica um tempo específico de avaliação. As cores das caixas representam os diferentes períodos analisados, conforme legenda. Os boxplots evidenciam a mediana, os quartis inferior e superior (Q1 e Q3), além dos valores extremos (outliers), permitindo observar a variabilidade da mortalidade dos insetos em resposta às concentrações testadas ao longo do tempo

Observam-se, para a concentração 100% de manipueira, valores de mediana mais altos em comparação com os demais tratamentos. Isso indica que a manipueira tem um efeito significativo na mortalidade dos insetos. A consistência desse padrão ao longo das etapas de avaliação reforça a robustez do efeito, complementando os resultados estatísticos obtidos com os testes de Kruskal-Wallis e Dunn.

Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que a manipueira teve um efeito significativo na mortalidade de *C. sordidus*, principalmente na concentração mais alta (100%). Esse efeito ocorre porque a manipueira contém compostos cianogênicos, que liberam ácido cianídrico, uma substância tóxica para os insetos (PENTZOLD et al., 2017). Essa toxina impede a respiração celular, levando os insetos à morte (CHEN et al., 2022).

A toxicidade da manipueira pode ser atribuída à presença de cianeto livre e de outros compostos secundários provenientes da degradação da linamarina, um dos glicosídeos cianogênicos

1 encontrados na mandioca (*M. esculenta*). Segundo Câmara, Alves e Moraes (2019), a
2 manipueira pode conter concentrações de cianeto variáveis, que, dependendo da dose e tempo
3 de exposição, podem afetar organismos sensíveis, incluindo insetos-praga.

4 Nas primeiras avaliações (1h), não foram detectadas diferenças significativas entre os
5 tratamentos, sugerindo que o efeito letal da manipueira não ocorre imediatamente após a
6 exposição dos insetos. A partir de 17 h, a mortalidade começou a aumentar e se tornou altamente
7 significativa após 40 h. Isso sugere que os insetos podem ser afetados tanto pela ingestão quanto
8 pela absorção da manipueira pelo corpo

9 Outro possível efeito da manipueira é a desregulação do metabolismo dos insetos, dificultando
10 sua alimentação e movimentação (BALLHORN et al., 2010). Algumas substâncias naturais já
11 foram observadas causando esses efeitos em outros insetos, o que reforça o potencial da
12 manipueira como inseticida (GLEADOW; MOLE, 2014).

13 A concentração de 100% apresentou os maiores índices de mortalidade, indicando que a
14 eficácia do tratamento depende diretamente da quantidade de substâncias tóxicas presentes
15 (MADSEN et al., 2015). Esse resultado é semelhante a estudos que mostram que doses maiores
16 de compostos naturais aumentam o controle de pragas (DE CASTRO et al., 2018).

17 Em virtude do potencial da manipueira para utilização no controle de *C. sordidus*, mais estudos
18 fazem-se necessários no intuito de esclarecer o modo de atuação sobre o inseto, avaliar o efeito
19 de acordo com o tempo de armazenamento associando-o com a variação na composição da
20 manipueira, estudar a aplicabilidade em campo e sua atuação sobre inimigos naturais e agentes
21 polinizadores, durante e após a sua aplicação e desenvolver formulação para aumento da
22 estabilidade e eficiência.

23 CONCLUSÃO

24 A manipueira influencia significativamente o comportamento e a sobrevivência de adultos de
25 *C. sordidus*, destacando-se como uma ferramenta promissora para o manejo integrado dessa
26 praga, em bananeira. Assim, é recomendável aprofundar os estudos sobre os efeitos da
27 manipueira em diferentes condições, visando maximizar seus benefícios e reduzir impactos
28 ambientais. Investir em pesquisas e experimentos é crucial para assegurar que esse recurso seja
29 aproveitado de maneira eficiente e responsável.

1 REFERÊNCIAS

- 2 ABAGALE, S. A. et al. Management of the banana weevil (*Cosmopolites sordidus*) menace
3 using mass trapping approaches. A review. **Academia Letters**, p. 2, 2021.
- 4 AHMAD, M. F. et al. Pesticides impacts on human health and the environment with their
5 mechanisms of action and possible countermeasures. **Heliyon**, v. 10, e29128, 2024.
- 6 BALLHORN, D. J.; KAUTZ, S.; LION, U.; HEIL, M.; HEGEMAN, A. D. Cyanogenesis of
7 wild lima bean (*Phaseolus lunatus*) is an efficient direct defence in nature. **PLoS One**, v. 4, n.
8 5, e5450, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005450>.
- 9 BALLHORN, D. J.; KAUTZ, S.; LIEBEREI, R. Comparing responses of generalist and
10 specialist herbivores to various cyanogenic plant features. **Entomologia Experimentalis et**
11 **Applicata**, v. 134, n. 3, p. 245-259, 2010. Disponível em: [https://doi.org/10.1111/j.1570-](https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2009.00961.x)
12 [7458.2009.00961.x](https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2009.00961.x).
- 13 CAMARA, G. R.; ALVES, F. R.; MORAES, W. B. Análise da estabilidade de cianeto livre
14 em manipueira para utilização em manejos fitossanitários de pragas e doenças. **Revista em**
15 **Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 12, n. 4, p. 1529–1539, 2019. Disponível em:
16 <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2019v12n4p1529-1539>.
- 17 CHEN, H.; SINGH, H.; BHARDWAJ, N.; BHARDWAJ, S.K.; KHATRI, M.; KIM, K.H.;
18 PENG, W. An exploration on the toxicity mechanisms of phytotoxins and their potential
19 utilities. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 52, n. 3, p. 395-
20 435, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1823172>.
- 21 DE CASTRO, E. C. de; ZAGROBELNY, M.; CARDOSO, M. Z.; BAK, S. The arms race
22 between heliconiine butterflies and Passiflora plants – new insights on an ancient subject.
23 **Biological Reviews**, Cambridge, v. 93, n. 1, p. 555–573, 2018. Disponível em:
24 <https://doi.org/10.1111/brv.12357>.
- 25 FANCELLI, M.; MILANEZ, J. M.; MESQUITA, A. L. M.; COSTA, A. C. F.; COSTA, J. N.
26 M.; PAVARINI, R.; PAVARINI, G. M. P. P. Artrópodes: pragas da bananeira e controle.
27 **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 36, n. 288, p. 7-18, 2015.
- 28 FERREIRA, C. F.; SILVA, S. O.; AMORIM, E. P.; SANTO-SEREJO, J. A. et al. (Ed.). **O**
29 **agronegócio da banana**. Brasília, DF: Embrapa, p. 832, 2015. Disponível em:
30 <https://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00084630.pdf>. Acesso em: 25 Jun. 2025.
- 31 GLEADOW, R. M.; MOLE, S. Cyanogenic Glycosides: Synthesis, Physiology, and
32 Phenotypic Plasticity. **Annual Review of Plant Biology**, v.65, n. 1, p.155–185, 2014.
33 Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050213-040027>.
- 34 GOLD, C. S.; PENA, J. E.; KARAMURA, E. B. Biology and integrated pest management for
35 the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). **Integrated**
36 **Pest Management Reviews**, v.6, n.2, p.79–155, 2001. Disponível em:
37 <https://doi.org/10.1023/A:1023330900707>.
- 38 GUILLEN SANCHEZ, C.; TIXIER, P.; TAPIA FERNÁNDEZ, A.; CONEJO BARBOZA, A.
39 M.; SANDOVAL FERNÁNDEZ, J. A.; DE LAPEYRE DE BELLAIRE, L. Can the banana

- weevil *Cosmopolites sordidus* be a vector of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 1? Unravelling the internal and external acquisition of effective inoculum. **Pest Management Science**, v. 77, n. 6, p. 3002-3012, 2021.
- HIKAL, W. M.; BAESHEN, R. S.; SAID-AL AHL, H. A. H.; UJHÁZY, K. Botanical insecticide as simple extractive for pest control. **Cogent Biology**, v. 3, n. 1, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23312025.2017.1404274>.
- LIMA-MENDONÇA, A.; MENDONÇA, A. DE L.; SANT'ANA, A. E. G.; DO NASCIMENTO, R. R. Semioquímicos de moscas das frutas do gênero *Anastrepha*. **Química Nova**, v. 37 n. 2, p. 293–301, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/vTCDRBSJMjwFBmFYQgktZLG/?lang=pt>. Acesso em: 03 Abr. 2025.
- LONGORIA, A. G. G.. Diferencias sexuales en la morfologia externa de *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). Ciências, Havana, série 4, p. 1 – 11. 1968. Disponível em: https://search.lib.utexas.edu/permalink/01UTAU_INST/be14ds/alma991050149119706011. Acesso em: 26 Jun. 2025.
- MADSEN, S. R. et al. The effects of cyanogenic glycosides and hydroxynitrile lyases on generalist and specialist insect herbivores. **Phytochemistry**, v. 118, p. 149-157, 2015.
- MEDEIROS, J. G.; FERREIRA, D.; PEREIRA, E.; MATOS, M. C. Uso de atraentes, repelentes e desalojantes em programas de manejo integrado de pragas. Editora UFV. Edição: I, Capítulo: 3, 85p., 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/360888621>. Acesso em: 03 Abr. 2025.
- NDIEGE, I. O. et al. 1, 8-Cineole: an attractant for the banana weevil, *Cosmopolites sordidus*. **Phytochemistry**, v. 42, n. 2, p. 369-371, 1996.
- OKOLLE, N. J. et al. Alternatives to synthetic pesticides for the management of the banana borer weevil (*Cosmopolites sordidus*) (Coleoptera: Curculionidae). **CABI Reviews**, Wallingford, v. 15, n. 26 p. 1–24, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR2020156>
- OLIVEIRA, F. T. DE; NEVES, P. M. O. J.; BORTOLOTO, O. C.; VENTURA, M. U. Respostas olfativas do moleque-da-bananeira (Coleoptera: Curculionidae) para diferentes genótipos de bananeira. **Revista Ceres**, v. 65, n. 4, p. 329–337, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-737x201865040005>
- PENTZOLD, S.; JENSEN, M. K.; MATTHES, A.; OLSEN, C. E.; PETERSEN, B. L.; CLAUSEN, H.; MØLLER, B. L.; BAK, S.; ZAGROBELNY, M. Spatial separation of the cyanogenic β -glucosidase ZfBGD2 and cyanogenic glucosides in the haemolymph of *Zygaena* larvae facilitates cyanide release. **Royal Society Open Science**, v. 4, n. 6, p. 170262, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rsos.170262>
- PONTE, J. J. **Cartilha da manipueira**: uso do composto como insumo agrícola. Fortaleza, Secretaria da Ciência e Tecnologia do Ceará, p 53, 1999.
- R CORE TEAM**. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

- 1 SANTOS, A. Usos e impactos ambientais causados pela manipueira na microregião sudoeste
2 da Bahia-Brasil. **Problemas sociales y regionales em América Latina**: estudo de casos.
3 Barcelona: Universitat de Barcelona, p. 11-25, 2009. Disponível em:
4 <http://www.ub.edu/medame/PSSantos.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2025.
- 5 SATO, M. E. **Resistência é um sério problema para a agricultura**. Comunicado Técnico n.
6 102, São Paulo: Instituto Biológico, 2009. Disponível em:
7 [http://www.biologico.sp.gov.br/publicacoes/comunicados-documentos-tecnicos/comunicados-](http://www.biologico.sp.gov.br/publicacoes/comunicados-documentos-tecnicos/comunicados-tecnicos/resistencia-e-um-serio-problema-para-a-agricultura)
8 [tecnicos/resistencia-e-um-serio-problema-para-a-agricultura](http://www.biologico.sp.gov.br/publicacoes/comunicados-documentos-tecnicos/comunicados-tecnicos/resistencia-e-um-serio-problema-para-a-agricultura). Acesso em: 11 set. 2024.
- 9 SOUZA, E. P.; SILVA, J. E. V. C.; FERREIRA, L. E. Uso da manipueira no
10 desenvolvimento das culturas alimentares: revisão narrativa. **Agronegócio: técnicas,**
11 **inovação e gestão**, v. 1, ed. 1, p. 136-148, 2021. Disponível em:
12 [https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/uso-da-manipueira-no-desenvolvimento-](https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/uso-da-manipueira-no-desenvolvimento-das-culturas-alimentares-revisao-narrativa)
13 [das-culturas-alimentares-revisao-narrativa](https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/uso-da-manipueira-no-desenvolvimento-das-culturas-alimentares-revisao-narrativa)
- 14 VALLEJO -E., L. F.; SANCHEZ -B., R.; SALGADO-M., M. Redescription of adult and
15 description of immature stages of *Cosmopolites sordidus* Germar, 1824 (Coleoptera:
16 Curculionidae): the black-borer weevil plantain in Colombia. **Boletín Científico Centro de**
17 **Museos Museo de Historia Natural Caldas** [online], vol.11, n.1, p.361-375, 2007.
- 18 WERE, E.; NAKATO, G. V.; OCIMATI, W.; RAMATHANI, I.; OLAL, S.; BEED, F. The
19 banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar), is a potential vector of *Xanthomonas*
20 *campestris* pv. *musacearum* in bananas. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 37, n. 4,
21 p. 427-434, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/07060661.2015.1113444>
- 22 ZEVALLOS, D. M. P.; QUEROL, M. P.; AMBROGI, B. G. Cassava wastewater as a natural
23 pesticide: current knowledge and challenges for broader utilisation. **Annals of Applied**
24 **Biology**, v. 73, n. 3, p. 191-201, 2018.
- 25

1

ARTIGO 2

2

3

MANUSCRITO A SER SUBMETIDO AO PERIÓDICO REVISTA BRASILEIRA DE

4

FRUTICULTURA APÓS AJUSTES

5

6

VIABILIDADE DA MANIPUEIRA NO CONTROLE DE *Cosmopolites sordidus*

ANDRÉA DA HORA SILVA DE MATTOS, ARISTOTELES PIRES DE MATOS,
MAURICIO ANTONIO COELHO FILHO, CARLOS ALBERTO DA SILVA LEDO,
MARIA DE FÁTIMA FERREIRA DA COSTA PINTO, LEANDRO DE SOUZA
ROCHA, MARILENE FANCELLI

RESUMO - A bananicultura tem destaque no contexto agrícola brasileiro, principalmente entre agricultores familiares. Contudo, enfrenta sérios prejuízos devido à ação de pragas. A broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*), cujas larvas danificam os rizomas e comprometem a produtividade, é considerada a praga principal da cultura. O controle realizado pelo uso de defensivos agrícolas, embora eficaz, ocasiona riscos ambientais e à saúde humana, além de proporcionar o desenvolvimento de resistência da praga. Diante disso, este estudo avaliou o potencial da manipueira, resíduo do processamento da mandioca, rico em compostos cianogênicos, como alternativa sustentável no controle dessa praga. Esse experimento foi conduzido em semi-campo, utilizando plantas da variedade ‘Princesa’ cultivadas em vasos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 12 repetições. Quatro concentrações de manipueira foram testadas (10%, 25%, 50% e 100%) e testemunhas (com e sem infestação). Parâmetros de crescimento das plantas e fisiológicos foram monitorados, além da quantificação dos danos no rizoma. Os resultados demonstraram que concentrações elevadas de manipueira proporcionaram redução significativa nos danos causados pela praga, com menor incidência observada à concentração de 70,91%. Houve ainda influência positiva da manipueira na altura das plantas e no número de folhas vivas após a infestação. Não foram identificados efeitos negativos sobre variáveis como área foliar, teor de clorofila e trocas gasosas. Dessa forma, a manipueira se mostra uma alternativa promissora no controle de *C. sordidus*, contribuindo para práticas mais sustentáveis na bananicultura, especialmente em sistemas agroecológicos.

PALAVRAS-CHAVE: Águas residuárias da mandioca; Broca-do-rizoma da bananeira; Glicosídeos cianogênicos; Inseticida natural; *Manihot esculenta*; *Musa* spp.

***FEASIBILITY OF CASSAVA WASTEWATER IN CONTROL OF COSMPOLITES
SORDIDUS***

ABSTRACT - Banana farming is a prominent agricultural activity in Brazil, especially among family farmers. However, it faces serious losses due to pests. *Cosmopolites sordidus*, known as the rhizome borer, whose larvae damage the rhizomes and compromise productivity, is considered the main pest of the crop. Control using pesticides, although effective, poses environmental and human health risks, in addition to contributing to the development of resistance of the pest. In view of this, this study evaluated the potential of cassava wastewater, a residue from cassava processing, rich in cyanogenic compounds, as a sustainable alternative to control this pest. This experiment was conducted in a semi-field setting, using plants of the ‘Princesa’ variety grown in pots. The experimental design was completely randomized with 6 treatments and 12 replicates. Four concentrations of cassava were tested (10%, 25%, 50% and 100%) and controls (with and without infestation). Plant growth and physiological parameters were monitored, in addition to the quantification of rhizome damage. The results demonstrated that high concentrations of cassava wastewater significantly reduced the damage caused by the pest, with a lower incidence observed at a concentration of 70.91%. There was also a positive influence of cassava on plant height and the number of live leaves after infestation. No negative effects were identified on variables such as leaf area, chlorophyll content, and gas exchange. Thus, cassava is a promising alternative for controlling *C. sordidus*, contributing to more sustainable practices in banana farming, especially in agroecological systems.

KEYWORDS: Banana weevil; Cassava wastewater; Cyanogenic glycosides; *Manihot esculenta*; *Musa* spp.; Natural insecticide.

1 INTRODUÇÃO

2 A cultura da bananeira (*Musa* spp.) possui grande relevância social e econômica no Brasil,
3 sendo cultivada em todas as regiões do país, principalmente por pequenos agricultores
4 familiares (FERREIRA et al, 2015). No entanto, esse cultivo é afetado por diversos desafios
5 fitossanitários, incluindo pragas e doenças, que impactam negativamente a produtividade e
6 podem resultar em perdas significativas (MATOS et al., 2023).

7 O moleque da bananeira (*Cosmopolites sordidus* Germar, 1824), também conhecido como
8 broca do rizoma, é uma das principais pragas da cultura, responsáveis por danos significativos,
9 especialmente na fase larval, quando perfura os rizomas da planta. Essas lesões comprometem
10 a absorção de nutrientes e a estabilidade da planta, podendo levar à redução da produtividade
11 (GOLD; PENA; KARAMURA, 2001; FANCELLI et al., 2021). Além disso, a infestação
12 favorece a entrada de patógenos, como *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, intensificando os
13 prejuízos à cultura (GUILLÉN-SÁNCHEZ et al., 2021).

14 O controle da broca-do-rizoma tem sido realizado com inseticidas químicos, o que gera
15 preocupações ambientais e riscos à saúde humana, além de contribuir para o desenvolvimento
16 de resistência por parte da praga (SATO, 2009; AHMAD et al., 2024). Diante da necessidade
17 de métodos eficazes e sustentáveis para o controle dessa praga, alternativas ao uso de inseticidas
18 sintéticos têm sido exploradas, visando reduzir impactos ambientais e riscos à saúde humana
19 (HIKAL et al., 2017; OKOLLE et al., 2020).

20 Nesse contexto, a manipueira, resíduo líquido proveniente do processamento da mandioca
21 (*Manihot esculenta* Crantz), tem despertado interesse dos pesquisadores e produtores devido à
22 sua composição rica em linamarina e lotaustralina, que possibilita liberação de ácido cianídrico,
23 substância com potencial inseticida (PONTE, 1999; CARVALHO et al., 2017; ZEVALLOS;
24 QUEROL; AMBROGI, 2018). Esse subproduto já demonstrou eficiência contra outras pragas
25 agrícolas e pode representar uma solução viável tanto para o controle do *C. sordidus* quanto
26 para a redução dos impactos ambientais associados ao descarte inadequado da manipueira
27 (SANTOS, 2009; SOUZA; SILVA; FERREIRA, 2021).

28 O presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade do uso da manipueira no controle
29 de *C. sordidus*, analisando sua eficácia na redução da infestação da broca-do-rizoma e os
30 possíveis efeitos sobre a cultura da bananeira.

1 MATERIAL E MÉTODOS

2 O trabalho foi conduzido em condições de telado (semi-campo) da Embrapa Mandioca e
3 Fruticultura (12°40'39'' S, 39°06'23'' O e altitude de 226m), em Cruz das Almas, BA.

4 Os insetos utilizados para todos os testes foram provenientes do bananal da unidade. Foram
5 coletados mediante distribuição de armadilhas tipo telha e levados ao laboratório para assepsia
6 em água corrente. Posteriormente, foram introduzidos em recipientes plásticos (dimensões 11,5
7 cm diâmetro, 4,0 cm de altura) contendo papel filtro no fundo e pedaços de pseudocaule da
8 cultivar 'Prata' para alimentação. Em cada recipiente, foram mantidos 50 adultos do inseto.
9 Foram mantidos em quarentena durante 45 dias, acondicionados em BOD, a uma temperatura
10 de $26 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de 60% e no escuro. O alimento foi trocado a cada dois ou três
11 dias. Adultos foram sexados de acordo com Longoria (1968) e separados nos recipientes
12 plásticos de acordo com o sexo.

13 Mudas de bananeira cv. 'Princesa' micropropagadas, obtidas do Laboratório da Cultura de
14 tecidos da Embrapa Mandioca e Fruticultura, foram mantidas por cerca de 30 dias em bandejas
15 apropriadas para mudas, em casa de vegetação. Durante esse período, foram realizadas a
16 remoção de plantas daninhas e a irrigação, para manutenção das mudas. Após esse período, as
17 mudas foram transplantadas para vasos plásticos de 20 L, contendo terra vegetal e solo e levadas
18 a telado (semi-campo). Como tratos culturais, foi realizada uma adubação foliar com urina de
19 vaca, na proporção 1:1 e adubação com bokashi (100g /planta), regas, desbaste de folhas secas,
20 e o controle de pragas de acordo com a necessidade.

21 A infestação foi realizada seis meses após o transplântio das mudas, momento em que o rizoma
22 estava desenvolvido de forma a sustentar o desenvolvimento larval. Para isso, três casais de *C.*
23 *sordidus* foram introduzidos manualmente em cada vaso (MWANJE; NAKATO, 2021). Os
24 insetos foram colocados na base das plantas próximo ao pseudocaule. Após a introdução dos
25 insetos, foram colocados pedaços de pseudocaule de banana 'Prata' sobre o substrato,
26 propiciando abrigo aos insetos.

27 Quatro concentrações de manipueira foram testadas (10%, 25%, 50% e 100%), comparadas à
28 testemunha (água) em plantas sob infestação artificial do inseto, com base em trabalhos
29 desenvolvidos por Carvalho et al. (2017); Silva; Souza; Oliveira (2018) e Rodrigues et al.
30 (2020). Adicionalmente, foi realizado um tratamento, sem a presença de insetos, para avaliar o
31 impacto da infestação sobre as plantas A forma de aplicação da manipueira foi por meio de

pulverização utilizando atomizador costal dirigida para a base da planta, considerando o alvo broca-do-rizoma. Em cada planta, foi aplicado um volume de 600 mL, conforme resultados de testes preliminares (não apresentados). A primeira aplicação foi feita no momento da infestação. Posteriormente, os tratamentos foram aplicados semanalmente realizando-se dez aplicações no total.

A manipueira utilizada nos tratamentos foi proveniente da COOPATAN – Cooperativa de Produtores Rurais de Presidente Tancredo Neves-BA. Foi acondicionada em frascos plásticos não transparentes (leitosos) de volume 1 L, vedados hermeticamente. Os frascos foram mantidos em câmara fria à temperatura de $12\pm 1^{\circ}\text{C}$ e na ausência de luz, até utilização (três meses após obtenção).

Adicionalmente, foi feita a avaliação quinzenal de dados biométricos das plantas (altura, diâmetro do pseudocaule e número de folhas vivas). A altura foi considerada do nível do solo até a inserção da folha mais nova, utilizando-se uma fita métrica para sua aferição. O diâmetro foi medido com um paquímetro na base do pseudocaule. Para contagem do número de folhas vivas, foram consideradas as que apresentavam mais de 50% de área foliar ativa. Foram feitas quatro avaliações previamente à infestação e cinco após a infestação.

Foram realizadas medições de clorofila em duas folhas por planta, considerando as mais expandidas – terceira e quarta folha, sendo três pontos por folha escolhida. Esse processo foi realizado por meio de um clorofilômetro portátil.

Ao final do experimento, as plantas foram retiradas do vaso, realizando-se a limpeza superficial do rizoma após remoção das raízes e substrato (Figura 20 A). Posteriormente, o rizoma foi exposto para avaliação dos danos (Figura 20 B). Dois cortes foram feitos, um deles expondo as galerias "laterais", mediante cortes tangenciais à superfície do rizoma. O outro corte foi feito transversalmente na altura do maior perímetro do rizoma (tipo pizza) (Figura 20 C).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 12 repetições, totalizando 72 plantas. Os dados foram avaliados quando ao atendimento aos pressupostos para ANOVA. Não se confirmando esta adequação, foi realizada análise de Kruskal-Wallis ($p<0,05$), seguida do teste de Dunn com ajuste de Bonferroni para avaliar diferenças significativas entre grupos em múltiplas comparações ($p<0,05$). As análises foram feitas no software R (RCore Team, 2024).



Figura 20 – Remoção das plantas (A) com limpeza superficial do rizoma, removendo as raízes e terra (B) e exposição do rizoma (C) para avaliação da presença de galerias causadas por *Cosmopolites sordidus*. Fonte:

MATTOS, A. H. S. DE, agosto 2024

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação à altura das plantas previamente à infestação, não foi verificada interação significativa ($gl = 15$, $p = 0,99504$), assim como o efeito do tratamento também não foi afetado ($gl = 5$, $p = 0,81352$). Contudo, houve efeito significativo do fator tempo de avaliação ($gl = 3$, $p = 0,00000$). Esses resultados eram esperados, uma vez que antes da infestação, todos os tratamentos foram submetidos aos mesmos procedimentos, assegurando a uniformidade das parcelas experimentais. A resposta positiva da altura em relação ao tempo da avaliação reflete o crescimento das plantas, expresso graficamente com ajuste quadrático (Figura 21A).

O mesmo efeito foi observado para o diâmetro do pseudocaule, sendo não significativa a interação entre concentração e tempo de avaliação ($gl = 15$, $p = 0,99471$) assim como o efeito da concentração ($gl = 5$, $p = 0,13743$). Assim como para altura, houve efeito significativo do tempo de avaliação no diâmetro do pseudocaule ($gl = 3$, $p = 0,00000$) e no número de folhas vivas ($gl = 3$, $p = 0,00000$), com ajuste quadrático entre as variáveis (Figuras 21B e 21C).

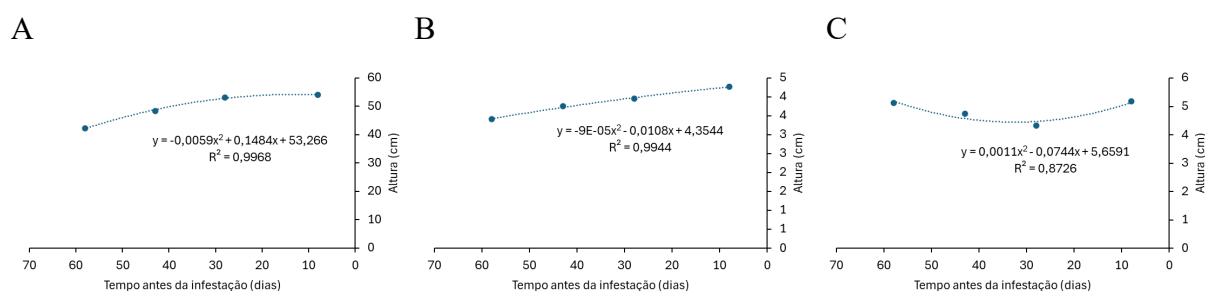


Figura 21 – Crescimento vegetativo da bananeira 'Princesa' previamente à infestação por *Cosmopolites sordidus*: (A) Altura da planta, (B) diâmetro do pseudocaule e (C) número de folhas vivas, ao longo do tempo. Os dados indicam crescimento progressivo com ajuste quadrático, sem influência significativa dos tratamentos com manipueira.

No entanto, após a infestação, para a altura das plantas, verificou-se efeito significativo da concentração ($gl = 4$, $p = 0,01458$) assim como do tempo de avaliação ($gl = 4$, $p = 0,04235$). Já a interação entre esses fatores não foi significativa ($gl = 16$, $p = 1,00000$). Verificou-se um ajuste quadrático entre as variáveis concentração x altura e linear para tempo de avaliação x altura (Figuras 22A e 22B), ressaltando-se a relação de crescimento das plantas com aumento da concentração e do tempo de avaliação.

Para diâmetro do pseudocaule, não foi constatado efeito simples da concentração ($gl = 4$, $p = 0,07042$) e do tempo de avaliação ($gl = 4$, $p = 0,59590$), assim como para a interação entre os fatores ($gl = 15$, $p = 1,00000$). Para número de folhas vivas, verificou-se efeito simples da concentração ($gl = 4$, $p = 0,00007$) e do tempo de avaliação ($gl = 4$, $p = 0,00686$), com ajuste quadrático da equação para ambos os fatores (Figuras 22C e 22D). De acordo com o modelo, a menor emissão de folhas vivas (4,94) foi observada à concentração de 21,43%. Com relação ao efeito do tempo de avaliação, verificou-se o maior número de folhas vivas (5,34) aos 48,25 dias. A interação entre fatores não foi significativa ($gl = 15$, $p = 0,99523$).

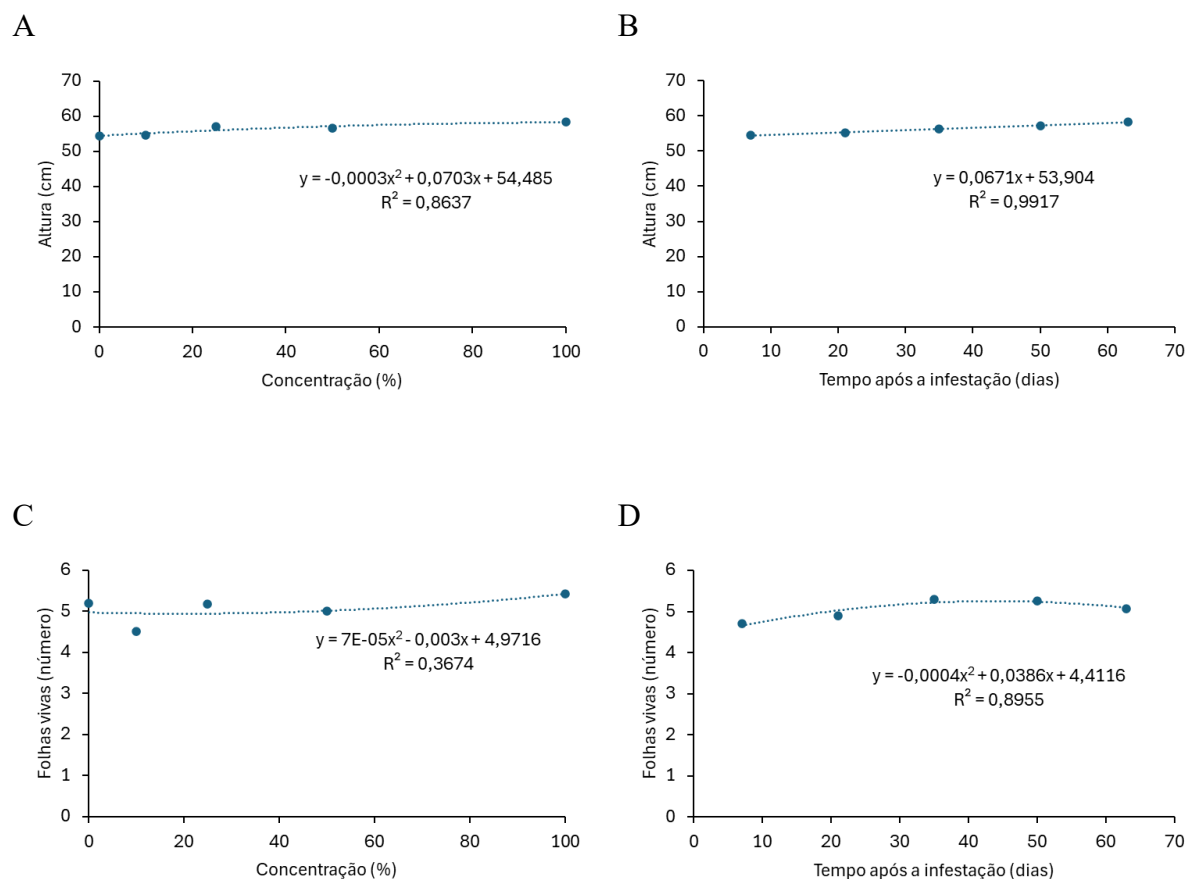


Figura 22 - Crescimento vegetativo da bananeira 'Princesa' após a infestação por *Cosmopolites sordidus*: (A) Altura em função da concentração (ajuste quadrático) e (B) em função do tempo (ajuste linear); (C) número de folhas vivas em função da concentração; (D) número de folhas vivas ao longo do tempo (ajuste quadrático).

Não foi verificado efeito significativo dos tratamentos para área foliar, massa fresca e massa seca. Apesar de a medição de clorofila ser um procedimento essencial para avaliar a eficiência fotossintética das plantas (BACELAR et al., 2015), não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos para essa variável.

De modo similar, as trocas gasosas (condutância estomática, fotossíntese, transpiração eficiência de uso de água) não foram afetadas pelas concentrações de manipueira.

Com relação aos danos, observou-se diferença significativa entre os tratamentos (Figura 23A). Observou-se que o tratamento sem infestação (TSI) se manteve livre da infestação da praga durante todo o experimento, demonstrando a eficiência do processo de isolamento das plantas

pelo uso das proteções feitas com TNT. Contudo, não se observaram diferenças entre as concentrações de manipueira e destas com as plantas não infestadas.

Considerando-se os tratamentos submetidos à infestação pelos insetos (TCI), detectou-se um ajuste quadrático entre as variáveis concentração de manipueira e danos (Figura 23B). O ponto de mínimo dano (13,3%) foi alcançado à concentração de 70,91% de manipueira.

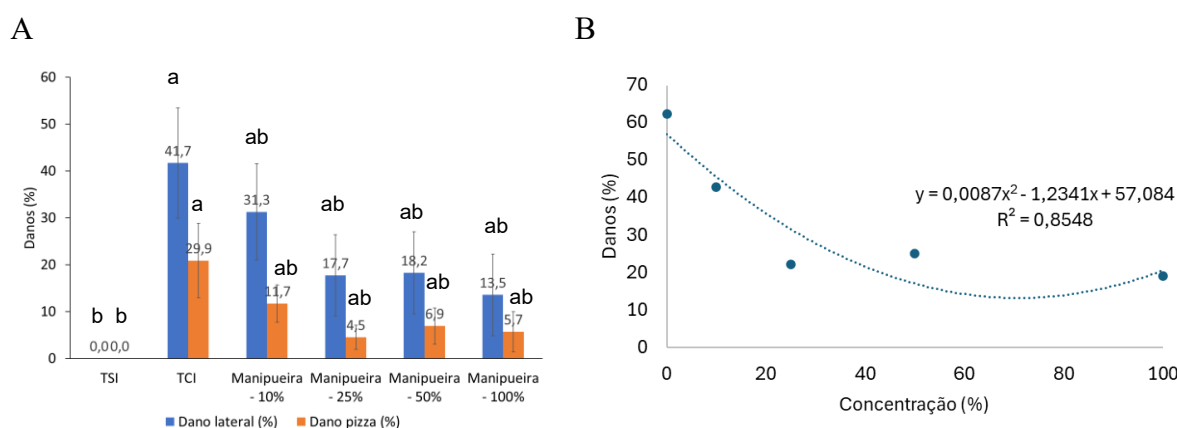


Figura 23 – Danos observados em rizomas de bananeira 'Princesa' após a infestação (TCI – Tratamento com infestação) por *Cosmopolites sordidus*: (A) porcentagem de galerias das concentrações de manipueira e em plantas não infestadas (TSI – Tratamento sem infestação); (B) ajuste da equação para danos em função da concentração de manipueira, com ajuste quadrático.

Os resultados obtidos demonstram a viabilidade da manipueira no controle da broca-do-rizoma (*C. sordidus*), com destaque para os efeitos sobre os parâmetros morfológicos e a severidade dos danos causados pela praga.

Antes da infestação, não se verificou efeito significativo dos tratamentos sobre a altura das plantas, o diâmetro do pseudocaule e o número de folhas vivas, confirmando a homogeneidade das parcelas experimentais. Tais resultados estavam dentro do esperado, considerando-se que os tratamentos foram submetidos a condições uniformes. A resposta positiva observada ao longo do tempo está associada ao desenvolvimento natural das plantas, o que foi evidenciado pelo ajuste quadrático das variáveis analisadas.

Após a infestação, observou-se efeito significativo da concentração de manipueira e do tempo de avaliação sobre a altura das plantas. Os dados ajustaram-se a modelos quadrático (concentração $\times$ altura) e linear (tempo $\times$ altura), indicando que, quanto maior a concentração de manipueira e o tempo, maior foi o crescimento das plantas. Para o número de folhas vivas, também houve efeito significativo desses dois fatores, com ajuste quadrático para ambos. O menor número de folhas vivas foi observado na concentração de 21,43%, enquanto o maior número foi registrado aos 48,25 dias, revelando uma recuperação progressiva das plantas ao longo do tempo.

O diâmetro do pseudocaule não foi influenciado significativamente pelos tratamentos, o que sugere que essa variável é menos sensível aos efeitos diretos da infestação e ao uso da manipueira. A ausência de resposta também pode indicar que essa característica apresenta maior estabilidade fisiológica, conforme discutido por Ballhorn et al. (2010), em estudo com herbívoros especialistas e generalistas frente à cianogênese vegetal.

No tocante aos danos causados pela praga, houve efeito significativo dos tratamentos, com ajuste quadrático para a relação entre concentração de manipueira e percentual de dano. O ponto de mínimo dano (13,3%) foi obtido à concentração de 70,91%, evidenciando o potencial inseticida da manipueira em concentrações elevadas. Essa eficácia pode ser atribuída à presença de compostos cianogênicos, como a linamarina e a lotaustralina, que liberam cianeto de hidrogênio quando hidrolisados, inibindo a respiração celular dos insetos (JONES, 1998; BALLHORN et al., 2010).

Além disso, os parâmetros fisiológicos, como área foliar, massa fresca, massa seca, teor de clorofila e trocas gasosas, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, o que reforça a segurança do uso da manipueira nas concentrações testadas. Esse aspecto é fundamental no manejo integrado de pragas, visto que o controle químico deve causar o menor impacto possível ao desenvolvimento da cultura (MOREIRA et al., 2006; WINK, 2018).

Portanto, a manipueira mostrou-se uma alternativa promissora para o controle de *C. sordidus*, principalmente em sistemas agroecológicos, nos quais o uso de produtos sintéticos é restrito.

CONCLUSÃO

A manipueira tem efeito significativo na redução dos danos causados por *C. sordidus*, considerando o ponto mínimo de dano (13,3%) na concentração de 70,91%, demonstrando o

potencial inseticida da manipueira em concentrações elevadas. A manipueira também influencia positivamente na altura das plantas e no número de folhas vivas em plantas infestadas. Parâmetros fisiológicos, como área foliar, massa fresca, massa seca, teor de clorofila e trocas gasosas, não apresentam diferenças significativas entre os tratamentos, o que reforça a segurança do uso da manipueira nas concentrações testadas. Assim, a manipueira mostra-se eficaz no controle da broca-do-rizoma sem prejudicar o desenvolvimento das plantas.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, M. F. et al. Pesticides impacts on human health and the environment with their mechanisms of action and possible countermeasures. **Heliyon**, v. 10, e29128, 2024.
- BACELAR, B.; SALMAN, A.; ALVES, E.; MENDES, A.; BACELAR, B. M. F. S.; MENDES, A. M. **Uso do medidor de clorofila portátil (clorofilômetro) na adubação nitrogenada de pastagens**, Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, p. 21, 2015. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1125217/1/cpafr-18443-doc-161.pdf#page=15.48>. Acesso em: 25 Jun. 2025.
- BALLHORN, D. J. et al. Comparing responses of generalist and specialist herbivores to various cyanogenic plant features. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 134, p. 245–259, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0005450>.
- CARVALHO, J. D.; NEVES, F. L.; SILVA, C. 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**, Jaboticabal, v. 39, n. 5, e-045, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452017045>
- FANCELLI, M.; MESQUITA, A. L. M.; DA COSTA, A. C. F.; COSTA, J. Manejo de pragas. In: DONATO, S. L. R.; BORÉM, A.; RODRIGUES, M. G. V. (Org.). **Banana: do plantio à colheita**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2021. p. 207-236, 2021. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1131356>. Acesso em: 26 Jun. 2025.
- FERREIRA, C. F.; SILVA, S. O.; AMORIM, E. P.; SANTO-SEREJO, J. A. et al. (Ed.). O agronegócio da banana. Brasília, DF: Embrapa, p. 832, 2015. ISBN 978-85-7035-523-2. Disponível em: <https://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00084630.pdf>. Acesso em: 25 Jun. 2025.
- GOLD, C. S.; PENA, J. E.; KARAMURA, E. B. Biology and integrated pest management for the banana weevil, *Biology e manejo integrado de pragas para o gorgulho da bananeira Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). **Integrated Pest Management Reviews**, v. 6, n. 2, p. 79–155, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1023330900707>
- GUILLÉN SÁNCHEZ, C.; TIXIER, P.; TAPIA FERNÁNDEZ, A.; CONEJO BARBOZA, A.

- 1 M.; SANDOVAL FERNÁNDEZ, J. A.; DE LAPEYRE DE BELLAIRE, L. Can the banana
2 weevil *Cosmopolites sordidus* be a vector of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 1?
3 Unravelling the internal and external acquisition of effective inoculum. **Pest Management**
4 **Science**, v. 77, n. 6, p. 3002-3012, 2021.
- 5 HIKAL, W. M.; BAESHEN, R. S.; SAID-AL AHL, H. A. H.; UJHÁZY, K. Botanical
6 insecticide as simple extractive for pest control. **Cogent Biology**, v. 3, n. 1, 2017. Disponível
7 em: <https://doi.org/10.1080/23312025.2017.1404274>.
- 8 JONES, D. A. Why are so many food plants cyanogenic? **Phytochemistry**, v. 47, n. 2, p.
9 155–162, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0031-9422\(97\)00425-1](https://doi.org/10.1016/s0031-9422(97)00425-1).
- 10 MATOS, A. G. dos S.; GARCIA, G. W. R.; FARIAS, G. B. de G.; NOMURA, E. S.;
11 MARINHO-PRADO, J. S. Validação em campo de estratégia atraí-infecta para o controle do
12 moleque-da-bananeira. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO
13 CIENTÍFICA, 17., 2023, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: Embrapa Territorial, 2023. CIIC
14 2023. Nº 23401, 11p. Disponível em:
15 [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1160589/1/Marinho-Prado-Validacao-](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1160589/1/Marinho-Prado-Validacao-campo-2023.pdf)
16 [campo-2023.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1160589/1/Marinho-Prado-Validacao-campo-2023.pdf). Acesso em: 26 Jun. 2025.
- 17 MOREIRA, M. D.; PICANÇO, M. C.; SILVA, E. D.; MORENO, S. C.; MARTINS, J. C.;
18 VENZON, M.; PALLINI, A. Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. In:
19 VENZON, M. et al. (org.). **Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa:
20 EPAMIG/CTZM, p. 89–120, 2006. Disponível em:
21 [https://tga.blv.ifmt.edu.br/media/filer_public/2b/32/2b323c73-3195-4a8d-af22-](https://tga.blv.ifmt.edu.br/media/filer_public/2b/32/2b323c73-3195-4a8d-af22-1bc69c799b3f/uso_de_inseticidas_botanicos_-_capitulo.pdf)
22 [1bc69c799b3f/uso_de_inseticidas_botanicos_-_capitulo.pdf](https://tga.blv.ifmt.edu.br/media/filer_public/2b/32/2b323c73-3195-4a8d-af22-1bc69c799b3f/uso_de_inseticidas_botanicos_-_capitulo.pdf). Acesso em: 27 Jun. 2025.
- 23 MWANJE, G.; NAKATO, G. V. **Screening for resistance to the banana weevil**
24 (*Cosmopolites sordidus*). International Institute of Tropical Agriculture (IITA) Uganda office;
25 Plot 15B, East Naguru road; P.O. Box 7878; Kampala, Uganda, 2021. Disponível em:
26 [https://musabase.org/ftp/SOPs/Banana%20weevil%20screening%20protocol%20-](https://musabase.org/ftp/SOPs/Banana%20weevil%20screening%20protocol%20-%20September%202021.pdf)
27 [%20September%202021.pdf](https://musabase.org/ftp/SOPs/Banana%20weevil%20screening%20protocol%20-%20September%202021.pdf). Acesso em: 27 Jun. 2025.
- 28 OKOLLE, N. J. et al. Alternatives to synthetic pesticides for the management of the banana
29 borer weevil (*Cosmopolites sordidus*) (Coleoptera: Curculionidae). **CABI Reviews**,
30 Wallingford, v. 15, n. 26 p. 1–24, 2020. Disponível em:
31 <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR2020156>
- 32 PONTE, J. J. **Cartilha da manipueira: uso do composto como insumo agrícola**. Fortaleza,
33 Secretaria da Ciência e Tecnologia do Ceará, p. 53, 1999.
- 34 R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation
35 for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2024. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.
36 Acesso em: 26 Jun. 2025.
- 37 RODRIGUES, G. G.; MARTINS, A. F.; BRITO, J. de S.; MENDES, A. J. A.; SOUZA
38 FILHO, R. P.; GOMES, V. D. O.; COSTA, B. K. B.; GUIMARÃES, P. D. S.; LIMA, U. D.
39 O.; CHAMY, M. N. C. L. Ação inseticida da manipueira sobre o gorgulho do milho
40 (*Sitophilus zeamais*). **Revista Ensino, Saúde e biotecnologia da Amazônia**, v. 2, n. esp., p.
41 5, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/resbam/article/view/6567>.
42 Acesso em: 27 Jun. 2025.

- SANTOS, A. Usos e impactos ambientais causados pela manipueira na microregião sudoeste da Bahia-Brasil. **Problemas sociales y regionales em América Latina**: estudo de casos. Barcelona: Universitat de Barcelona, p. 11-25, 2009. Disponível em: <https://www.ub.edu/medame/PSSantos.pdf>. Acesso em: 27 Jun. 2025.
- SATO, M. E. **Resistência é um sério problema para a agricultura**. Comunicado Técnico n. 102, São Paulo. Instituto Biológico, 2009. Disponível em: <https://biologico.agricultura.sp.gov.br/publicacoes/comunicados-documentos-tecnicos/comunicados-tecnicos/resistencia-e-um-serio-problema-para-a-agricultura>. Acesso em: 11 set. 2024.
- SILVA, C.; SOUZA, T.; OLIVEIRA, E. Potencial de uso da manipueira como alternativa de controle de *Spodoptera frugiperda* em milho. Cadernos de Agroecologia, v. 13, n. 1, Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF, 2018. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/1213>. Acesso em: 27 jun. 2025.
- SOUZA, E. P.; SILVA, J. E. V. C.; FERREIRA, L. E. Uso da manipueira no desenvolvimento das culturas alimentares: revisão narrativa. **Agronegócio: técnicas, inovação e gestão**, [S.L.], v. 1, ed. 1, p. 136-148, 2021. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/uso-da-manipueira-no-desenvolvimento-das-culturas-alimentares-revisao-narrativa>. Acesso em: 27 Jun. 2025.
- WINK, M. Plant secondary metabolites modulate insect behavior – steps toward addiction? **Frontiers in Physiology**, v. 9, p. 364, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00364>.
- ZEVALLOS, D. M. P.; QUEROL, M. P.; AMBROGI, B. G. Cassava wastewater as a natural pesticide: current knowledge and challenges for broader utilisation. **Annals of Applied Biology**, v.73, n.3, p. 191-201, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/aab.12464>.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A manipueira demonstrou-se eficaz no controle da broca-do-rizoma da bananeira, atuando como repelente e promovendo a mortalidade dos insetos, sem afetar negativamente o crescimento das plantas. Seu uso representa uma alternativa aos agrotóxicos registrados para o controle de *C. sordidus*, valorizando um resíduo agroindustrial e contribuindo para a redução de impactos ambientais. Para a defesa agropecuária, o trabalho oferece uma solução prática, segura e de baixo custo, especialmente aplicável à agricultura familiar e ao manejo agroecológico. Recomenda-se a realização de novos estudos em condições de campo, visando validar a eficácia da manipueira em larga escala e estabelecer protocolos seguros de aplicação.

1 REFERÊNCIAS

- 2 AHMAD, M. F. et al. Pesticides impacts on human health and the environment with
3 their mechanisms of action and possible countermeasures. **Heliyon**, v.10, e29128
4 2024.
- 5 ARAÚJO, N. A. F.; PASQUAL, M.; PIO, L. A. S.; ALVES, E.; MOURA, N. DE M.;
6 COSTA, S. DA S. Identification and aggressiveness of four isolates of *Fusarium*
7 *oxysporum* f. sp. *cubense* from Latundan banana in Brazil. **Journal of**
8 **Phytopathology**, v. 165, n. 4, p. 257–264, 2017. Disponível em:
9 <https://doi.org/10.1111/jph.12557>
- 10 BAILÓN-SALAS, A. M.; ORDAZ-DIAZ, L. A.; LÓPEZ-SERRANO, P. M.; FLORES-
11 VILLEGAS, M. Y.; DOMINGUEZ-CALLEROS, P. A. Wastewater as a resource for
12 pest control: an overview. **BioResources**, v. 16, n. 3, p. 6401-6425, 2021. Disponível
13 em: [https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/wastewater-as-a-resource-for-pest-](https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/wastewater-as-a-resource-for-pest-control-an-overview/)
14 [control-an-overview/](https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/wastewater-as-a-resource-for-pest-control-an-overview/). Acesso em: 05 Ago. 2024.
- 15 BATISTA FILHO, A.; TAKADA, H.; RAGA, A.; SATO, M.; CARVALHO, A. Controle
16 biológico da broca da bananeira. *In*: Reunião itinerante de fitossanidade do instituto
17 biológico, 8., 2005, Registro, SP. **Anais...** Registro: IB/APTA/UNESP, 2005.
- 18 BATISTA FILHO, A.; HOJO, H.; LEITE, L. G.; RAGA, A.; SATO, M. E.; ALMEIDA, J.
19 E. M.; TAKADA, H. M. **Tecnologia Sustentável**: Controle biológico de brocas da
20 bananeira. [S. l.], 2016.
- 21 BORGES, A. L. Cultivo de plátanos (bananeiras tipo terra). Brasília, DF: Embrapa,
22 2015. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistema de Produção, 42). Disponível em:
23 <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1029294>. Acesso em: 26
24 Jun. 2025.
- 25 BORGES, A.L.; CORDEIRO, Z.J.M.C.; FANCELLI, M.; RODRIGUES, M.G.V.
26 Bananicultura orgânica. Belo Horizonte. **Informe Agropecuário**, v.36, n.287, p.74-
27 83, 2015. Disponível em:
28 <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1044854/1/Bananiculturaorg>
29 [anicaart7IA287Dez2015.pdf](https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1044854/1/Bananiculturaorg). Acesso em: 27 Jun. 2025.

- 1 BORGES, A. L. et al. **Sistema orgânico de produção da cultura da banana.**
2 **Embrapa**, p.57, 2016. Disponível em:
3 [https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1038925/1/Sistema-](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1038925/1/Sistema-Organico-Cultura-Banana.pdf#page=2.21)
4 [Organico-Cultura-Banana.pdf#page=2.21](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1038925/1/Sistema-Organico-Cultura-Banana.pdf#page=2.21). Acesso em: 26 Jul. 2024.
- 5 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano de**
6 **contingência para *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raça 4 tropical**. Brasília:
7 MAPA, 2018. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/planos-de-contingencia-pragas-ausentes/fusarium-oxysporum-livro-pragaspriorizadas_1ed-2018-243-258.pdf)
8 [animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/planos-de-contingencia-pragas-](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/planos-de-contingencia-pragas-ausentes/fusarium-oxysporum-livro-pragaspriorizadas_1ed-2018-243-258.pdf)
9 [ausentes/fusarium-oxysporum-livro-pragaspriorizadas_1ed-2018-243-258.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/planos-de-contingencia-pragas-ausentes/fusarium-oxysporum-livro-pragaspriorizadas_1ed-2018-243-258.pdf).
- 10 CARVALHO, J. D.; NEVES, F. L.; SILVA, C. D.; BITTENCOURT, M. A. L. Biological
11 aspects and insecticide action of plant species on eggs and nymphs of citrus black fly
12 (*Aleurocanthus woglumi* Ashby - Aleyrodidae) at laboratory level. **Revista Brasileira**
13 **de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 39, n. 5, e-045, 2017. Disponível em:
14 <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452017045>.
- 15 CASSONI, V.; CEREDA, M. P. Avaliação do processo de fermentação acética da
16 manipueira. **Energia na Agricultura**, v. 26, n. 4, p. 101-113, 2011.
- 17 CHISTÉ, R. C., COHEN, K. D. O., MATHIAS, E. D. A., OLIVEIRA, S. S.
18 Quantificação de cianeto total nas etapas de processamento das farinhas de
19 mandioca dos grupos seca e d'água. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 1, p. 221-226, 2010.
- 20 DINIZ, M. DE S.; FARIAS, M. A. A.; TRINDADE, A. V., LEDO, C. A. DA S. Efeito da
21 manipueira na adubação da mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, p.
22 416-421, 2009.
- 23 EPPO. **Banco de Dados Global da EPPO**. 2024. Disponível em:
24 <https://gd.eppo.int/taxon/COSMSO>. Acesso em: 10 Jul. 2024.
- 25 FANCELLI, M.; MESQUITA, A. L. M.; DA COSTA, A. C. F.; COSTA, J. **Manejo de**
26 **pragas**. In: DONATO, S. L. R.; BORÉM, A.; RODRIGUES, M. G. V. (Org.). **Banana:**
27 **do plantio à colheita**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2021. p. 207-236, 2021. Disponível
28 em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1131356>. Acesso em:
29 26 Jun. 2025.

- 1 FANCELLI, M.; MILANEZ, J. M.; MESQUITA, A. L. M.; COSTA, A. C. F. da; COSTA,
2 J. N. M.; PAVARINI, R.; PAVARINI, G. M. P. P. Artrópodes: pragas da bananeira e
3 controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 36, n. 288, p. 7-18, 2015.
4 Disponível em:
5 <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1047091/1/ART16013.pdf>.
6 Acesso em: 27 Jun. 2025.
- 7 FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.
8 **FAOSTAT: crops and livestock products**. FAO, 2022. Disponível em:
9 <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 9 set. 2024.
- 10 FAZOLIN, M.; LEDO, A. S; AZEVEDO, F. F. **Manejo preventivo da broca do**
11 **rizoma da bananeira no Acre**. Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2000. Comunicado
12 Técnico, n.110, p.1-3.
- 13 FERREIRA, C. F.; SILVA, S. O.; AMORIM, E. P.; SANTO-SEREJO, J. A. et al. (Ed.).
14 **O agronegócio da banana**. Brasília, DF: Embrapa, p. 832, 2015. ISBN
15 978-85-7035-523-2. Disponível em:
16 <https://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00084630.pdf>. Acesso em: 25 Jun. 2025.
- 17 FIDELIS, E. G.; LOHMANN, T. R.; SILVA, M. L. DA; PARIZZI, P.; BARBOSA, F. F. L.
18 (Ed.). **Priorização de pragas quarentenárias ausentes no Brasil**. 2018. Brasília,
19 DF: Embrapa, p. 510, 2018. Disponível em:
20 <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1108710>. Acesso em: 27 Jun.
21 2025.
- 22 FREIRE, F.C.O. **Uso da manipueira no controle do oídio da cerigueleira:**
23 **resultados preliminares**. Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, v.
24 70, 2001. Disponível em:
25 <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/424162>. Acesso em: 26
26 Jun. 2025.
- 27 GOLD, C. S.; PENA, J. E.; KARAMURA, E. B. Biology and integrated pest
28 management for the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera:
29 Curculionidae). **Integrated Pest Management Reviews**, v. 6, n. 2, p. 79–155, 2001.
30 Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1023330900707>

- 1 GONZAGA, A. D.; SOUZA, S. G. A.; PY-DANIEL, V.; RIBEIRO, J. A. Potencial de
2 manipueira de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no controle de pulgão-preto de
3 citros (*Toxoptera citricida* Kirkaldy, 1907). **Revista Brasileira de Agroecologia**,
4 Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 646-650, 2007. Disponível em:
5 <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/681338/1/6698272931PB.pdf>
6 Acesso em: 27 Jun. 2025.
- 7 GUILLEN SANCHEZ, C.; TIXIER, P.; TAPIA FERNÁNDEZ, A.; CONEJO BARBOZA,
8 A. M.; SANDOVAL FERNÁNDEZ, J. A.; DE LAPEYRE DE BELLAIRE, L. Can the
9 banana weevil *Cosmopolites sordidus* be a vector of *Fusarium oxysporum* f. sp.
10 *cubense* race 1? Unravelling the internal and external acquisition of effective
11 inoculum. **Pest Management Science**. v. 77, n. 6, p. 3002-3012, 2021. Disponível:
12 <https://doi.org/10.1002/ps.6339>.
- 13 HIERRO-IGLESIAS, C.; CHIMPHANGO, A.; THORNLEY, P.; FERNÁNDEZ-
14 CASTANÉ, A. Opportunities for the development of cassava waste biorefineries for
15 the production of polyhydroxyalkanoates in Sub-Saharan Africa. **Biomass and**
16 **Bioenergy**, v. 166, p. 106600, 2022. Disponível em:
17 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953422002628?via%3Dihub>.
18 Acesso em: 08 abr. 2025.
- 19 HIKAL, W. M.; BAESHEN, R. S.; SAID-AL AHL, H. A. H.; UJHÁZY, K. Botanical
20 insecticide as simple extractive for pest control. **Cogent Biology**, v. 3, n. 1, p.
21 1404274, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23312025.2017.1404274>.
- 22 IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de**
23 **mandioca**, 2023. Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/explica/producao-](https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mandioca/br)
24 [agropecuaria/mandioca/br](https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mandioca/br). Acesso em: 07 Abr. 2025.
- 25 ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture
26 and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, v.51, p. 45-66,
27 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>.
- 28 ISMAN, M. B. Botanical insecticides in the twenty-first century-fulfilling their promise?
29 **Annual Review of Entomology**, v. 65, n. 1, p. 233-249, 2020. Disponível em:
30 <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025010>.

- 1 KOCKE, J. A. **Natural plant compounds useful in insect control**. Washington,
2 American Chemical Society Symposium (Series, 330), p. 396-415, 1987.
- 3 LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. de. Agrotóxicos e seus impactos na
4 saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**, v. 42, n.
5 117, p. 518-534, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-1104201811714>.
- 6 MACIEL, A. C.; PENA, R. da S.; NASCIMENTO, L. D. do; OLIVEIRA, T. A. de;
7 CHAGAS-JUNIOR, G. C. A.; LOPES, A. S. Health exposure risks and bioremediation
8 of cyanide in cassava processing effluents: an overview. **Revista de Engenharia de**
9 **Processos de Água**, v. 55, p. 104079, 2023. Disponível em:
10 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214714423005998?via%3Dihub>.
11 Acesso em: 11 Mar. 2025.
- 12 MELDRUM, R. A.; DALY, A. M.; TRAN-NGUYEN, L. T. T.; AITKEN, E. A. B. Are
13 banana weevil borers a vector in spreading *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*
14 tropical race 4 in banana plantations. **Australasian Plant Pathology**, v. 42, n. 5, p.
15 543-549, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13313-013-0214-2>.
- 16 MESQUITA, A. L. M. Importância e métodos de controle do “moleque” ou broca-do-
17 rizoma da-bananeira, Fortaleza, CE: EMBRAPA. **Agroindústria Tropical**, v. 1, 6 p.,
18 2003. Disponível em:
19 <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/425644/1/Ci017.pdf>. Acesso
20 em: 27 Jun. 2025.
- 21 NOMURA, E. S.; FUZITANI, E. J.; DAMATTO JÚNIOR, E. R.. Broca da bananeira -
22 perigo “invisível”. *Pesquisa & Tecnologia*, v. 8. n. 53. 2011.
- 23 OKOLLE, N. J. et al. Alternatives to synthetic pesticides for the management of the
24 banana borer weevil (*Cosmopolites sordidus*) (Coleoptera: Curculionidae). **CABI**
25 **Reviews**, Wallingford, n. 2020, v. 15, n. 26 p. 1–24, 2020. Disponível em:
26 <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR2020156>
- 27 PENTEADO, S. R. **Defensivos alternativos e naturais: para uma agricultura**
28 **saudável**. Campinas, p. 37, 2000.
- 29 PEREIRA, J. C. R.; PEREIRA, J. R.; CASTRO, M. E. A.; GASPAROTTO, L.

- 1 Occurrence of the Panama disease in banana plants of the subgroup Figo in Piau,
2 Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 5, p. 554, 2005. Disponível em:
3 <https://www.scielo.br/j/fb/a/B9rbhXjyvKdmLfRMcDzFhKS/?lang=pt>. Acesso em: 26
4 Jun. 2025.
- 5 PONTE, J. J. Historical account of the research over the use of manipueira, a liquid
6 extract from cassava roots, as an agricultural biocide. **Fitopatologia Venezuelana**, v.
7 5, n. 1, p. 2-5, 1992.
- 8 PONTE, J. J. **Cartilha da manipueira**: uso do composto como insumo agrícola.
9 Fortaleza, Secretaria da Ciência e Tecnologia do Ceará, p. 53, 1999.
- 10 PONTE, J. J. da. Uso da manipueira como insumo agrícola: defensivo e fertilizante.
11 In: CEREDA, M. P. **Manejo uso e tratamento de subprodutos da industrialização**
12 **da mandioca**. Fundação Cargill – São Paulo, Cap. 5, p. 8095, 2001.
- 13 PONTE, J. J.; ARAGÃO, M. L.; SILVEIRA-FILHO, J.; ANDRADE, N. C. Fertilização
14 foliar de sorgo com manipueira (extrato líquido das raízes de mandioca). **Revista de**
15 **Agricultura**, v. 73, n. 1, p. 103-109, 1998
- 16 QUEIROZ, J. S.; FANCELLI, M.; COELHO FILHO, M. A.; LEDO, C. D. S.;
17 SANCHES, C. G. New type of trap for monitoring banana weevil population. **African**
18 **Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 10, p. 764-770, 2017. Disponível:
19 <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1076333>. Acesso em: 27 Jun.
20 2025.
- 21 REBOUÇAS, T. A.; HADDAD, F.; FERREIRA, C. F.; OLIVEIRA, S. A. S. DE; LEDO,
22 C. A. DA S.; AMORIM, E. P. Identification of banana genotypes resistant to *Fusarium*
23 wilt race 1 under field and greenhouse conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 239, p.
24 308-313, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.037>.
- 25 RODRIGUES, G. G.; MARTINS, A. F.; BRITO, J. de S.; MENDES, A. J. A.; SOUZA
26 FILHO, R. P.; GOMES, V. D. O.; COSTA, B. K. B.; GUIMARÃES, P. D. S.; LIMA, U.
27 D. O.; CHAMY, M. N. C. L. Ação inseticida da manipueira sobre o gorgulho do milho
28 (*Sitophilus zeamais*). **Revista Ensino, Saúde e biotecnologia da Amazônia**, v. 2,
29 n. esp., p. 5, 2020. Disponível em:

- 1 <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/resbam/article/view/6567>. Acesso em: 27
- 2 Jun. 2025.
- 3 SANTOS, A. Usos e impactos ambientais causados pela manipueira na microregião
- 4 sudoeste da Bahia-Brasil. **Problemas sociales y regionales em América Latina:**
- 5 **estúdio de casos.** Barcelona: Universitat de Barcelona, p. 11-25, 2009. Disponível
- 6 em: <http://www.ub.edu/medame/PSSantos.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2025.
- 7 SATO, M. E. **Resistência é um sério problema para a agricultura.** Comunicado
- 8 Técnico n. 102, São Paulo. Instituto Biológico, 2009. Disponível em:
- 9 <https://biologico.agricultura.sp.gov.br/publicacoes/comunicados-documentos->
- 10 [tecnicos/comunicados-tecnicos/resistencia-e-um-serio-problema-para-a-agricultura.](https://biologico.agricultura.sp.gov.br/publicacoes/comunicados-documentos-)
- 11 Acesso em: 11 set. 2024.
- 12 SCHMIDT, V. K. de O.; VASCONCELOS, G. M. D. de; VICENTE, R. et al.
- 13 Valorização de águas residuárias de mandioca para produção de biossurfactantes:
- 14 surfactina, ramnolipídios e lipídios manosileritritol. **World Journal of Microbiology**
- 15 **and Biotechnology**, v. 39, p. 65, 2023. Disponível em:
- 16 <https://doi.org/10.1007/s11274-022-03510-2>.
- 17 SILVA, C.; SOUZA, T.; OLIVEIRA, E. Potencial de uso da manipueira como
- 18 alternativa de controle de *Spodoptera frugiperda* em milho. Cadernos de
- 19 Agroecologia, v. 13, n. 1, Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF, 2018. Disponível
- 20 em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/1213>. Acesso
- 21 em: 27 jun. 2025.
- 22 SILVA, J. F.; COSTA, H.; ZANÚNCIO JÚNIOR, J. S. **Manejo integrado da broca-**
- 23 **do-rizoma *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) na**
- 24 **cultura da banana.** Boletim Técnico n. 11, Alegre – ES. Instituto Federal Espírito
- 25 Santos, 2023. Disponível em:
- 26 <https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/3115/9788582636480.pdf>
- 27 [?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/3115/9788582636480.pdf). Acesso em: 11 set. 2024.
- 28 SOUZA, E. P.; SILVA, J. E. V. C.; FERREIRA, L. E. Uso da manipueira no
- 29 desenvolvimento das culturas alimentares: revisão narrativa. **Agronegócio:**
- 30 **técnicas, inovação e gestão**, [S.L.], v. 1, ed. 1, p. 136-148, 2021. Disponível em:

- 1 <https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/uso-da-manipueira-no->
2 [desenvolvimento-das-culturas-alimentares-revisao-narrativa](https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/uso-da-manipueira-no-). Acesso em: 26 Jun.
3 2025.
- 4 TIWARI, A. K. Insect pests in agriculture identifying and overcoming challenges
5 through IPM. **Archives of Current Research International**, v. 24, n. 3, p. 124–130,
6 2024. Disponível em: <https://journalacri.com/index.php/ACRI/article/view/651>. Acesso
7 em: 21 mar. 2025.
- 8 TOKARNIA, C. H. et al. **Plantas tóxicas da Amazônia**. Manaus: Instituto Nacional
9 de Pesquisas da Amazônia/INPA. p. 95, 1979.
- 10 TRAORÉ, L.; GOLD, C.S.; BOIVIN, G.; PILON, J.G. Développement
11 postembryonnaire des charançons du bananier, *Cosmopolites sordidus*. **Fruits**, v. 51,
12 n. 2, p. 105-113, 1996. Disponível em:
13 <https://revues.cirad.fr/index.php/fruits/article/download/35514/36892/40572>. Acesso
14 em: 27 Jun.2025.
- 15 TRAORÉ, L.; GOLD, C.S.; PILON, J.G.; BOIVIN, G. Effects of temperature on
16 embryonic development of banana weevil *Cosmopolites sordidus* Germar. **African**
17 **Crop Science Journal**, v. 1, n. 2, 1993. Disponível em:
18 <https://doi.org/10.4314/acsj.v1i2.69898>.
- 19 WERE, E.; NAKATO, G. V.; OCIMATI, W., RAMATHANI, I.; OLAL, S.; BEED, F. The
20 banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar), is a potential vector of
21 *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* in bananas. **Canadian Journal of Plant**
22 **Pathology**, v. 37, n. 4, p. 427-434, 2015. Disponível em:
23 <http://dx.doi.org/10.1080/07060661.2015.1113444>.
- 24 ZEVALLOS, D. M. P.; QUEROL, M. P.; AMBROGI, B. G. Cassava wastewater as a
25 natural pesticide: current knowledge and challenges for broader utilisation. **Annals of**
26 **Applied Biology**, v. 73, n. 3, p. 191-201, 2018. Disponível em:
27 <http://dx.doi.org/10.1111/aab.12464>.