



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA –
PRODUÇÃO VEGETAL**

ELVIS PRUDÊNCIO DE ARAÚJO PEREIRA

**AMOSTRAGEM DE PRECISÃO PARA MONITORAMENTO DE
COCHONILHAS E TRIPES EM MANGUEIRA: SUBSÍDIOS PARA UM
PROGRAMA DE MANEJO SUSTENTÁVEL**

PETROLINA - PE

2024

ELVIS PRUDÊNCIO DE ARAÚJO PEREIRA

**AMOSTRAGEM DE PRECISÃO PARA MONITORAMENTO DE
COCHONILHAS E TRIPES EM MANGUEIRA: SUBSÍDIOS PARA UM
PROGRAMA DE MANEJO SUSTENTÁVEL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, *Campus* Ciências Agrárias, como requisito para obtenção do título de MESTRE EM PRODUÇÃO VEGETAL.

Orientador: Profa. Dra. Rita de Cássia Rodrigues Gonçalves Gervásio

Coorientador: Prof. Dr. Thiago Cardoso da Costa Lima

PETROLINA – PE

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO - UNIVASF

Gabinete da Reitoria

Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI)

Av. José de Sá Maniçoba, s/n, Campus Universitário – Centro CEP 56304-917
Caixa Postal 252, Petrolina-PE, Fone: (87) 2101- 6760, biblioteca@univasf.edu.br

P436a Pereira, Elvis Prudêncio de Araújo
Amostragem de precisão para monitoramento de cochonilhas e tripses em mangueira: subsídios para um programa de manejo sustentável / Elvis Prudêncio de Araújo Pereira. – Petrolina-PE, 2024.
xv, 140 f.: il.; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2024.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Rita de Cássia Rodrigues Gonçalves Gervásio.

Inclui referências.

1. Manga - Cultivo. 2. Manga – Doenças e pragas. 3. Pragas agrícolas - Controle. Título. II. Gervásio, Rita de Cássia Rodrigues Gonçalves. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 634.34

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UNIVASF.
Bibliotecária: Andressa Laís Machado de Matos CRB – 4/2240.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA –
PRODUÇÃO VEGETAL

FOLHA DE APROVAÇÃO PARA DISSERTAÇÃO

Elvis Prudêncio de Araújo Pereira

AMOSTRAGEM DE PRECISÃO PARA MONITORAMENTO DE
COCHONILHAS E TRIPES EM MANGUEIRA: SUBSÍDIOS PARA UM
PROGRAMA DE MANEJO SUSTENTÁVEL

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aprovado em: 14 de Agosto de 2024.

Banca Examinadora



Documento assinado digitalmente
RITA DE CÁSSIA RODRIGUES GONCALVES
Data: 18/09/2024 09:44:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Rita de Cássia Rodrigues Gonçalves Gervásio
Universidade Federal do Vale do São Francisco (Orientador)



Documento assinado digitalmente
TIAGO CARDOSO DA COSTA LIMA
Data: 18/09/2024 09:50:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Tiago Cardoso da Costa Lima
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Semiárido
(Co-orientador)



Documento assinado digitalmente
JOSE BRUNO MALAQUIAS
Data: 18/09/2024 10:02:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. José Bruno Malaquias
Universidade Federal da Paraíba



Documento assinado digitalmente
MARILIA MICKAELE PINHEIRO CARVALHO
Data: 18/09/2024 08:53:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Marília Mickaele Pinheiro Carvalho
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Semiárido

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por ser a luz no meu caminho e tornar realidade os planos do meu coração;

Aos meus pais, **Francisco de Assis** e **Claudineide Prudêncio**, pela educação, pelo amor, conselhos e pelo total apoio em todas as minhas decisões. Amo vocês. Obrigado;

Ao meu irmão, **Arthur Prudêncio**, por sempre ser minha referência, por todos os aprendizados e apoio ao longo do meu caminho acadêmico e profissional. Obrigado;

A minha esposa, **Rayanne Morais**, por todo amor e carinho nessa jornada, por estar sempre ao meu lado desde o início me incentivando, ensinando e orientando. Te amo. Obrigado por tudo;

Aos meus sogros, **Juberto e Rejane**, por todas as orientações, amor e troca de experiências ao longo da minha caminhada. Amo vocês. Obrigado;

A Professora Dra. **Rita de Cássia Rodrigues Gonçalves Gervásio**, pela confiança em mim depositada, pela orientação e pelos valiosos conselhos e discussões que me fizeram crescer cientificamente, engrandecendo também este trabalho. Muito obrigado;

Ao Dr. **Tiago Cardoso da Costa Lima**, pelo grande apoio científico durante a minha trajetória acadêmica e profissional. Você foi um dos grandes motivos para que esse sonho se tornasse realidade. Muito obrigado;

A Dra. **Maria Aparecida do Carmo Mouco**, por todas as orientações nessa minha jornada acadêmica e profissional. Obrigado pela amizade que construímos e por ser uma grande referência para minha vida;

Ao meu amigo **Manoel Eliseu**, por todas nossas conversas e boas trocas de conhecimentos e experiência;

Ao Professor Dr **José Bruno Malaquias**, sempre solícito para discutir novas ideias e novos caminhos que aprimoraram este trabalho;

A **toda minha família**, em especial aos meus tios(as) Andrea, Maria da Glória, Orlando, Otávio, Luzinaldo e Esterlita. A meus primos(as) Guilherme, Maria Luiza, Júlia, Rúbia, Victor, Lucas, Manuella, Rodrigo, Ysinha e aos meus vizinhos José Gomes e Diléia, por todo apoio prestado em todos os momentos. Obrigado;

À **Ibagem Agrícola**, pelo incentivo ao estudo e pesquisa, por todo apoio em pró da busca incessante para o avanço na mangicultura. Um obrigado especial a Magno, Jailton Reginaldo e Nelson;

À minha equipe que colaborou com as pesquisas de campo, por toda troca de experiência e apoio nessa minha jornada, em especial para Soraia, Natalha, Gerveson e Inajaira, foram essenciais para a realização desse projeto;

À Universidade Federal do Vale do São Francisco, **UNIVASF**, e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – **Produção Vegetal**, pela estrutura e oportunidade de desenvolvimento;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Embrapa Semiárido**, por todo apoio e conhecimento quando sempre precisei. Um obrigado especial à Dra Maria Auxiliadora Coelho de Lima por todas as conversas e orientações. Obrigado;

Agradeço também aos meus **amigos** por toda parceria, Evertton, Isoana, Bruno, Vandson, André, Allan, Ana Maria, Rafael, Daniel, Professor Carlos, Eduardo Ferraz, Marcelo, Ronny, Titinho (*in memoriam*);

A todos aqueles que, de uma forma, me deram apoio na minha jornada.

LISTAS DE FIGURAS

- Figura 1** – Representação dos seis tratamentos para definição do número de pontos por área para amostragem de tripes e cochonilhas, em cultivo adensado de mangueira. As plantas em vermelho referem-se aos pontos amostrados variando de seis a dezesseis plantas/ha..... 21
- Figura 2** – Representação da divisão da planta em dois quadrantes (Q1 e Q2) e das diferentes fases amostradas da mangueira para tripes e cochonilhas, sendo um ramo de cada fluxo vegetativo (1º e 2º) para cada quadrante..... 22
- Figura 3** – Flutuação do número de cochonilhas em função da quantidade de plantas amostradas de mangueira, set. 2021 a fev. de 2022, Curaçá, Bahia..... 24
- Figura 4** – Flutuação do número de cochonilhas em função da quantidade de plantas amostradas de mangueira, set. 2022 a fev. de 2023, Curaçá, Bahia..... 25
- Figura 5** – Flutuação do número de tripes em função da quantidade de plantas amostradas de mangueira, set. 2021 a fev. de 2022, Curaçá, Bahia..... 26
- Figura 6** – Flutuação do número de tripes em função da quantidade de plantas amostradas de mangueira, set. 2022 a fev. de 2023, Curaçá, Bahia..... 26

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 – Métricas de precisão do modelo para amostragem de cochonilhas.....	25
Tabela 2 – Métricas de precisão do modelo para amostragem de tripes.....	27
Tabela 3 – Ocorrência média (erro padrão) da população de cochonilhas em relação a localização interna e externa da copa das plantas... ..	27
Tabela 4 – Ocorrência média (erro padrão) da população de tripes em relação a localização interna e externa da copa das plantas... ..	28
Tabela 5 – Tempo total para o monitoramento de cochonilhas e tripes com diferente número de plantas por 0,5 ha e o valor referente a mão-de-obra para cada tratamento, em cultivo adensando de mangueira, Curaçá, BA.....	28

SUMÁRIO

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
1.1 Cultura da mangueira	10
1.2 Importância dos tripes e cochonilhas na mangueira	10
1.3 Manejo Integrado de Pragas	12
REFERÊNCIAS	14
3. AMOSTRAGEM DE PRECISÃO PARA MONITORAMENTO DE COCHONILHAS E TRIPES EM MANGUEIRA: SUBSÍDIOS PARA UM PROGRAMA DE MANEJO SUSTENTÁVEL	16
INTRODUÇÃO	16
MATERIAL E MÉTODOS	18
Local da pesquisa e manejo da cultura	18
Condições meteorológicas na área de cultivo	19
Monitoramento de tripes e cochonilhas	19
Análise dos Dados	20
RESULTADOS	21
DISCUSSÃO	28
CONCLUSÃO	30

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Cultura da mangueira

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma das principais fruteiras tropicais cultivadas em todo o mundo. Em termos de volumes, o Brasil colheu cerca de 1,55 milhões de toneladas (t) de manga na safra de 2023, com o Nordeste participando com aproximadamente 80% de todo este volume e o Submédio do Vale do São Francisco (SVSF), sozinho, representando 63,12% do total nacional (EMBRAPA, 2023). Grande parte da manga produzida no país tem como destino o mercado europeu e o norte-americano (BATISTA et al., 2016). A mangueira é uma espécie originária do continente asiático e foi introduzida no Brasil em dois períodos distintos, primeiramente pelos portugueses e em um segundo momento com as variedades procedentes dos Estados Unidos (Flórida). (NETO, SANTOS E COSTA, 2010). Ainda de acordo com os autores, as quatro cidades do Nordeste brasileiro com maiores volumes de produção são, respectivamente, Juazeiro (BA) com 362 mil t, Petrolina (PE) com 238 mil t, Belém do São Francisco (PE) com 140 mil t e Casa Nova (BA) com 110 mil t. Os volumes somados representam quase 70% de toda a produção do Nordeste. O SVSF ultrapassou a marca de 976 mil toneladas, um crescimento de 106% em relação ao volume de 2015 e possui uma produtividade superior à média regional, cerca de 27 t/ha. Assim, a explicação para o grande crescimento do volume de mangas no SVSF tem dois fatores, o crescimento da área e o crescimento da produtividade (EMBRAPA, 2023).

1.2 Adensamento das plantas

A alta densidade de plantio é uma técnica que tem sido amplamente utilizada em pomares de manga em todo o mundo para aumentar a precocidade, melhorar o manejo e as práticas culturais e reduzir custos (OOSTHUYSE, 2009). O aumento da quantidade de plantas de mangas cultivadas por hectare é uma tendência ascendente nos pomares do pólo de Juazeiro/Petrolina, no SVSF. O adensamento é o novo fator de competitividade da cultura (ALBUQUERQUE, 2001). O autor também afirma que as práticas de manejo da cultura são feitas de forma mais aprimorada e com melhores resultados, assim como, a manipulação dos frutos visando protegê-los e feita de forma eficiente com a árvore de pequeno porte. Nos últimos 15 anos, o incremento na produção de manga é devido principalmente ao cultivo da

mangueira em áreas nas regiões Nordeste e norte de Minas, que se caracterizam pela irrigação e pela utilização de técnicas de poda para orientar a formação de plantas. Destacam-se também as altas densidades de plantio, com aumento em até 10 vezes do número de plantas por hectare ao se compararem com os primeiros plantios na região Sudeste (LIMA et al., 2021). Apesar das várias vantagens do adensamento, em pesquisa realizada na Índia observou-se uma maior incidência de pragas nestas condições em relação ao espaçamento tradicional (GAIKWAD, CHALAK, KAMBLE, 2017).

1.3 Importância dos tripses e cochonilhas na mangueira

Parte considerável da produção de manga não pode ser comercializada no mercado externo, em virtude de barreiras fitossanitárias impostas pelos países importadores (DUARTE; MALAVASI, 2000). A expansão da mangicultura com o aprimoramento de técnicas de manejo, lançamento de novas variedades, além das exigências de mercado têm demonstrado a necessidade de atualização das informações referentes ao manejo de pragas na cultura. A mangueira é atacada por diversos artrópodes, que provocam diferentes tipos de danos. Na literatura internacional, 260 espécies de insetos e ácaros têm sido registradas como pragas de maior ou menor importância da mangueira (PEÑA et al., 1998). No Brasil, há relato de 148 espécies de insetos e ácaros associados à mangueira, que são consideradas pragas-chave, secundárias ou ocasionais. Os danos ocasionados por estes artrópodes são em diferentes estruturas da planta, sendo: 31 em frutos, 78 em folhas, 18 em inflorescências, nove em brotações e 45 em ramos e troncos (BARBOSA et al., 2005). Dentre estas pragas, dois grupos são de grande relevância para a cultura: as cochonilhas e os tripses (BARBOSA et al., 2005; PARANHOS et al., 2015).

Os tripses (Thysanoptera) estão entre as pragas mais importantes, atacando folhas, inflorescências e frutos da mangueira (BARBOSA; PARANHOS, 2005). Tanto as ninfas como os adultos são sugadores, alimentando-se de pólen e da seiva extravasada das pétalas das flores (GALLO et al., 2002). No SVSF, os tripses estão entre as pragas mais importantes, havendo registro da ocorrência de quatro espécies de tripses infestando mangueira: *Frankliniella schultzei* (Trybom, 1910), *F. gardeniae* (Moulton, 1948), *F. brevicaulis* (Hood, 1937) e *Selenothrips rubrocinctus* (Giard, 1901), com predominância das espécies do gênero *Frankliniella* (BARBOSA;

PARANHOS, 2005). Estes insetos atacam folhas, inflorescências e frutos, ocorrendo, geralmente, em grandes infestações, danificando essas estruturas e prejudicando a comercialização. As partes danificadas da planta apresentam, inicialmente, coloração prateada, que pode evoluir para coloração ferruginosa, com pontos escuros (BARBOSA; PARANHOS, 2005). Os frutos em formação, principalmente a fase de “chumbinho”, podem apresentar danos em forma de verrugas, manchas ou furos, os quais, dependendo da intensidade, podem inviabilizar a comercialização (BRANDÃO; BOARETTO, 2002).

As cochonilhas são insetos sugadores de grande importância econômica pertencentes à ordem Hemiptera e subordem Sternorrhyncha (CAMPOS-FARINHA, 2006). Existem 215 cochonilhas associadas a *M. indica* registradas no mundo, 31 dessas espécies são encontradas no Brasil, distribuídas nas seguintes famílias: Diaspididae (15 espécies), Coccidae (12 espécies), Pseudococcidae (duas espécies) e Monophlebidae (duas espécies) (GARCÍA-MORALES et al., 2016). Para a região do SVSF, foram descritas as seguintes espécies associadas à cultura da mangueira: *Aulacaspis tubercularis* Newstead, *Saissetia coffeae* (Walker), *Pinnaspis* ssp. (HAJI et al., 1995), *Pseudaonidia trilobitiformis* (Green) (Barbosa et al., 2005), *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti) (Barbosa et al., 2005), *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (LOPES et al., 2019), *Ceroplastes stellifer* (Westwood), *Ceroplastes floridensis* (Comstock) e *Pseudischnaspis bowreyi* (Cockerell) (COSTA-LIMA, et al., 2021).

1.3 Monitoramento de insetos sugadores na mangueira

O manejo integrado de pragas (MIP) é definido como uso de táticas de controle, isoladamente ou associadas harmoniosamente, numa estratégia baseada em análises de custo/benefício, que levam em conta o interesse e/ou o impacto sobre os produtores, sociedade e o ambiente (KOGAN, 1998). Os fundamentos do MIP baseiam-se em quatro elementos: na exploração do controle natural, dos níveis de tolerância das plantas aos danos das pragas, no monitoramento das populações para tomadas de decisão e na biologia e ecologia da cultura e de suas pragas (WAQUIL et al., 2000). Ainda segundo o autor, o monitoramento da densidade populacional das espécies-alvo passa a ser peça fundamental. O desenvolvimento de um bom método, não tendencioso e de fácil utilização constitui-se em um

pré-requisito básico (CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2002). Para que o MIP seja desenvolvido satisfatoriamente em um agroecossistema, é necessário estabelecer uma forma de amostragem rápida e eficiente das principais pragas e seus inimigos naturais (FERNANDES, 1998).

Os crescentes relatos de casos de resistência de diferentes espécies de artrópodes-praga a inseticidas, se constituem em um dos principais problemas no manejo de pragas. Esta pressão tem imposto à ciência uma nova visão de exploração dos recursos naturais à disposição da agricultura, com a utilização de estratégias mais diversificadas e reforçando a necessidade da aplicação do MIP (GOULART et al., 2015). Ainda de acordo com os autores, o setor agrícola tem a necessidade de estar aliado a avanços na produtividade e qualidade de produtos, insumos e recursos, na agregação de valor, em sistemas de apoio à defesa sanitária, na garantia da segurança ambiental e na inocuidade de alimentos. Isso exige a incorporação contínua de inovações, na forma de conhecimentos científicos e tecnológicos.

A base para o estabelecimento de qualquer sistema de MIP é o monitoramento por amostragem para detecção de pragas e a identificação dos seus respectivos inimigos naturais. Para tal devem ser observadas todas as expressões dos sintomas, sinais ou presença da praga, relacionando-as com a época de maior prevalência, fenologia da cultura, idade da planta, maior ou menor susceptibilidade ao ataque, e as condições climáticas (SANTOS FILHO et al., 2009). O levantamento de pragas pode ser feito por leitura direta (inspeção das plantas) ou por meio de armadilhamento. O uso de armadilhas é a maneira mais fácil e menos onerosa para levantamento das pragas (MELO et al., 2021), porém não há disponibilidade para todas as pragas. Para mosca-da-frutas há opção de uso de dois tipos de armadilhas: o modelo McPhail (frasco caça-moscas) que emprega atrativos alimentares a base de proteína hidrolisada; e o modelo Jackson (Delta), que utiliza o paraferomônio sexual trimedilure, que atrai exclusivamente machos de *Ceratitidis capitata* (MONTES, 2006). A inspeção requer vistoria periódica do pomar para registro da presença das pragas, seus sintomas, estabelecendo-se assim os procedimentos distintos e ideais para caracterizá-las e quantificá-las (SANTOS FILHO et al., 2009).

Há a necessidade de desenvolver e aperfeiçoar métodos de amostragem que possibilitem avaliar, com eficiência e praticidade, a população de insetos em espaçamentos menores. Um programa de amostragem deve ser eficiente e de fácil

operação para ter boa aceitação pelos agricultores (ZEISS E KLUBERTANZ, 1993). A eficiência de um plano de amostragem para tomada de decisão depende do tamanho da amostra utilizada (BINNS et al., 1996).

Considerando que o último trabalho sobre monitoramento de pragas na cultura da manga, na região do SVSF foi publicado em 2005 (BARBOSA & PARANHOS, 2005), surge a necessidade de atualizar essas informações, considerando-se as modificações que ocorreram na cultura, principalmente com o maior adensamento de plantio. A identificação das espécies de insetos-praga e o monitoramento correto é de fundamental importância para a elaboração de estratégias corretas de controle (OLIVEIRA et al., 2011).

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, JOÃO ANTONIO SILVA DE. Manga: adensada rende mais. **Cultivar HF**, [S. l.], p. 30-30, 1 fev. 2001.
- BARBOSA, F. R.; HAJI, F. N. P.; ALENCAR, J. A. de; MOREIRA, A. N.; TAVARES, S. C. C. de; LIMA, M. F.; MOREIRA, W. A. **Monitoramento de pragas e doenças na cultura da mangueira**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2005. 22 p. il. (Embrapa Semi-Árido. Documentos; 159). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/160615/monitoramento-d-e-pragas-na-cultura-da-mangueira>. Acesso em: 21.nov.2023.
- BARBOSA, F.R.; PARANHOS, B.A.J. Artrópodes-praga associados a cultura da mangueira no Brasil e seu controle. Petrolina: **Embrapa Semiárido**, p. 17–50, 2005.
- BINNS, M. R.; NYROP, J. P.; VAN DER WERF, W. Monitoring pest abundance by cascading density classification. **American entomologist**, v. 42, n. 2, p. 113–121, 1996.
- BRANDÃO, A. L. S.; BOARETTO, M. A. Pragas da mangueira. Em: **O AGRONEGÓCIO manga: produção e mercado**. Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2002. 1 CD-ROM.
- BATISTA, D. C; JÚNIOR, P. M. R; BARBOSA, M. A, G; ANDRADE, J. N; TERNO, D. **MANEJO de doenças de fruteiras tropicais: Doenças da mangueira**. 37. 290. ed. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/178982/1/Informe-Agropecuari-o-v.37-n.290-p.82-912016.pdf>> Acesso em: 18 fev. 2024.
- CAMPOS-FARINHA, A. E. C. **Insetos sugadores: pragas das plantas ornamentais**. In: XIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2002. v. 3, p. 33-37.
- CONGRESSO NACIONAL, D. E. Florianópolis, SC. Meio ambiente e a nova agenda para o agronegócio de milho e sorgo. **ABMS: Embrapa Milho e Sorgo**, v. 24, 2002.
- COSTA-LIMA, T. et al. New scale insects (Hemiptera: Coccoomorpha) records as mango pests in Northeast Brazil. **International Journal of Tropical Insect Science**, 2021.
- DUARTE, A. L.; MALAVASI. A.; Tratamentos Quarentenários. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, p187-192, 2000.
- EDITORA GAZETA. **Anuário brasileiro da fruticultura 2014**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 104 p. 2015.
- FERNANDES, MG. 1998. **Ocorrência estacional e distribuição vertical de *Alabama argillacea* (Lep.: Noctuidae) (Hübner, 1818) e *Heliothis virescens*. (Lep.: Noctuidae) em *Gossypium hirsutum* L., cultivar CNPA ITA-90, e parasitismo natural por *Trichogramma* spp., na região de Dourados, MS**. Dissertação Mestrado em Entomologia Agrícola. Jaboticabal, BR, Faculdade de

Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal/Universidade Estadual Paulista. 120 p.

GAIKWAD, S. P.; CHALAK, S. U.; KAMBLE, A. B. Effect of spacing on growth, yield and quality of mango. **Journal of krishi vigyan**, v. 5, n. 2, p. 50, 2017.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

GARCÍA-MORALES, M.; DENNO B. D.; MILLER D. R.; MILLER G. L. ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics. **Database** 2016: bav118. h ttps://doi.org/10.1093/database/bav118http://scalenet.info.

GOULART, H. F. et al. Pheromones: A green alternative for the integrated pest management. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 4, p. 1205–1224, 2015.

HAJI F, N. P. et al. Principais pragas e controle. In: **Informações técnicas sobre a cultura da manga no Semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-árido, p. 101–121, 1995.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual review of entomology**, v. 43, n. 1, p. 243–270, 1998.

LIMA, João Ricardo Ferreira de; YURI, Jony Eishi; MOUCO, Maria Aparecida do Carmo; LEÃO, Patrícia Coelho de Souza; COSTA-LIMA, Tiago Cardoso da. **Menos área cultivada, mais tecnologia na fruticultura de exportação: Uva, manga e melão**. TECNOLOGIAS POUPA-TERRA 2021. Cap. 3, p. 46.

LOPES, F. S. C. et al. Host plants for mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) in grapevine crops. **Pesquisa agropecuaria tropical**, v. 49, 2019.

MELO, Luiz Antonio Silveira; MOREIRA, Andréa Nunes; SILVA, Francisco de Assis Nunes da. **Armadilha para monitoramento de insetos**. Comunicado Técnico da Embrapa Meio Ambiente, n. 7, 2001.

MONTES, Sônia Maria Nalesso Marangoni. **Moscas-das-frutas – Importante praga da fruticultura**. Pesquisa & Tecnologia, v. 3, n. 2, p. 2006.

NETO, F. P. L.; SANTOS, C. A. F.; COSTA, J. G. **Cultivo da mangueira**, 2010. Disponível

em:<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira_2ed/cultivares.htm>. Acesso em: 18 fev. 2024.

DE LIMA, J. R. F. **OBSERVATÓRIO DO MERCADO DE MANGA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO**. Disponível em:

<https://observatoriosdemercado.github.io/manga/2023/pam/>. Acesso em: 20 maio 2024.

OLIVEIRA, M. D. DE et al. Espécies de *Frankliniella* (Thysanoptera, Thripidae): novos registros em mangueira (*Mangifera indica*) no Brasil. **Ciência rural**, v. 41, n. 10, p. 1709–1711, 2011.

PEÑA, J. E.; MOHYUDDIN, A. I.; WYSOKI, M. A review of the pest management situation in mango agroecosystems. **Phytoparasitica**, Bet Dagam. v. 26, n. 2, p. 129-148, 1998.

SANTOS FILHO, H. P.; AZEVEDO, C. L. L.; NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, J. E. B. **Manual prático para o Monitoramento e Controle das Pragas da Lima Ácida Tahiti**. Dados eletrônicos. – Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. – (Documentos/ Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, ISSN 1809-4996; 183).

VALEXPOR. **Vale do São Francisco: Potencial frutícola do Vale do São Francisco**. Petrolina, 2016. Disponível em: <http://www.valexport.org.br>. Acesso em: 01/05/24.

WAQUIL, JOSÉ MAGID; VANA, PAULO ALONSO; CRUZ, IVAN. **Manejo integrado de pragas (MIP) no milho**. Embrapa Milho e Sorgo - Brasília, 2000. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27366/1/Pragas-Manejo-integrado.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2024.

ZEISS, M.R.; KLUBERTANZ, T.H. Sampling programs for soybean arthropods. In: PEDIGO, L.P.; BUNTIN, G.D. **Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture**. Boca Raton: CRC, Cap.19. p.539-601, 1993.

2. AMOSTRAGEM DE PRECISÃO PARA MONITORAMENTO DE COCHONILHAS E TRIPES EM MANGUEIRA: SUBSÍDIOS PARA UM PROGRAMA DE MANEJO SUSTENTÁVEL

RESUMO

A elaboração de planos de amostragem torna-se fundamental para tomada de decisões assertivas em programas de manejo integrado de pragas. O presente estudo objetivou desenvolver um plano para monitoramento de populações de cochonilhas e tripes em plantios adensados de mangueira. Para isso, avaliou-se a influência na quantidade de insetos presentes na posição do ramo a ser amostrado na copa, avaliando o primeiro e segundo fluxo vegetativo da planta. Para a definição do número de pontos ideal para tomada de decisão por área, foram avaliados seis, oito, dez, doze, quatorze e dezesseis plantas em 0,5 hectare. Os estudos foram conduzidos em uma área de produção comercial de manga, em Curaçá (BA), no Submédio do Vale do São Francisco. Para o experimento utilizou-se área de 3 ha, com o cultivo adensado da variedade 'Palmer'. De acordo com o plano amostral desenvolvido, não houve variação da população de tripes e cochonilhas entre seis e dezesseis plantas por 0,5 hectare. O segundo fluxo vegetativo apresentou maior incidência de cochonilhas e tripes na primeira safra, enquanto não houve diferença na segunda. Considerando-se o custo, em cultivos adensados de mangueira deve-se amostrar seis plantas por 0,5 hectare com base no segundo fluxo vegetativo da planta, para cochonilhas e tripes.

Palavras-chave: *Mangifera indica*. Diaspididae. *Frankliniella*. Machine Learning.

INTRODUÇÃO

A mangueira *Mangifera indica* L., pertence à família Anacardiaceae e é considerada uma importante fruteira comercial, cultivada principalmente em países tropicais e subtropicais (LI et al., 2023). O Brasil ocupa o sexto lugar no ranking mundial de produção de manga (FAO, 2024), sendo a região Nordeste considerada a maior produtora e exportadora do país, contribuindo com 80% da produção na safra 2023 (IBGE, 2024). Cerca de 93% da manga exportada pelo país foi oriunda na região do Submédio Vale do São Francisco (SVSF), na região Nordeste, em especial nos estados da Bahia e Pernambuco, que respondem por 47,36% e 45,42% da exportação, respectivamente (EMBRAPA, 2024).

A mangicultura sofre com intenso ataque de diversos artrópodes-praga em todo o ciclo fenológico, ocasionando diferentes tipos de danos (CARRILLO et al., 2017). Na literatura internacional, 260 espécies de insetos e ácaros têm sido

registradas como pragas de maior ou menor importância da mangueira (PEÑA et al., 1998). No Brasil, segundo o autor, há relato de 148 espécies de insetos e ácaros associados à mangueira, que são consideradas pragas-chave, secundárias ou ocasionais. Os danos ocasionados por estes artrópodes são em diferentes estruturas da planta, sendo: 31 em frutos, 78 em folhas, 18 em inflorescências, nove em brotações e 45 em ramos e troncos (BARBOSA; PARANHOS et al., 2005). Entre os insetos-praga que afetam a cultura da mangueira, destacam-se as moscas-das-frutas, lepidópteros, percevejos, cochonilhas e tripses (CARRILLO et al., 2017), sendo estes últimos dois grupos de grande relevância para os plantios de manga no SVSF (BARBOSA; PARANHOS et al., 2005)

Cochonilhas são insetos responsáveis por causarem danos diretos com a sucção de seiva, que podem acarretar inclusive a queda dos frutos de manga. Danos indiretos também podem ser observados, a partir da secreção de *honeydew*, que serve de substrato para o crescimento de fumagina, afetando a capacidade fotossintética da folha e os danos estéticos nos frutos que dificultam a comercialização (NANDI et al., 2020; SOHAIL et al., 2022). Os tripses causam perdas por destruírem as inflorescências da mangueira, alimentando-se de pétalas, anteras, pólen e nectários florais, reduzindo assim o vigor da panícula e a frutificação e conseqüentemente, a produtividade (JAWADE et al., 2020; ALIAKBARPOUR & RAWI, 2023). Também podem infestar folhas (PARANHOS et al., 2015) e provocar injúrias como manchas e rachaduras nos frutos, promovendo a depreciação comercial (PEÑA et al., 2004).

Para minimizar os danos causados por essas pragas, estratégias de manejo são necessárias. Nesse contexto, o monitoramento de pragas emerge como pré-requisito indispensável para a implementação do Manejo Integrado de Pragas (MIP) (NASCIMENTO e CARVALHO, 1998). Através de métodos de amostragens é possível estipular os níveis de infestação de insetos nas culturas, além de permitir a escolha do momento correto para a tomada de decisão (SILVA JÚNIOR et al., 2020; SANTANA et al., 2022).

Estudos sobre a distribuição de insetos-praga na planta hospedeira auxiliam no entendimento da ocorrência de pragas nas diferentes partes da planta durante o período de infestação (FERNANDES et al., 2006). O conhecimento do comportamento desses organismos fitófagos é importante na definição da época e do modo mais eficiente de se realizar as amostragens e, assim, determinar o

momento mais adequado de se adotar algum método de manejo da praga na cultura (SANTA-CECÍLIA et al., 2011).

O desenvolvimento de planos de amostragens que especifiquem o número ideal de amostras e quais unidades amostrais devem ser avaliadas, garantem o sucesso do monitoramento (SILVA JÚNIOR et al., 2020). Nesse processo, as amostragens são realizadas e posteriormente são analisados por meio de métodos estatísticos, sejam eles simples ou robustos. Os métodos estatísticos quando combinados com *Machine Learning* (ML) revelam maior precisão do que os métodos estatísticos tradicionais (CHOI et al., 2023). Recentemente, Kasinathan et al. (2023) utilizaram imagens de insetos e classificaram, por meio de diferentes algoritmos de ML, aqueles que eram considerados pragas. A maior taxa de acurácia na classificação foi de ~90% usando o modelo de rede neural convolucional (CNN). O uso dessas tecnologias podem ser fundamentais nas tomadas de decisão no campo. Segundo Kasinathan et al. (2023), o uso dessas ferramentas podem melhorar a precisão da classificação, aumentando a eficiência de reconhecer pragas no campo. Segundo os autores, a rapidez na acurácia no reconhecimento dos insetos-pragas, principalmente em seus estágios iniciais, pode reduzir o tempo para controle e aumentar o rendimento da cultura. Há vários desafios enfrentados ao prever infestações de pragas, os pesquisadores, portanto, têm buscado outras abordagens, especialmente aquelas em aprendizado de máquina devido aos êxitos com esse método em uma variedade de áreas (RAMAZI et al., 2021). O processamento de grandes quantidades de dados obtidos por dispositivos de sensoriamento remoto na agricultura de precisão está cada vez mais orientado para a aplicação da abordagem de ML.

Desta forma, o objetivo deste estudo foi desenvolver um plano amostral para avaliar populações de cochonilhas e tripes em plantios adensados de mangueira através da identificação da parte da copa (interna e externa) e o número ideal de plantas a serem amostradas para tomada de decisão.

MATERIAL E MÉTODOS

Local da pesquisa e manejo da cultura

A pesquisa foi realizada em um pomar comercial de manga, no SVSF, localizado em Curaçá - Bahia (latitude 9°2'22.50"S e longitude 39°56'16.01"O). Uma área da variedade 'Palmer' com 3 hectares foi utilizada para o estudo, com plantio adensado. O espaçamento das plantas foi de 6 metros entre linhas e 2,5 metros entre plantas, totalizando 666 plantas por ha e 24 filas na área, sendo cada fila com 83 plantas.

Em toda a área foram adotadas as mesmas práticas culturais, controle de plantas espontâneas, manejo de irrigação e nutricional. O sistema de irrigação da área utilizou o método de gotejamento, alcançando 92% de eficiência na entrega de água às plantas. Cada fileira da área conteve duas mangueiras de gotejamento, e o manejo foi feito com base no coeficiente de cultura (KC), ajustado conforme a fase fenológica, e na evapotranspiração de referência (ETO). As plantas espontâneas observadas foram principalmente, melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.) e trapoeraba (*Commelina virginica* L.). O controle dessas plantas foi realizado utilizando roçadeiras e aplicando os herbicidas dessecante (saflufenacil) e pré-emergente (indaziflam). A nutrição da área foi realizada com base nas análises de solo e folha, na estimativa de produção e no equilíbrio da fertilidade do solo. A adubação foi aplicada semanalmente via fertirrigação, desde o início da frutificação até a primeira colheita dos frutos.

O controle de pragas também foi padronizado. O nível de controle de 10% foi adotado para cochonilhas e tripes e as medidas de controle foram baseadas no uso de inseticidas sintéticos e botânicos. Para tripes foram utilizados: espinetoran (250 g/kg), bifentrina (100 g/L), acetamiprido (186 g/L), piriproxifem (124 g/L) e óleo de casca de laranja (61,14 g/L). Para o controle de cochonilhas foi utilizado: abamectina (18 g/L), óleo de nim (850 g/L), óleo de casca de laranja (61,14 g/L), acetamiprido (186g/L), piriproxifem (124 g/L) e *Beauveria bassiana* (36 g/L).

Determinação do número de plantas por área para o monitoramento de tripes e cochonilhas

Para determinação do número ideal de plantas por área para amostragem de tripes e cochonilhas foram estabelecidos seis tratamentos: seis, oito, 10, 12, 14 e 16 plantas por 0,5 hectare (Figura 1). O experimento foi conduzido em seis blocos, cada

um com 0,5 já e 333 plantas. O experimento foi repetido em duas safras: (i) setembro/2021 a fevereiro/2022 e (ii) setembro/2022 a fevereiro/2023. O monitoramento foi realizado semanalmente durante seis meses, abrangendo as fases de indução floral, floração, frutificação, desenvolvimento de frutos e colheita. O método de caminhar em zigue-zague foi adotado para abranger a área de 0,5 ha (BARBOSA; PARANHOS et al., 2005).

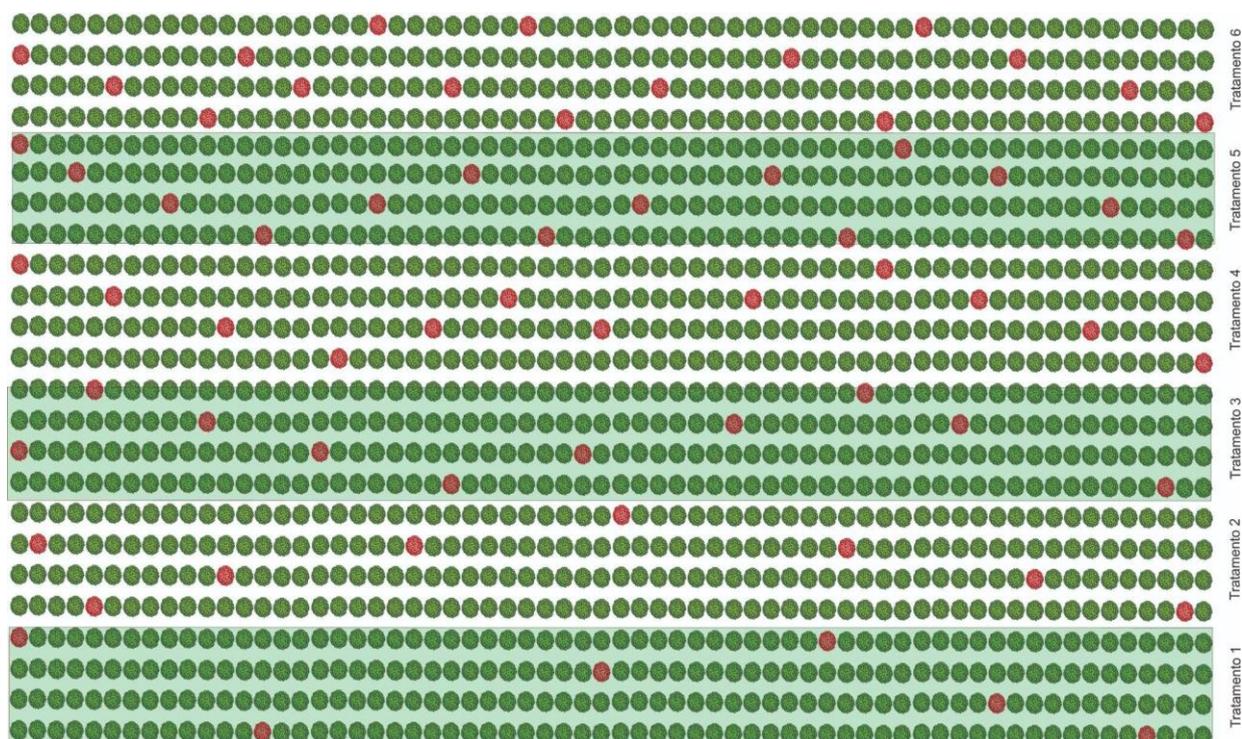


Figura 1. Representação dos seis tratamentos para a definição do número de pontos por área para amostragem de tripes e cochonilhas, em cultivo adensado de mangueira. As plantas em vermelho referem-se aos pontos amostrados variando de seis a dezesseis plantas por 0,5 ha.

Considerando-se o plantio adensado do cultivo, cada planta foi dividida em duas partes e de cada lado da linha foram amostrados dois ramos, um do segundo fluxo vegetativo da planta (parte externa da copa - maior incidência de luz solar) e um do primeiro fluxo vegetativo (parte interna da copa - menor incidência de luz) (Figura 2). Para amostragem de tripes foram realizadas três batidas do ramo sobre bandejas brancas (40 x 60 cm), também foi realizado a batedura de panícula e frutos, nas respectivas fases, e em seguida contabilizada a quantidade de insetos,

conforme metodologia da Embrapa descrita por Menezes e Barbosa (2005). Para as cochonilhas, foi avaliada, visualmente, a presença nos ramos e registrada a quantidade. Foram realizadas coletas de amostras dos tripes e das cochonilhas ao longo dos experimentos. Os indivíduos de tripes foram identificados pelo Dr. Élisson F. B. Lima (UFPI), os coccídeos e pseudococcídeos pela Dra. Ana Lúcia B. G. Peronti (UFSCAR) e os diaspídeos pela Dra. Vera R. S. Wolff (FEPAGRO).



Figura 2. Representação da divisão da planta em dois quadrantes (Q1 e Q2) e das diferentes fases amostradas da mangueira para tripes e cochonilhas, sendo um ramo de cada fluxo vegetativo (1^o e 2^o) para cada quadrante.

Com a finalidade de avaliar o custo da amostragem foi realizada a medição de tempo para conduzir o monitoramento de tripes e cochonilhas para cada tratamento. Assim como, foi conduzida a medição para o monitoramento padrão da fazenda, com 14 plantas por 0,5 ha e com amostragem em quatro quadrantes. A partir das informações de custo anual da mão-de-obra de um empregado rural na região Juazeiro (BA) foi calculado o valor da hora do trabalhador. Com o tempo para condução de tratamento e o valor da mão de obra foi determinado o custo para cada tratamento conduzido.

Análise dos Dados

Os dados de abundância de tripes e cochonilhas em cada tratamento foram analisados com um modelo supervisionado de *Machine Learning* (ML) com distribuição binomial negativa. Tal distribuição foi adotada em virtude da super dispersão nos dados de contagem de inseto, detectada por meio da análise de regressão múltipla. Para isso, foi adotada uma regressão log-linear dos dados de contagem, considerando que a variável dependente é de natureza quantitativa discreta e não negativa.

Para garantir que as inferências do modelo adotado estivessem apropriadas foi realizada uma tomada de decisão baseada nas estimativas provenientes de um modelo de Poisson e de um modelo Binomial Negativo. Para o presente conjunto de dados, a detecção da super dispersão da variável dependente esteve condicionada à variável explicativa, ou seja, número de amostras. Tal detecção ocorreu por meio da adoção da função *overdisp* (CAMERON & TRIVEDI, 2020) do R (R CORE TEAM, 2023), que por sinal fornece uma solução rápida e segura para a detecção de super dispersão em dados de contagem. Outra vantagem desse método, é que a instalação de outros pacotes é desnecessária, pois o comando roda na própria base do R (R CORE TEAM, 2023).

Os dados de ocorrência dos insetos foram contrastados em relação à localização interna e externa da copa das plantas. Para isso, utilizou-se o teste F da análise de deviance do modelo linear generalizado com distribuição binomial negativo com função de ligação do tipo log.

Para estimar a acurácia do número de amostras para predição populacional de tripes e cochonilhas foi adotado uma matriz de confusão. A função *confusionMatrix* do R (R CORE TEAM, 2023), calculou uma tabulação cruzada de classes observadas e previstas com estatísticas associadas, tais como a sensibilidade, a especificidade, o valor preditivo positivo, precisão global e a estatística Kappa. A taxa de precisão geral foi calculada juntamente com um intervalo de confiança de 95% para esta taxa (usando *binom.test*) e um teste unilateral para verificar se a precisão foi melhor do que a "taxa sem informação", que é considerada a maior porcentagem de classe em os dados.

RESULTADOS

Foram identificadas as seguintes espécies de cochonilhas: *Aonidiella comperei* (McKenzie), *Pseudischnaspis bowreyi* (Cockerell), *Ceroplastes stellifer* (Westwood) e *Ferrisia* sp., com as seguintes porcentagens, 65%, 31%, 3% e 2%, respectivamente. Para os tripes foram identificadas as espécies *Frankliniella brevicaulis* (Hood), *Frankliniella gardeniae* (Moulton) e *Frankliniella schultzei* (Trybom), com as porcentagens de 94,44%, 3,03% e 2,53%, respectivamente. Considerando-se a aplicabilidade prática para o monitoramento, as espécies de cochonilhas e tripes foram agrupadas para fins estatísticos.

Para cochonilhas, nas duas safras de monitoramento (2022 e 2023), não houve diferença significativa em relação ao número de amostras ($X^2=0,5909$ e $X^2=0,4561$, respectivamente). As flutuações populacionais podem ser observadas nas figuras 3 e 4. Apesar da oscilação das curvas em função da quantidade de plantas amostradas, estas apresentam similaridade de acordo com a sobreposição de seus intervalos de confiança.

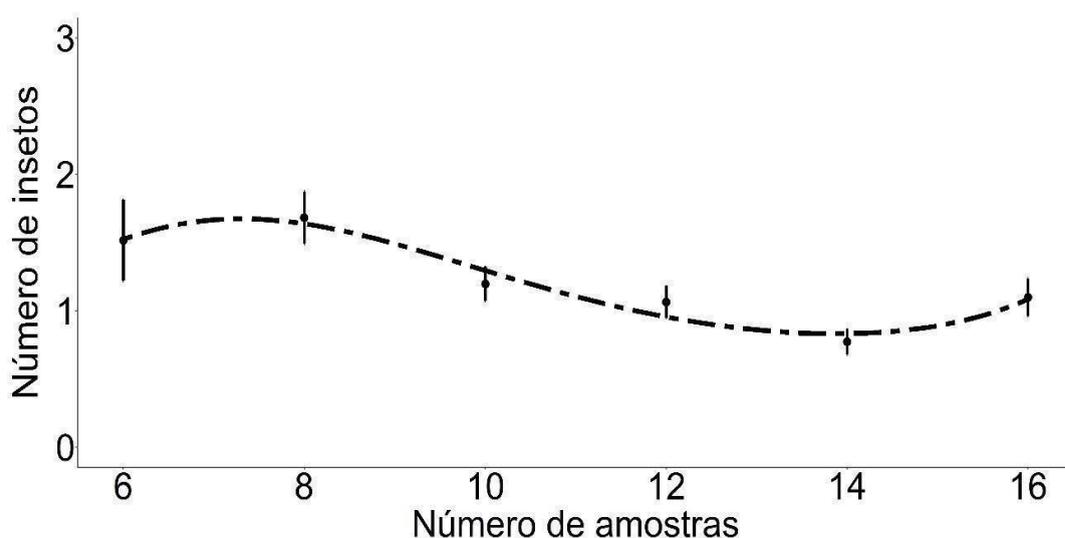


Figura 3 – Flutuação do número de cochonilhas em função da quantidade de plantas amostradas de mangueira, set. 2021 a fev. de 2022, Curaçá, Bahia.

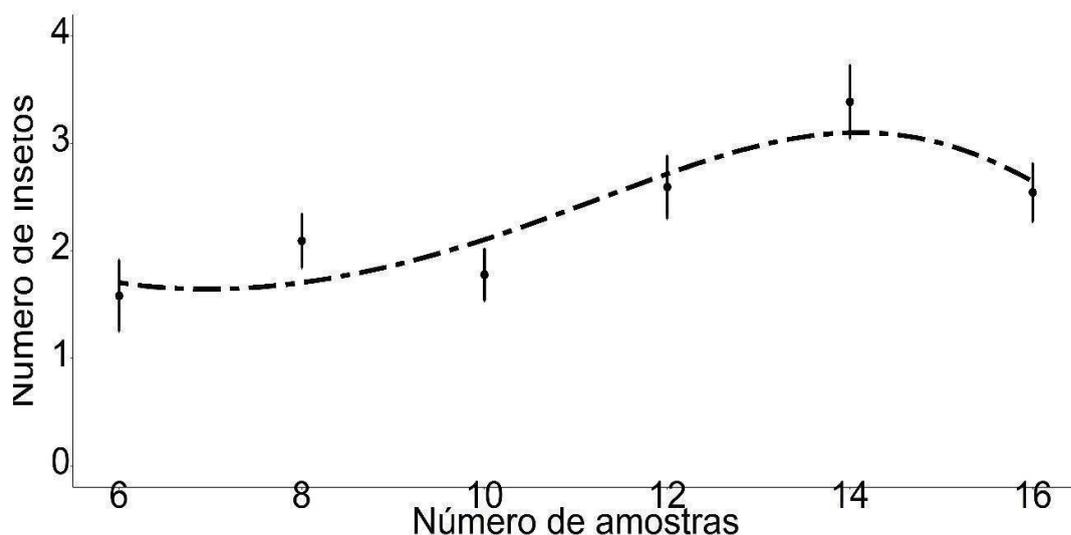


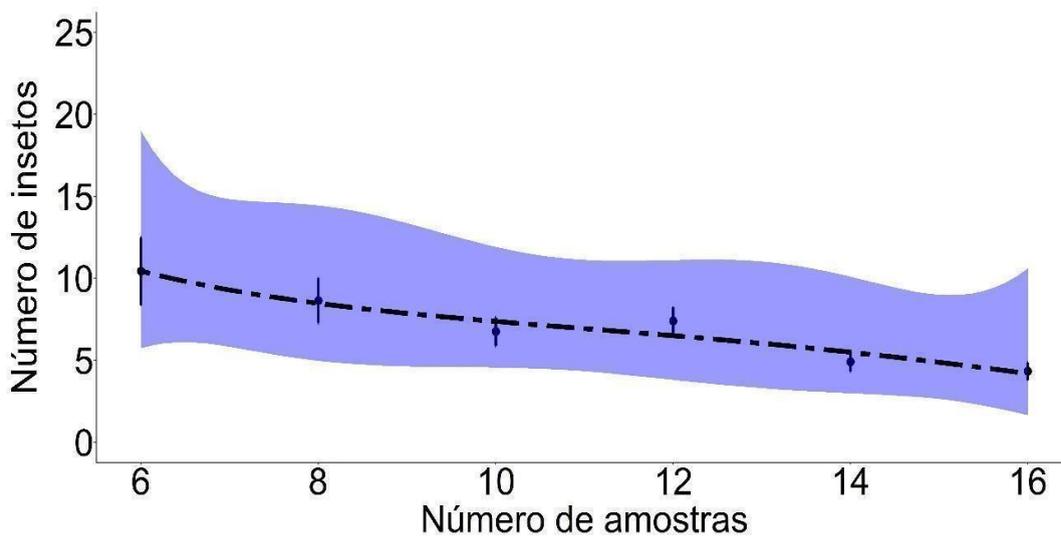
Figura 4 – Flutuação do número de cochonilhas em função da quantidade de plantas amostradas de mangueira, set. 2022 a fev. de 2023, Curaçá, Bahia.

A precisão do modelo para o número de amostras na predição populacional de cochonilhas foi avaliada de acordo com as métricas de acurácia, Kappa e p-valor (Tabela 1). Observando-se valores de acurácia acima de 78%, valores de Kappa predominantemente moderado (0,41 a 0,57), com exceção do valor da amostra de plantas (0,38), classificado como razoável e valores de p fortemente significativos ($p < 0,0001$).

Tabela 1 – Métricas de precisão do modelo para amostragem de cochonilhas.

Nº de amostras	Acurácia (AIC)	Kappa	Valor p [Acc > NIR]
6	0,81 (0,76-0,86)	0,56	$9,986e^{-06}$
8	0,79 (0,74-0,83)	0,53	$4,342e^{-12}$
10	0,80 (0,76-0,84)	0,57	$1,989e^{-13}$
12	0,78 (0,74- 0,82)	0,46	0,0004314
14	0,80 (0,77-0,83)	0,41	0,007072
16	0,81 (0,78-0,84)	0,38	$1,958e^{-05}$

Para tripes, na safra 2022 e 2023, não foi observada diferença significativa em relação ao número de amostras ($X^2=0,0637$ e $X^2=0,5614$, respectivamente). Nas figuras 5 e 6 pode ser observado que, apesar da variação do número de insetos em função das amostras, estas foram similares de acordo com a sobreposição de seus intervalos de confiança.

**Figura 5** – Flutuação do número de tripes em função da quantidade de plantas amostradas de mangueira, set. 2021 a fev. de 2022, Curaçá, Bahia.

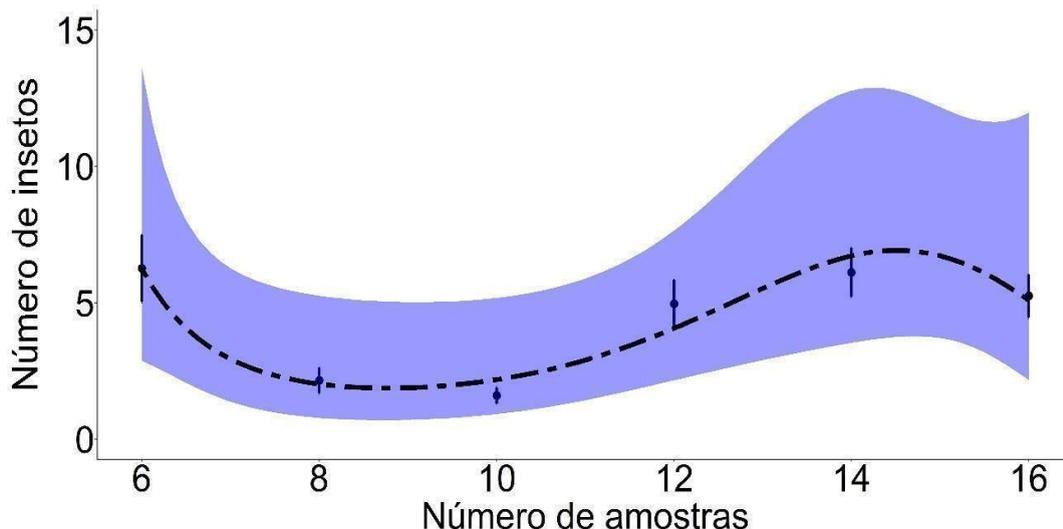


Figura 6 – Flutuação do número de tripes em função da quantidade de plantas amostradas de mangueira, set. 2022 a fev. de 2023, Curaçá, Bahia.

Métricas de acurácia, Kappa e p -valor também foram utilizadas para avaliar a precisão do número de amostras na predição populacional de tripes (Tabela 2), sendo possível observar alta confiabilidade de acordo com os valores de acurácia acima de 90%, concordância quase perfeita de acordo com os valores de Kappa (superiores a 80%) e valores de $p < 0,0001$ que indicam alta precisão do modelo.

Tabela 2 – Métricas de precisão do modelo para amostragem de tripes.

Nº de amostras	Acurácia (AIC)	Kappa	Valor p [Acc > NIR]
6	0,97 (0,94-0,98)	0,92	$2e^{-16}$
8	0,96 (0,93-0,98)	0,91	$2,2e^{-16}$
10	0,95 (0,93-0,97)	0,89	$2e^{-16}$
12	0,96 (0,93-0,97)	0,89	$2e^{-16}$
14	0,95 (0,93-0,96)	0,87	$2e^{-16}$
16	0,93 (0,91-0,94)	0,78	$2e^{-16}$

Ao avaliar a interferência da parte interna e externa da copa das plantas na ocorrência de cochonilhas na safra de 2022, observou-se diferença ($p = 6,626e^{-14}$),

com uma maior incidência na parte externa da copa com média de 1,54 em contraposição à 0,74 verificada na parte interna. Na safra de 2023 não foi encontrada diferença significativa ($p = 0,1419$) (Tabela 3).

Tabela 3 – Ocorrência média (erro padrão) da população de cochonilhas em relação a localização interna e externa da copa das plantas.

Safra	Posição do ramo na copa		<i>p</i> -valor
	Interna	Externa	
2022	0,74 ± (0,06)	1,54 ± (0,10)	6,626e ⁻¹⁴
2023	2,65 ± (0,18)	2,29 ± (0,17)	0,1419

Para ocorrência de tripes na safra 2022 também verificou-se maior incidência da praga na parte externa da copa ($p = 0,04378$). Na safra seguinte, a ocorrência da praga nas partes da copa das plantas não diferiu ($p = 0,1413$) (Tabela 4).

Tabela 4 – Ocorrência média (erro padrão) da população de tripes em relação a localização interna e externa da copa das plantas.

Safra	Posição do ramo na copa		<i>p</i> -valor
	Interna	Externa	
2022	5,48 ± (0,44)	7,36 ± (0,57)	0,04378
2023	3,83 ± (0,44)	5,24 ± (0,58)	0,1413

O tempo e o custo para realizar o monitoramento entre o número mínimo e máximo de plantas foi de 13 minutos (R\$2,71) e 28 minutos (R\$5,83) (Tabela 5).

Tabela 5 Tempo total para o monitoramento de cochonilhas e tripes com diferente número de plantas por 0,5 ha e o valor referente a mão-de-obra para cada tratamento, em cultivo adensado de mangueira, Curaçá, BA.¹

Nº de plantas por 0,5 ha	Tempo (min)	Valor por amostragem
6	13	R\$ 2,71
8	16	R\$ 3,33
10	19	R\$ 3,95
12	22	R\$ 4,58
14	25	R\$ 5,20
16	28	R\$ 5,83
14 (Padrão da fazenda)	40	R\$ 8,33

¹Nos tratamentos de seis a 16 plantas foram avaliadas dois quadrantes, enquanto no padrão da fazenda foram amostrados quatro quadrantes.

DISCUSSÃO

O estudo demonstrou que a variação de seis a dezesseis plantas amostradas por 0,5 hectare de mangueira em cultivo adensado não interferiu na inferência da população de tripes e cochonilhas. O objetivo de acessar a população de praga por parte dos produtores está associada a busca por uma economia de custo, a partir de uma redução do uso de medidas de controle (TRUMBLE, 1993). Desta forma, a amostragem de seis plantas por 0,5 ha permitirá uma avaliação mais rápida e de menor custo para os produtores. Atualmente, a orientação de amostragem de pragas para produtores de manga no SVFS varia de acordo com a área (BARBOSA; PARANHOS et al., 2005). Os autores sugerem amostrar 10 plantas/ha dividindo a mangueira em quadrantes, totalizando 40 pontos. Esta recomendação foi construída em um período em que o espaçamento praticado na cultura era maior e não teve como base um experimento para definir a quantidade de amostras. Os resultados obtidos na atual pesquisa demonstram que para tripes e cochonilhas, seis plantas por 0,5 hectare são suficientes para a acurácia do monitoramento. Além disso, o fato

de não considerar os quadrantes para a amostragem, reduz para dois, o número de pontos por planta, totalizando, assim, 12 por 0,5 ha.

Os resultados encontrados neste estudo possibilitaram a elaboração de um plano de amostragem para uso no MIP da mangueira, com base em um modelo supervisionado de ML. Este modelo foi utilizado neste estudo por ser considerado uma alternativa viável e robusta (ATHEY & WAGER, 2019; ATHEY & WAGER, 2021), frente às demais ferramentas estatísticas tradicionais. Principalmente por facilitar análises que fogem da normalidade, e assim, evitar irregularidades nos resultados adquiridos por análise ou algoritmos (KUSRINI et al., 2020; MULUNGU et al., 2023).

Esse resultado é preciso e confiável, frente a utilização de um modelo supervisionado de ML para análise dos dados. Para essa recomendação de amostragem, o tempo gasto foi de 13 min, ao valor da mão-de-obra de R\$ 2,71 a cada 0,5 ha. De acordo com o padrão atual das principais fazendas exportadoras de manga no SVSF, o tempo gasto para o monitoramento de 0,5 ha é de 40 min, ao valor de R\$ 8,33. Logo, esta nova recomendação representa uma redução de tempo e economia de 67,5%. Considerando-se o tempo para percorrer todos os pontos e conseqüentemente o valor, o monitoramento com seis plantas é o mais viável para os produtores de manga no SVSF, podendo assim reduzir custo da mão-de-obra, monitorar mais áreas em menos tempo de forma mais prática e eficiente.

As mangueiras em plantios adensados no SVSF, para facilitar o manejo, apresentam porte pequeno. Desta forma, conhecer a variação da ocorrência de pragas nas partes internas e externas da copa se tornam mais importantes, em relação a distribuição vertical. O atual estudo verificou para cochonilhas e tripes uma incidência mais elevada no lado externo da copa na primeira safra, não sendo observada diferença na segunda. Essa variação pode ter sido influenciada pela maior pluviosidade na safra de 2022. Maiores índices de chuva resultam em maior número de brotações e conseqüentemente maior disponibilidade de alimento. Dessa forma reduz a necessidade de migrações entre partes das plantas (TOLEDO et al. 2006; HAVILAND et al., 2012). Para tripes, foi observado para *Frankliniella occidentalis* (Trybom) em videira, uma maior ocorrência em área com maior incidência de luz solar comparado a área sombreada, por meio do uso de armadilhas adesivas

(ALLSOPP, 2016). Em estudos em área de produção de café, o nível de sombreamento teve efeito no aumento populacional de predadores generalistas, como formigas e aranhas, o qual mostrou-se associado a uma diminuição no nível populacional de cochonilhas (KARUNGI et al., 2015). Outros autores citam níveis relativamente mais baixos de insetos pragas em sistemas de produção de café sombreados, que podem ser atribuídos a complexas comunidades de insetos predadores e teias alimentares que são resultado da alta diversidade de espécies em tais sistemas (ALTIERI, 1999; BIANCHI et al., 2006; MOGUEL E TOLEDO, 1999; SCHROTH et al., 2000;). Comportamento similar pode ter ocorrido no estudo, com a possível maior ocorrência de inimigos naturais nas áreas sombreadas contribuindo para a redução da população de cochonilhas e tripes, em relação as partes mais externas das plantas .

Todas as ações tomadas para o controle de tripes e cochonilhas, incluindo produtos, mecanização e a mão-de-obra, representam um custo por hectare em torno de R\$5.000,00. Logo 13,88% do valor total de uma safra em pomares comerciais no SVSF estão sendo direcionados para o controle desses dois insetos. O custo do monitoramento obtido no atual estudo representa 10% comparado ao valor do controle. Dessa forma, demonstrando a importância e a viabilidade econômica de inserção do monitoramento considerando-se o elevado valor destinado ao controle. Os resultados deste estudo são de extrema importância para o setor frutícola, já que possibilita a elaboração de um plano de amostragem para o MIP da mangueira. Este estudo representa um avanço significativo no desenvolvimento de estratégias de manejo de pragas e na promoção da sustentabilidade da produção de mangas.

CONCLUSÃO

Para o monitoramento de tripes e cochonilhas em plantios adensados de mangueira no SVSF recomenda-se a amostragem de seis plantas por 0,5 hectare, com base em dois ramos do segundo fluxo vegetativo da planta.

Referências

- ALIAKBARPOUR, H.; RAWI, C. S. M. Diurnal activity of four species of Thrips (Thysanoptera: Thripidae) and efficiencies of three nondestructive sampling techniques for Thrips in mango inflorescences. **Journal of Economic Entomology**, v. 103, n. 3, p. 631–640, 2010.
- ALIAKBARPOUR, H.; RAWI, C. S. Seasonal abundance of Thrips hawaiiensis (Morgan) and *Scirtothrips dorsalis* (Hood)(Thysanoptera: Thripidae) in mango orchards in Malaysia. **Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science**, n. 3, 2012.
- ALLSOPP, E. Seasonal occurrence of western flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (pergande), on table grapes in the hex River Valley, South Africa. **South African journal of enology and viticulture**, v. 31, n. 1, 2016.
- ALTIERI, M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 74, n. 1–3, p. 19–31, 1999.
- ATHEY, S.; TIBSHIRANI, J.; WAGER, S. Generalized random forests. **Annals of statistics**, v. 47, n. 2, 2019.
- ATHEY, S.; WAGER, S. Policy learning with observational data. **Econometrica: journal of the Econometric Society**, v. 89, n. 1, p. 133–161, 2021.
- BARBOSA, F.R.; PARANHOS, B.A.J. Artropodes-praga associados à cultura da mangueira no Brasil e seu controle. Petrolina: **Embrapa Semiárido**, p. 17–50, 2005.
- BIANCHI, F. J. J. A.; BOOIJ, C. J. H.; TSCHARNTKE, T. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. **Proceedings. Biological sciences**, v. 273, n. 1595, p. 1715–1727, 2006.
- CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. overdisp: Overdispersion in Count Data Multiple Regression Analysis
- CARRILLO, D. Pests of mango. **Handbook of mango fruit: Production, postharvest science, processing technology and nutrition**. p. 61–90, 2017.
- CARVALHO, C.; KIST, B. B.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro de HORTIEFRUTI 2020**. Santa Cruz do Sul; Santa Cruz: Gazeta, 2020. v. 96.
- CHOI, S. G. et al. Comparisons of the prediction models for undiagnosed diabetes between machine learning versus traditional statistical methods. **Scientific reports**, v. 13, n. 1, p. 13101, 2023.
- DOSSA, E. L. et al. Aboveand belowground biomass, nutrient and carbon stocks contrasting an open-grown and a shaded coffee plantation. **Agrofor Syst**, v. 72, p. 103–117, 2008.
- Brasil bate recorde de receita e exportação com manga produzida no Nordeste. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/87702249/brasil-bate-recorde-d>

e-receita-e-exportacao-com-manga-produzida-no-nordeste>. Acesso em: 21 maio 2024.

FERNANDES, M. G. et al. Distribuição vertical de lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de algodão. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia**. Turrialba-Costa Rica: v. 1, n. 78, p. 28-35, 2006.

Food and Agriculture Organization. FAO. Crops and livestock products. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/>>. Acesso em: 15 fev. 2024.

GARCÍA-MAHECHA, M.; SOTO-VALDEZ, H.; CARVAJAL-MILLAN, E.; MADERA-SANTANA, T. J.; LOMELÍ-RAMÍREZ, M. G.; & COLÍN-CHÁVEZ, C. Bioactive compounds in extracts from the agro-industrial waste of mango. **Molecules**, v. 28, n. 1, p. 458, 2023.

GILPIN, A.-M.; DENHAM, A. J.; AYRE, D. J. The use of digital video recorders in pollination biology. **Ecological entomology**, v. 42, n. 4, p. 383–388, 2017.

HAVILAND, D. R.; BEEDE, R. H.; DAANE, K. M. Seasonal Phenology of *Ferrisia gilli* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Commercial Pistachios. **Journal of Economic Entomology**, v. 105, n. 5, p. 1681–1687, 2012.

HØYE, T. T. et al. Deep learning and computer vision will transform entomology. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 118, n. 2, 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. PAM - Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipalculturas-temporarias-epermanentes.html?=&t=resultados>. Acesso em: 15 fev. 2024.

JAWADE, P. B. et al. Disease prediction of mango crop using machine learning and IoT. In: **Learning and Analytics in Intelligent Systems**. Cham: Springer International Publishing, 2020. p. 254–260.

KASINATHAN, T.; SINGARAJU, D.; UYYALA, S. R. Insect classification and detection in field crops using modern machine learning techniques. **Information processing in agriculture**, v. 8, n. 3, p. 446–457, 2021b.

KOUASSI, A. K. et al. Assessment of composition, color, and oxidative stability of mango (*Mangifera indica* L.) kernel fats from various Ivorian varieties. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 101, n. 3, p. 283–295, 2024.

KUSRINI, K. et al. Data augmentation for automated pest classification in Mango farms. **Computers and electronics in agriculture**, v. 179, n. 105842, p. 105842, 2020.

LI, S.; XU, L.; ZHANG, W. First Report of Postharvest Stem-End Rot of Mango Fruit (*Mangifera indica*) Caused by *Diaporthe pseudomangiferae* in China. **Plant disease**, v. 107, n. 2, p. 582, 2023.

LORTIE, C. J.; BUDDEN, A.; REID, A. From birds to bees: applying video observation techniques to invertebrate pollinators. **Journal of pollination ecology**, v. 6, p. 125–128, 2011.

MARKOVIĆ, D. et al. Prediction of pest insect appearance using sensors and machine learning. *Sensors (Basel, Switzerland)*, v. 21, n. 14, p. 4846, 2021.

MENEZES, E. A.; BARBOSA, F. R. **Pragas da mangueira: monitoramento, nível de ação e controle**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2005. 149 p.

MOGUEL, P.; TOLEDO, V. M. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. **Conservation biology: the journal of the Society for Conservation Biology**, v. 13, n. 1, p. 11–21, 1999.

MULUNGU, K. et al. One size does not fit all: Heterogeneous economic impact of integrated pest management practices for mango fruit flies in Kenya—a machine learning approach. **Journal of agricultural economics**, v. 75, n. 1, p. 261–279, 2024.

NANDI, P. S. et al. Morphological and molecular characterization of fungi associated with mango mealy bug secreted honey dew in mango tree leaves and twigs. **International Journal of Scientific & Technology Research**, n. 9, 2020.

NASCIMENTO, A. S. et al. Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial. Em: Embrapa-SPI; Fortaleza: Embrapa-CNPAT. Brasília: Embrapa-SPI; Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1998. p.155-167.

PARANHOS, J. G. et al. Estimation of genetic parameters and prediction of breeding values for fruit-quality traits in hybrid mangoes. **International journal of fruit science**, v. 22, n. 1, p. 608–617, 2022.

PEGORARO, L. et al. Automated video monitoring of insect pollinators in the field. **Emerging topics in life sciences**, v. 4, n. 1, p. 87–97, 2020.

PEÑA, J. E. Integrated pest management and monitoring techniques for mango Pests. Proceeding of the seventh international mango symposium. **Acta Horticulturae**, v. 645, p. 51–161, 2004.

PEÑA, J. E.; MOHYUDDIN, A. I.; WYSOKI, M. A review of the pest management situation in mango agroecosystems. **Phytoparasitica**, Bet Dagam, v. 26, n. 2, p. 129-148, 1998.

PEREZ-NIETO, J. et al. Lluvia, escurrimiento superficial y erosion del suelo en sistemas agroforestales de café bajo sombra. **Agrociencia**, v. 39, p. 409–418, 2005.

PERFECTO, I. et al. Shade coffee: A disappearing refuge for biodiversity. **Bioscience**, v. 46, n. 8, p. 598–608, 1996.

PRAJAPATI, S. M.; PATEL, S. H.; JENA, M. K. Seasonal Abundance of Important Pests of Mango and their Correlation with Weather Parameters. **International Journal of Environment and Climate Change**, v. 12, p. 1024–1038, 2023.

CORE TEAM, R. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria: 2023.

RAMAZI, P. et al. Predicting insect outbreaks using machine learning: A mountain pine beetle case study. **Ecology and evolution**, v. 11, n. 19, p. 13014–13028, 2021.

REZENDE, J. S. et al. Nutritional diagnosis of mango plants post-harvest in anticipation of pre-flowering avoids nutritional stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental/Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, v. 27, n. 5, p. 359–366, 2023.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; PRADO, E.; SOUSA, A. L. V. Influência da temperatura na distribuição vertical da cochonilha-branca, *Planococcus citrum* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) em plantas de café. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 78, n. 4, p. 619–622, out./dez. 2011.

SANTANA, A. DA S. et al. Feasible sampling plan for adults of *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) in orange orchards. **Crop protection (Guildford, Surrey)**, v. 158, n. 106002, p. 106002, 2022.

SATHE, T. V.; BHOJE, P. M.; DESAI, A. S. Harmful scale insects (Coccidae: Hemiptera) of mango and their control. **Global Journal for Research Analysis**, n. 6, p. 10–12, 2014.

SCHROTH, G. et al. Pests and diseases in agroforestry systems of the humid tropics. **Agrofor Syst**, v. 50, p. 199–241, 2000.

SILVA, F. S., Jr et al. Standardized sampling plan for common blossom thrips management in melon fields from north Brazil. **Crop protection (Guildford, Surrey)**, v. 134, n. 105179, p. 105179, 2020.

SOHAIL, M. Screening, Characterization and Purification of Cellulase from Mango Mealybug *Drosicha stebbingi* Green (Homoptera: Margarodidae). *Pakistan journal of zoology*, v. 54, n. 5, 2022.

SOTO-ROJAS, L. et al. Sequential and binomial sampling plans to estimate Thrips *tabaci* population density on onion. **Insects**, v. 12, n. 4, p. 331, 2021.

STAVER, C. et al. Designing pest suppressive multistrata perennial crop systems: shade-grown coffee in Central America. **Agrofor Syst**, v. 53, p. 151–170, 2001.

TOLEDO, F. R. DE; BARBOSA, J. C.; YAMAMOTO, P. T. Distribuição espacial de *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae) na cultura de citros. **Revista brasileira de fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 194–198, 2006.

VERGHESE A TANDON P, L.; RAO, G. S. P. Spatial distribution pattern and sampling plan for the blister midge. Em: *Erosomyia indica* Grover (Cecidomyiidae: Diptera) in India. **Insect Science and Its Application**, v. 9, n. 4, p. 515–518, 1988.

SANTOS, R. C. et al. Conventional sampling plan for thrips in tropical soybean fields. **Crop protection (Guildford, Surrey)**, v. 148, n. 105740, p. 105740, 2021.

ZHONG, Y. et al. Efficacy of two tank-mix adjuvants to control mango Thrips using a UAV sprayer. **Agriculture**, v. 13, n. 9, p. 1805, 2023.