

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(ENTOMOLOGIA)

COMPORTAMENTO DO TRIPES-DO-GUARANAZEIRO
***Pseudophilothrips adisi* (ZUR STRASSEN) (TUBULIFERA:**
PHLAEOTHIRIPIDAE)

JULLIANE DA SILVA FONTES

Manaus – AM

Agosto, 2023

JULLIANE DA SILVA FONTES

COMPORTAMENTO DO TRIPES-DO-GUARANAZEIRO
***Pseudophilothrips adisi* (ZUR STRASSEN) (TUBULIFERA:**
PHLAEOTHIRIPIDAE)

Orientadora: Dra. Beatriz Ronchi Teles (INPA)

Coorientador: Dr. Aduino Maurício Tavares (EMBRAPA)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Entomologia) como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Entomologia.

Manaus, Amazonas

Agosto, 2023

F683c Fontes, Julliane da Silva

Comportamento do tripes-do-guaranazeiro *Pseudophilothrips adisi* (zur Strassen) (Tubulifera: Phlaeothripidae) / Julliane da Silva Fontes; orientadora Beatriz Ronchi Teles; coorientador Aduino Maurício Tavares. - Manaus: [s.l.], 2023.

2,97 MB

42p. : il. color.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Entomologia) - Coordenação do Programa de Pós-Graduação, INPA, 2023.

1. Entomologia agrícola. 2. Thysanoptera. 3. Interação inseto-planta. I. Teles, Beatriz Ronchi. II. Tavares, Aduino Maurício. III. Título

CDD 595.7

SINOPSE:

O tripes-do-guaranazeiro *Pseudophilothrips adisi* (zur Strassen) foi estudado quanto os aspectos do aparelho bucal, comportamento alimentar, comportamento do estágio pupal e sua dinâmica populacional correlacionada aos fatores abióticos e a fenologia do hospedeiro.

Palavras-chave: entomologia econômica, interação inseto-planta, herbivoria, hábitat no solo.

À minha mãe, **Vanilza Barros**, que sempre devotou
os cuidados à minha família com carinho e
dedicação ao lar,

DEDICO.

À minha família, em especial ao meu pai **Clístenes**
e minha irmã **Emily**,

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

Ao **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônica – INPA**, pela oportunidade de realização deste curso de pós-graduação e por disponibilizar as condições necessárias para a execução dos experimentos. Em especial, aos **professores** do curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Entomologia) do INPA, pela elevada qualidade do ensino oferecido.

À **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA**, pelo apoio técnico, disponibilidade de materiais, equipamentos e espaço cedido para realização deste trabalho.

Ao **Dr. Adauto Tavares**, pela significativa contribuição durante toda minha formação acadêmica e pela oportunidade de estudar a Ordem Thysanoptera, sendo minha inspiração profissional pela sua dedicação e ética com a ciência. Meus sinceros agradecimentos pelos ensinamentos, paciência, confiança depositada e grande amizade.

À **Dra. Beatriz Ronchi Teles**, que gentilmente aceitou-me como orientada e sempre esteve disponível e compreensível diante das adversidades.

Ao **Dr. Élisson Lima**, pela disposição em me receber na Universidade Federal do Piauí – UFPI, e pela oportunidade de realizar o treinamento em montagem de lâminas e coleta de Thysanoptera, pela participação e contribuição no aprimoramento desta dissertação.

Ao **Dr. Ronaldo Moraes**, pela disponibilidade do Laboratório de Fisiologia Vegetal da Embrapa Amazônia Ocidental.

Aos técnicos da Embrapa, **Afonso Moraes, Karina Bichara, Luiz Mário e Pâmela Harada**, que auxiliaram diretamente ou indiretamente no desenvolvimento dos experimentos.

Ao técnico **Lucas Castanhola** do Laboratório Temático de Microscopia Ótica e Eletrônica – LTMOE, pelo auxílio.

Aos meus pais, **Vanilza Barros** e **Clístenes Fontes**, pelo amor, incentivo e por me proporcionar acesso a uma boa educação. A eles minha eterna gratidão.

À minha leal companheira e irmã, **Emily Fontes**, por me proporcionar alegria todos os dias e ser minha inspiração.

À minha madrinha **Leila Santos** e prima **Cinthya Melo**, por estarem ao meu lado em todos os momentos.

Ao amigo **Edilson Lucas**, pelo companheirismo e incentivos diários.

Aos **amigos** do PPG em Entomologia, em especial à **Mayara Bulbol**, pelos conselhos dados desde a seleção para programa.

À colega de profissão **Jaqueline Miranda** e sua família, pela afetuosa recepção durante minha estada em Floriano-PI.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM**, pelo fomento de bolsas durante toda a minha formação acadêmica.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES**, pela disponibilidade de recursos.

À **Jayoro Agropecuária Ltda.**, pelo apoio e disponibilidade de áreas de plantio e mão-de-obra para realização de experimentos.

RESUMO

O tripses-do-guaranazeiro *Pseudophilothrips adisi* (zur Strassen, 1978) é a única espécie de interesse econômico nos cultivos de guaranazeiro *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke do estado do Amazonas. A compreensão do comportamento dos diferentes estágios do ciclo de vida do *P. adisi*, suas interações com o hospedeiro e a dinâmica populacional no ano agrícola é importante para o desenvolvimento de métodos de controle. O presente estudo teve como objetivo estudar o *P. adisi* quanto aos aspectos do aparelho bucal, comportamento alimentar, comportamento do estágio pupal e sua dinâmica populacional, correlacionada com os fatores abióticos e fenologia do hospedeiro. O aparelho bucal do tripses-do-guaranazeiro é do tipo picador-sugador e pouco difere entre o estágio larval e adulto. Esses insetos sugam o conteúdo intracelular do parênquima lacunoso e, eventualmente, a seiva dos feixes vasculares. A herbivoria desses insetos resultam em necrose e encarquilhamento do limbo foliar, devido à sucção do conteúdo do local de alimentação e à injeção de enzimas salivares. O tripses-do-guaranazeiro pupa no estrato da liteira sob a copa do guaranazeiro, composto por matéria orgânica em avançado estado de decomposição, misturada com solo. A dinâmica populacional de pupas e adultos apresentou o mesmo comportamento de flutuação no ano agrícola. Não foi observada correlação entre o estágio pupal e os fatores abióticos de temperatura do ar, pluviosidade e umidade relativa. Dentre os fatores abióticos, somente a temperatura do solo apresentou correlação positiva com a média de pupas coletas mensalmente. O fator diretamente relacionado à flutuação populacional do *P. adisi* é a fenologia do hospedeiro, que determina picos e declínios populacionais na floração e frutificação do guaranazeiro, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: entomologia agrícola, Thysanoptera, interação inseto-planta.

ABSTRACT

The guarana thrips, *Pseudophilothrips adisi* (zur Strassen, 1978), is the only species of economic importance in the cultivation of the sorbilis variety of guarana tree, *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke, in the state of Amazonas. Understanding the behavior of the different stages of the life cycle of *P. adisi*, its interactions with the host, and the population dynamics throughout the agricultural year is crucial for the development of control methods. The present study aimed to investigate *P. adisi* regarding aspects of mouthpart structure, feeding behavior, pupal stage behavior, and its population dynamics correlated with abiotic factors and host phenology. The mouthparts of the guarana thrips are of the piercing-sucking type and show little difference between the larval and adult stages. These insects feed by sucking the intracellular contents of the lacunose parenchyma and, occasionally, the sap from vascular bundles. The herbivory of these insects leads to necrosis and withering of the leaf lamina, caused by the suction of contents from the feeding site and the injection of salivary enzymes. The guarana thrips pupates in the litter layer beneath the canopy of the guarana tree, composed of decomposed organic matter mixed with soil. The population dynamics of pupae and adults exhibited the same fluctuation pattern throughout the agricultural year. No correlation was observed between the pupal stage and abiotic factors such as air temperature, rainfall, and relative humidity. Among the abiotic factors, only soil temperature showed a positive correlation with the average monthly pupae collection. The factor directly related to the population fluctuation of *P. adisi* is the host's phenology, determining peaks and declines in population during the flowering and fruiting stages of the guarana tree, respectively.

KEYWORDS: agricultural entomology, Thysanoptera, insect-plant interaction.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	11
INTRODUÇÃO	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
OBJETIVOS	19
Objetivo geral	19
Objetivos específicos	19
CAPÍTULO 1: Comportamento alimentar do Thysanoptera	
<i>Pseudophilothrips adisi</i> (zur Strassen) e interação com o hospedeiro <i>Paullinia</i>	20
<i>cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke	
RESUMO	20
PALAVRAS-CHAVE	20
ABSTRACT	20
KEY-WORDS	21
INTRODUÇÃO	21
MATERIAL E MÉTODOS	23
Recurso alimentar – obtenção de folíolos saudáveis e atacados	24
Microscopia óptica – folíolos	25
Microscopia óptica – tripes	26
Microscopia eletrônica de varredura – tripes e folíolos	26
Preferência de alimentação	26
RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
Histologia dos folíolos	27
Aparelho bucal e comportamento alimentar	28
CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
CAPÍTULO 2: Comportamento e dinâmica populacional do estágio pupal	41
do tripes-do-guaranazeiro <i>Pseudophilothrips adisi</i> (zur Strassen)	
RESUMO	41
PALAVRAS-CHAVE	41
ABSTRACT	41
KEY-WORDS	41
INTRODUÇÃO	43
MATERIAL E MÉTODOS	45
Observação do local de pupação	45
Triagem dos estratos da liteira	46
Dinâmica populacional	47
Análise estatística	48
RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
Comportamento do estágio pupal	48
Dinâmica populacional	49
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
SÍNTESE	57

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1.** Gaiola de isolamento de folíolos infestados por tripes-do-guaranazeiro..... 24
- Figura 2.** Visão transversal do folíolo jovem do guaranazeiro. Legenda: EAD – epiderme adaxial; EAB – epiderme abaxial; PP – parênquima paliçádico; PL – parênquima lacunoso; FV – feixes vasculares; TT – tricoma tector; TG – tricoma glandular..... 27
- Figura 3.** Visão da superfície inferior do folíolo (A) e dos diferentes tipos de tricomas (B). Legenda: TT – tricoma tector e TG – tricoma glandular..... 28
- Figura 4.** Cápsula cefálica com destaque a inserção e retração dos estiletes maxilares (A); tubo de alimentação (B e C). Legenda: Mx – estilete maxilar, IMx – inserção do estilete maxilar, TB – tubo de alimentação..... 28
- Figura 5.** Morfologia do aparelho bucal do *Pseudophilothrips adisi*: vista lateral e frontal da larva (A, C e E) e do adulto (B, D e F). Legenda: CB – cone bucal, TA – tubo de alimentação, PL – palpos labiais pareados..... 29
- Figura 6.** Alimentação do *Pseudophilothrips adisi* na lâmina foliar (LF), nervura secundária (NS), nervura central (NC) e na convergência entre as nervuras secundária e central (NS/NC)..... 31
- Figura 7.** Herbivoria do *Pseudophilothrips adisi*. Legenda: EAD – epiderme adaxial; EAB – epiderme abaxial; PP – parênquima paliçádico; PL – parênquima lacunoso; TT – tricoma tector; TG – tricoma glandular..... 32
- Figura 8.** Folíolos do guaranazeiro com injúrias provocadas pela herbivoria do *Pseudophilothrips adisi*: folíolos encarquilhados (A) e com áreas necrosadas (B).... 33

CAPÍTULO 2

- Figura 1.** Recipiente para observação do local de pupação..... 46
- Figura 2.** Coleta dos estratos da liteira (A): folhas secas (B), matéria orgânica em início de decomposição (C) e matéria orgânica em avançado estado de decomposição misturada com solo (D)..... 46
- Figura 3.** Armadilhas instaladas para coleta de adultos recém-emergidos do tripes-do-guaranazeiro. Legenda: cúpula transparente (A), bandeja opaca (B) e solo (C)..... 47
- Figura 4.** Larvas de segundo instar do tripes-do-guaranazeiro..... 48
- Figura 5.** Flutuação populacional pupas e adultos do *Pseudophilothrips adisi*..... 50
- Figura 6.** Fases fenológicas do guaranazeiro: fascículos florais (A), inflorescências (B), frutos (C), folíolos e meristemas (D)..... 51

Figura 7. Dinâmica populacional do estágio pupal do tripes-do-guaranazeiro e correlação com os fatores abióticos..... 52

INTRODUÇÃO GERAL

A ordem Thysanoptera engloba 6.415 espécies descritas e distribuídas em 787 gêneros (Thrips Wiki, 2023), conhecidas comumente como tripses (Mound, 2002). Esses insetos possuem uma distribuição cosmopolita, sendo a maioria das espécies encontradas na região tropical, enquanto muitas outras habitam zonas temperadas e algumas se adaptaram a regiões árticas (Lewis, 1973).

Os tisanópteros são divididos em duas subordens, Terebrantia e Tubulifera (Mound, 2002). As fêmeas de Terebrantia apresentam um ovipositor externo (terebra), enquanto em Tubulifera essa estrutura é ausente (Lima, 2022).

Em Terebrantia são reconhecidas 13 famílias, sendo que cinco delas são conhecidas apenas por fósseis (Buckman *et al.*, 2013) e Tubulifera possui somente a família Phlaeothripidae (Mound e Marullo, 1998).

Phlaeothripidae é classificada em duas subfamílias, Idolothripinae e Phlaeothripinae (Buckman *et al.*, 2013), e comporta aproximadamente 3.680 espécies distribuídas em 450 gêneros, sendo considerada a maior família de Thysanoptera (Cavalleri, 2019).

Os tisanópteros são haplodiplóides, onde as fêmeas são diplóides e machos haplóides (Brito, 2011). A reprodução em geral é sexuada, mas também ocorre a partenogênese (Cavalleri, 2005) que pode ser obrigatória ou facultativa, e se distinguem em arrenótoca, telítoca ou deuterótoca (Tavares e Garcia, 2009).

Esses insetos se alimentam de pólen, fungos, tecido vegetal e podem ser predadores (Mound e Telon, 1995).

A forma particular da metamorfose em Thysanoptera, embora ocorra de maneira incomum se comparada a outras espécies hemimetabólicas ou holometabólicas (Minakuchi, 2011), é considerada intermediária entre os insetos holometábolos e hemimetábolos (Heming, 1978; Mound e Marullo, 1996; Monteiro e Mound, 2012), sendo denominada de remetabolia por Takahashi (1921) e Lima (1940). No entanto, Moritz (1995) propõe classificação mais apropriada seja a metamorfose por holometamorfa.

De acordo com Tree *et al.* (2015), os tripses são amplamente conhecidos pelo seu comportamento tigmotático, que envolve o abrigo em pequenas rachaduras e fendas nas bases de folhas, caules ou galhos, tornando-os por vezes difíceis de detectar. Esse comportamento também torna difícil o controle por agrotóxicos (Jensen, 2000).

Apesar de ser considerada uma das ordens menos conhecida, Thysanoptera compreende muitas espécies de importância agrícola (Cavalleri *et al.*, 2011).

De acordo com o conhecimento atual, e considerando o número de pesquisadores no Brasil, seriam necessários 1.375 anos para um total conhecimento das espécies Thysanoptera do país (Silva-Neto *et al.*, 2022).

A fauna de Thysanoptera do Brasil é uma das mais diversas no planeta (Cavalleri, 2016), com aproximadamente 617 espécies nomeadas (Monteiro e Lima, 2022). Além da abundância de espécies, a fauna brasileira de tripes se destaca por sua diversidade em termos ecológicos e história de vida, apesar de ainda ser pouco conhecida devido à escassez de estudos (Cavalleri, 2016).

Dentre as espécies de importância econômica que ocorrem no Brasil, o tripes-do-guaranazeiro foi relatado pela primeira vez em 1976 infestando grande parte das plantações de guaraná nas proximidades de Manaus (Strassen, 1997). Em 1977 foi descrito e classificado como *Liothrips adisi* zur Strassen (Phlaeothripinae) (Tavares e Garcia, 2009). Posteriormente, foi reclassificado para *Pseudophilothrips adisi* (zur Strassen) (Mound *et al.*, 2010).

O guaranazeiro *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke (Sapindaceae) é uma espécie nativa do Brasil (Atroch e Nascimento Filho, 2018), caracterizada como arbusto semiereto, lenhoso e lactescente (Ducke, 1937).

As sementes do guaranazeiro possuem teores elevados de substâncias vasodilatadoras, broncodilatadoras e energéticas (Pagliarussi *et al.*, 2002) que são exploradas pelas indústrias farmacêuticas, alimentícia e de bebidas (Lima *et al.*, 2005), sendo utilizadas na produção de xarope para bebidas energéticas, refrigerantes, dentre outros produtos (Souza e Lorenzi, 2012).

A produção nacional de guaraná se concentra nos estados da Bahia, Amazonas e Mato Grosso (IBGE, 2021). No Amazonas, a guaranicultura é predominantemente praticada pela agricultura familiar, com registro de cultivos empresariais para suprimento (IBGE, 2017). O município de Maués é o principal produtor, seguido por municípios como Presidente Figueiredo, Urucará, Parintins e Boa Vista do Ramos (Conab, 2019).

As principais causas da baixa produtividade do guaranazeiro são as doenças, com destaque para a antracnose causada pelo fungo *Colletotrichum guaranicola* Albuquerque.

(Gasparotto *et al.*, 2020), e a herbivoria do *P. adisi*, sendo este o único artrópode que causa danos econômicos ao guaranazeiro (Tavares e Garcia, 2009).

O ciclo de vida do tripes-do-guaranazeiro se inicia com a postura de ovos, seguido pelo estágio larval com dois instares (larva I e larva II), o estágio pupal com três instares (pré-pupa, pupa I e pupa II) e adulto (Tavares e Garcia, 2009).

As larvas e os adultos de *P. adisi* se alimentam de estruturas tenras do guaranazeiro, incluindo folíolos jovens, meristemas, botões florais, flores e frutos em início de desenvolvimento.

Quando presentes em altas populações, esses insetos causam alterações morfofisiológicas nas plantas, o que resulta em redução na produção comercial de guaraná e, conseqüentemente, em prejuízos econômicos aos produtores (Tavares *et al.*, 2007). Assim, o controle da população de *P. adisi* é convencionalmente efetuado por meio da aplicação de agrotóxicos (Tavares *et al.*, 2003).

Os capítulos que constituem o presente estudo abordam o comportamento alimentar do *P. adisi*, sua interação com o guaranazeiro e o estudo seminal da fase pupal dessa espécie, com o objetivo de contribuir para a compreensão da bioecologia do tripes-do-guaranazeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atroch, A.L.; Nascimento Filho, F.J. 2018. Guarana - *Paullinia cupana* Kunth var. *sorbilis* (Mart.) Ducke. In: *Exotic Fruits. Academic Press*, 225-236. DOI: doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00029-0
- Brito, R.O. 2011. *Análise citogenética e molecular em Phlaeothripideos (Thysanoptera: Phlaeothripidae)*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, Ponta Grossa, Paraná. 107p.
- Buckman, R.S.; Mound, L.A.; Whiting, M.F. 2013. Phylogeny of thrips (Insecta: Thysanoptera) based on five molecular loci. *Systematic Entomology*, 38(1): 123-133.
- Cavalleri, A. 2005. *Comunidades de tripes (Insecta: Thysanoptera) em flores e ramos, com ênfase em Asteraceae no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 182p.
- Cavalleri, A. 2016. A fauna brasileira (<http://www.thysanoptera.com.br/informacoes>
- Cavalleri, A. 2019. Phlaeothripidae do Brasil (http://www.thysanoptera.com.br/tripes/detalheum_tripe/14/phlaeothripidae-do-brasil). Acesso em: 23/06/2023.
- Cavalleri, A.; Lima, M.G.A.; Melo, F.S.D.; Mendonça, J.R. 2011. New records of thrips (Thysanoptera) species in Brazil. *Neotropical entomology*, 40: 628-630
- CONAB, 2019. Guarana - Análise Mensal - outubro 2019 (<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-guarana/item/12562-guarana-analise-mensal-outubro-2019>). Acesso em: 28/11/2021.
- Costa-Lima, A.M. 1940. Ordem Thysanoptera. In: *Insetos do Brasil*. Rio de Janeiro, p. 405-452.
- Ducke, A. 1937. Diversidade dos guaranás. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, 155-56.
- Gasparotto, L.; Bentes, J.S.; De Arruda, M.R. 2020. Doenças Do Guaranazeiro. Circular Técnica 78, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Amazonas. 23p. ISSN: 1517-2449.
- Heming, B.S. 1978. Structure and function of the mouthparts in larvae of *Haplothrips verbasci* (Osborn) (Thysanoptera, Tubulifera, Phlaeothripidae). *Journal of morphology*, 156(1): 1-37. DOI: <https://doi.org/10.1002/jmor.1051560102>
- IBGE, 2017. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro, 30(1): 1-81.

- IBGE, 2021. Produção de guaraná (<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/guarana/br>). Acesso: 10/05/2022.
- Jensen, S.E. 2000. Mechanisms Associated with Methiocarb Resistance in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Jorn. Econ. Entomol.* 93(2): 464-471.
- Lewis T. 1973. Thrips: Their Biology, Ecology and Economic Importance. *Academic*, New York, USA.
- Lima EFB 2022. Phlaeothripidae in *Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil*, PNUD (<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/2188>). Acesso em: 07/12/2022.
- Minakuchi, C.; Tanaka, M.; Miura, K.; Tanaka, T. 2011. Developmental profile and hormonal regulation of the transcription factors broad and Krüppel homolog in hemimetabolo us thrips. *Insect biochemistry and molecular biology*, 41(2): 125-134.
- Monteiro, R. C.; Lima, E.F.B. 2022. Thysanoptera of Brazil. (<http://www.lea.esalq.usp.br/thysanoptera/>). Acesso em: 07/12/2022.
- Monteiro, R.C.; Mound, L.A. 2012. Thysanoptera. In: *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. Ribeirão Preto, Holos, 408-422.
- Moritz, G. 1995. Morphogenetic development of some species of the Order Thysanoptera (Insecta). In: *Thrips Biology and Management*. Springer, Boston, MA, 489-504.
- Mound, L. A.; Teulon, D. A. 1995. Thysanoptera as phytophagous opportunists. In *Thrips biology and management*. Boston, MA, Springer US, p: 33-19.
- Mound, L. A.; Wheeler, G. S.; Williams. D. A. 2010. Resolving cryptic species with morphology and DNA; thrips as a potential biocontrol agent of Brazilian peppertree, with a new species and overview of *Pseudophilothrips* (Thysanoptera). *Zootaxa*, 2432: 59-68.
- Mound, L.A. 2002. So many thrips-so few tospoviruses. In: *Thrips and tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera*. Australian National Insect Collection, Canberra, 15-18.
- Mound, L.A.; Marullo, R. 1996. The thrips of Central and South America: an introduction. *Memoirs on Entomology, International* 6: 1-488.
- Mound, L.A.; Marullo, R. 1998. Biology and identification of Aeolothripidae (Thysanoptera) in Australia. *Invertebrate Systematics*, 12(6): 929-950.

- Pagliarussi, R.S.; Freitas, L.A.P; Bastos, J.K. 2002. A quantitative method for the analysis of xanthine alkaloids in *Paullinia cupana* (guarana) by capillary column gas chromatography. *Journal of separation science*, 25(5-6): 371-374.
- Silva Neto, A.M.D.; Falaschi, R.L.; Zacca, T.; Hipólito, J.; Pequeno, P.A.C.L.; Oliveira, J.R.A.; *et al.* 2022. Hexapoda Yearbook (Arthropoda: Mandibulata: Pancrustacea) Brazil 2020: the first annual production survey of new Brazilian species. *EntomoBrasilis*, 15 (1000): 33-2022.
- Souza, V.C.; Lorenzi, H. 2012. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. Nova Odessa: Jardim Botânico Plantarum (<https://repositorio.usp.br/item/003104900>). Acesso em: 22/04/2023.
- Strassen, R.Z. 1977. A new species of *Liothrips* from the Amazonas harmful to Guarana plantations (Insecta: Thysanoptera: Phlaeothripidae). *Acta amazonica*, 7: 551-554.
- Takahashi, R. 1921. Metamorphosis of Thysanoptera. *Zoological Magazine Tokyo*, 35: 85.
- Tavares, A.M.; Atroch, A.L.; Arruda, M.R.; Ribeiro, J.D.R.C. 2003. *Inseticidas no controle do tripses do guaranazeiro Liothrips adisi (Thysanoptera: Phlaeothripidae)*. Embrapa Amazônia Ocidental.
- Tavares, A.M.; Garcia, M.V.B. 2009. Tripses do guaranazeiro: *Liothrips adisi* zur Strassen, 1977 (Thysanoptera: Phlaeothripidae, Phlaeothripinae). *Embrapa Amazônia Ocidental-Documentos (INFOTECA-E)*. ISBN: 1571-3135
- Tavares, A.M.; Garcia, M.V.B.; Nascimento Filho, F.J. 2007. Tripses do guaranazeiro: estado atual e perspectivas. *Embrapa Amazônia Ocidental*, Circular Técnico 52, novembro de 2007. 4p. ISBN: 1517-3887
- Thrips Wiki, 2023. Thysanoptera (https://thrips.info/wiki/Main_Page). Acesso em: 05/03/2023.
- Tree, D.J.; Mound, L.A.; Field, A.R. 2015. Host specificity studies on *Gynaikothrips* (Thysanoptera: Phlaeothripidae) associated with leaf galls of cultivated Ficus (Rosales: Moraceae) trees. *Florida entomologist*, 98(3): 880-883.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Conhecer o comportamento do tripses-do-guaranazeiro e suas interações com o hospedeiro.

Objetivos Específicos

- Descrever a morfoanatomia do folíolos jovens do guaranazeiro;
- Descrever o comportamento alimentar do *P. adisi*;
- Identificar o sítio alvo de alimentação no folíolo jovem do guaranazeiro;
- Descrever as injúrias promovidas pela herbivoria do *P. adisi* nos folíolos jovens do guaranazeiro.
- Descrever o comportamento do estágio de larva II no final do desenvolvimento e o estágio pupal;
- Identificar o local de pupação do *P. adisi*;
- Descrever a dinâmica populacional do estágio pupal correlacionada a fenologia do hospedeiro e aos fatores abióticos.

Capítulo 1

**Comportamento alimentar do *Pseudophilothrips adisi* (zur Strassen) (Thysanoptera) e interação com o hospedeiro *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.)
Ducke**

Manuscrito em preparação para submissão na Acta Amazonica

Comportamento alimentar do *Pseudophilothrips adisi* (zur Strassen) (Thysanoptera) e interação com o hospedeiro *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke

Julliane da Silva FONTES ¹, Beatriz RONCHI TELES ², Aduino Maurício TAVARES ³

¹ Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Entomologia), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 69.067-375, Manaus-AM, Brasil.

² Coordenação de Biodiversidade, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 69.067-375, Manaus-AM, Brasil

³ Departamento de Entomologia Agrícola, Embrapa Amazônia Ocidental, 69.010-970, Manaus-AM, Brasil.

Correspondência do autor: jullianesfontes@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4707-013X>

RESUMO: O *Pseudophilothrips adisi* (zur Strassen), conhecido popularmente como tripes-do-guaranazeiro, destaca-se como a única espécie de inseto de importância econômica dos cultivos de guaranazeiro *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke. A compreensão do comportamento alimentar desse inseto e suas interações com a planta hospedeira é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de controle eficazes. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar o comportamento alimentar das larvas e dos adultos de *P. adisi* e suas interações com o guaranazeiro. Por meio da microscopia óptica e eletrônica de varredura, foi observado a histologia de folíolos saudáveis e atacados, além da morfologia do aparelho bucal. Foi evidenciada a preferência de alimentação pela face abaxial dos folíolos jovens. A anatomia dos folíolos revelou camadas epidérmicas (adaxial e abaxial), parênquimas (paliçádicos e lacunosos), feixes vasculares, cutícula e tricomas (tectores e glandulares). O aparelho bucal picador-sugador das larvas e dos adultos é semelhante. A herbivoria do *P. adisi* resultou em alterações morfoanatômicas nos folíolos da planta hospedeira, com a sucção do conteúdo celular do parênquima lacunoso e, ocasionalmente, dos feixes vasculares, levando à necrose e encarquilhamento do limbo foliar. Esse processo é intensificado pela injeção de enzimas salivares.

PALAVRAS-CHAVE: tripes, aparelho bucal, guaraná, inseto-planta.

ABSTRACT: *Pseudophilothrips adisi* (zur Strassen), commonly known as the guarana thrips, stands out as the sole insect species of economic significance in guarana plantations of *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke. Understanding the feeding behavior of this insect and its interactions with the host plant is crucial for the development of effective control strategies. In this context, the present study aimed to

characterize the feeding behavior of both larval and adult stages of *P. adisi* and their interactions with the guarana plant. Using optical and scanning electron microscopy, we examined the histology of healthy and attacked leaflets, as well as the morphology of the mouthparts. Preference for feeding on the abaxial surface of young leaflets was evident. The leaflet anatomy revealed epidermal layers (adaxial and abaxial), parenchyma (palisade and spongy), vascular bundles, cuticle, and trichomes (both tector and glandular). The piercing-sucking mouthparts of both larval and adult stages were similar. Herbivory by *P. adisi* led to morphoanatomical alterations in host plant leaflets, involving the extraction of cellular content from spongy parenchyma cells and, occasionally, vascular bundles, resulting in necrosis and leaf curling. This process was intensified by the injection of salivary enzymes.

KEY-WORDS: thrips, mouthparts, guarana, insect-plant.

INTRODUÇÃO

O guaranazeiro, *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke, é uma planta de origem brasileira com grande potencial econômico e industrial devido às propriedades energéticas, antioxidantes e medicinais de suas sementes (Nina *et al.*, 2021).

O cultivo de guaranazeiro no estado do Amazonas possui grande importância socioeconômica para a região (Atroch e Nascimento Filho, 2018) devido à exploração comercial praticada, predominantemente, pela agricultura familiar com registro de cultivos empresariais (IDAM, 2020).

Embora seja uma planta típica da Amazônia, os cultivos de guaranazeiro da região não suprem a demanda local (Embrapa, 2017) em razão da baixa produtividade à qual está relacionada à falta de tecnologias adequadas para o cultivo e problemas fitossanitários (Batista, 1983; Atroch e Nascimento Filho, 2018).

Do ponto de vista econômico, o tisanóptero *Pseudophilothrips adisi* (zur Strassen), conhecido como tripes-do-guaranazeiro, é considerado praga-chave (Garcia *et al.*, 2016). Os indivíduos de *P. adisi* interferem na produção do guaranazeiro por meio da herbivoria (Tavares e Garcia, 2009) e pela disseminação dos esporos do fungo *Fusarium decemcellulare* Brick (Adis *et al.*, 1984).

A presença do tripes-do-guaranazeiro não está disseminada por toda a região do estado do Amazonas, entretanto é preocupante o aumento de áreas colonizadas por esta espécie (Tavares e Garcia, 2007). Observações efetuadas por Vidal *et al.* (2005) constataram a crescente presença do *P. adisi* nos cultivos de guaranazeiro do município

de Maués, com o índice de 32,05% das propriedades apresentando infestações desse inseto.

A herbivoria do *P. adisi* sob os folíolos jovens do guaranazeiro impede o desenvolvimento das folhas, prejudicando o crescimento dos ramos e produção de flores, o que limita a exploração comercial (Tavares e Garcia, 2009).

A área destinada à colheita do guaraná no estado do Amazonas foi de 3.954 ha em 2019 e 4.025 ha em 2021, o que correspondente ao incremento de 0,89% área de colheita (IBGE, 2021). Portanto, é esperado que o índice das populações de tripes-do-guaranazeiro tenha aumentado em razão da expansão dos plantios, ao não uso do sistema de produção preconizado pela Embrapa (Pereira, 2005) e à continuidade de distribuição de mudas contaminadas pelo *P. adisi*.

Nesse contexto, o estudo das interações inseto-planta é importante para o manejo das populações de artrópodes de importância econômica e sua melhor compreensão permite o desenvolvimento de mecanismos de controle eficazes (Lovatto *et al.*, 2012).

Portanto, o presente estudo teve como objetivo identificar o sítio de alimentação do *P. adisi*, descrever as injúrias promovidas pela herbivoria e caracterizar o comportamento alimentar dessa espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido nos Laboratórios de Entomologia e de Fisiologia Vegetal da Embrapa Amazônia Ocidental, bem como no Laboratório Temático de Microscopia Ótica e Eletrônica (LTMOE) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Os folíolos do guaranazeiro e os espécimes de *P. adisi* foram coletados no período de 2021 a 2023 a partir de plantas da variedade BRS-Maués do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) localizado em 2°53'29.19" S/59°58'40.58" O, do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental – CPAA.

As estruturas do guaranazeiro (folíolos, botões florais, gema apical e lateral) infestadas pelo tripe *P. adisi* foram coletadas, armazenadas em recipiente plástico e conduzidas ao Laboratório de Entomologia. Neste local foi realizada a triagem e isolamento dos imaturos e adultos em placas de Petri. Estes foram armazenados em estufa incubadora B.O.D. a 25 °C ± 1 °C, com umidade relativa de 70% ± 10% e fotoperíodo 12h.

Recurso alimentar - obtenção de folíolos saudáveis e atacados

Dentre os recursos para alimentação do *P. adisi*, foi definido como objeto de estudo os folíolos jovens do guaranazeiro com o objetivo de manter a homogeneidade das observações e exequibilidade dos experimentos.

No campo, foram selecionados folíolos jovens e saudáveis de guaranazeiro com medidas da porção mediana de dois milímetros de largura. Os folíolos foram coletados e imediatamente conduzidos aos respectivos laboratórios de acordo com o tratamento. Quanto à obtenção dos folíolos atacados, foi realizado a infestação de tripes em folíolos saudáveis na própria planta.

Para isso, os folíolos saudáveis foram infestados artificialmente por diferentes grupos de vinte espécimes de cada estágio ativo (larva I, larva II e adultos). O isolamento dos folíolos infestados em campo foi efetuado por meio de gaiolas constituídas de potes plásticos cônicos com capacidade de 140 mL (10 cm x 8,5 cm), com abertura no fundo (4,5 mm de diâmetro) vedada com tecido tule. Esse tecido também foi empregado para isolar a abertura principal (Figura 1). Em ambos os lados do pote, foram efetuadas duas pequenas perfurações paralelas, suficiente para permitir a passagem de um barbante que serviu como suporte para suspender a gaiola na planta. A fixação do tecido e isolamento das perfurações foram realizadas por meio de cola de silicone.

Figura 1. Gaiola de isolamento de folíolos infestados por tripes-do-guaranazeiro.



As gaiolas foram posicionadas na planta e a base foi selada com fita adesiva. Após 24 h, os folíolos foram coletados e transferidos aos respectivos laboratórios de acordo com os experimentos a serem realizados.

As caracterizações anatômicas dos folíolos saudáveis do guaranazeiro, a observação das alterações morfoanatômicas promovidas pela herbivoria do *P. adisi* e a morfologia do seu aparelho bucal exigiram a montagem de lâminas e processos específicos, como a Microscopia Óptica e Microscopia Eletrônica de Varredura. As fotografias obtidas foram editadas e mensuradas por meio do Adobe Photoshop 22.5, Helicon Focus 8.2.2 e Imagem J 2023. As lâminas de tripes foram depositadas na Coleção Entomologica do INPA.

Microscopia óptica - folíolos

No laboratório, os folíolos foram fragmentados e fixados em FAA 70% durante 24 h. Posteriormente, foram desidratados em concentrações alcoólicas crescentes durante uma hora em 50%, 60% e 70%, e por duas horas em 80%, 90% e 100%. Em seguida, as amostras foram pré-infiltradas em 1 mL de etanol 95% e 1 mL de resina base, e infiltradas em solução de 0,25 g de pó ativador e 25 mL de resina, por 24h e 48 h, respectivamente.

Em etapa posterior, as amostras foram adicionadas em moldes com a solução de polimerização com 15 mL de resina e 1 mL de endurecedor, sendo estas armazenadas em estufa a 34° C por 48 h, e os blocos foram destacados e fixados em suportes.

Foram realizadas secções transversais de 5 µm em Micrótomo Microm Mod. HM 325, submetidas a banho histológico e transferidas para as lâminas. As amostras foram coradas com azul de toluidina por um minuto e o excesso retirado com água corrente. Em seguida, foi efetuada a montagem das lâminas com Entellan.

As lâminas de folíolos saudáveis ($n= 10$) e atacados pelo *P. adisi* ($n=10$) foram observadas e fotografadas por meio do microscópio trinocular Mod. Zeiss Discovery, acoplado à câmera Axian CAM ICC1 associada ao software MIAS-2008. Ambas foram registradas e depositadas no Herbário do INPA.

Os dados das mensurações foram submetidos à verificação da normalidade dos dados de acordo com o teste de Shapiro-Wilk. As dimensões das camadas epidérmicas e do parênquima paliçádico foram estabelecidas pelo intervalo de confiança ($P=0,05$) usando-se uma distribuição t de Student, e para o parênquima lacunoso, foi utilizado o intervalo de confiança sob distribuição normal ($P=0,05$).

Microscopia óptica – tripes

Indivíduos adultos e imaturos foram mortos em etanol 100% e transferidos para uma placa de Petri contendo hidróxido de sódio (NaOH) 5% por 24 h para clarificação. Gradualmente, foram adicionados 10 mL de etanol 60% por 10 min. Os exemplares foram transferidos para outra placa de Petri contendo etanol 60% e armazenados por 24 h. Para o processo de desidratação, os espécimes foram submetidos a diferentes concentrações etanólicas em períodos distintos: 1 h em 70%, 30 min em 80%, 10 min em 90% e duas vezes em 95%, por cinco minutos em cada. Em seguida, os tripes foram transferidos para uma placa de Petri de 35 mm x 10 mm contendo óleo de cravo. Durante essa etapa, os insetos foram suavemente pressionados na região ventral do abdômen e deixados nessa solução por 24 h.

A montagem dos espécimes foi realizada por meio de lamínulas de 18 mm x 18 mm, colocadas sobre a mesa da lupa estereoscópica Leica. Os tripes foram dispostos em posição ventral, com as antenas, pernas e asas devidamente distendidas. Uma gota de Bálsamo do Canadá foi colocada no centro da lâmin, que foi invertida e posicionada sobre o espécime, permitindo o contato e fixação com a lamínula. O material montado foi colocado em estufa a uma temperatura média de 40 °C para secagem. Subsequentemente, as lâminas foram fotografadas e mensuradas por meio do microscópio trinocular Mod. Zeiss Discovery acoplado à câmera Axian CAM ICC1 associada ao software MIAS-2008.

Microscopia eletrônica de varredura – tripes e folíolos

No Laboratório Temático de Microscopia Ótica e Eletrônica (LTMOE) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), as amostras vegetais saudáveis, atacadas e os espécimes de tripes foram desidratados em diferentes concentrações de álcool: 70%, 90%, 95% e duas vezes em 100% por 15 min cada. Em seguida, foram submetidas ao ponto crítico seco em CO₂ por uma hora, utilizando o equipamento BAL-TEC – Mod.: CPD 030. As amostras foram montadas em *stub* e metalizadas com ouro usando o equipamento BAL-TEC – Mod.-SCD 050. A captura de imagens foi realizada em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) Mod. LEO 435 VP da Zeiss.

Preferência de alimentação

No plantio de guaranzeiro, foram realizadas as observações de amostras de larva I, larva II e adultos de *P. adisi* se alimentando nas diferentes faces (adaxial e

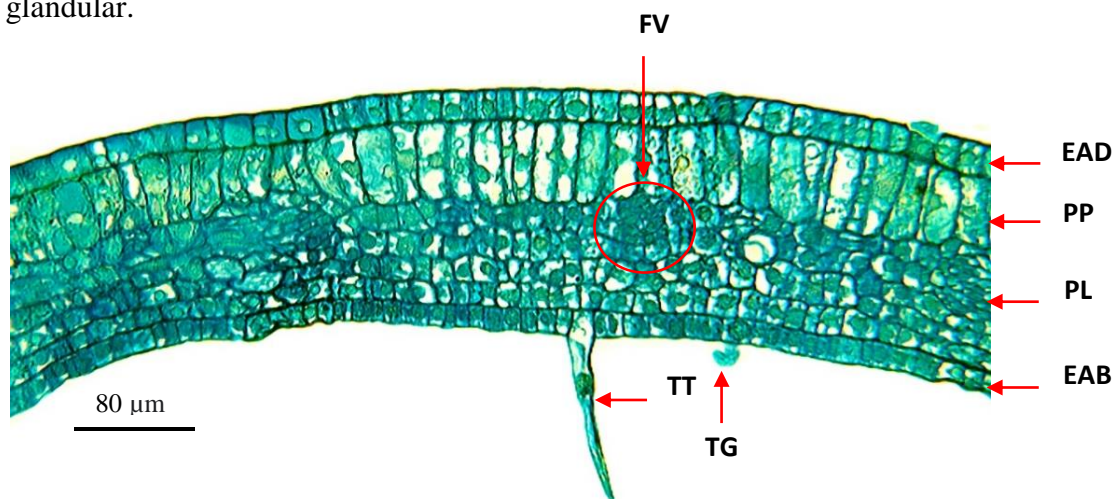
abaxial) e regiões abaxial do folíolo. Essas regiões foram classificadas como lâmina foliar (LF), nervura central (NC), nervura secundária (NS) e convergência entre a nervura central e secundária (NC/NS).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Histologia dos folíolos

A caracterização do comportamento alimentar do *P. adisi* e seus efeitos podem ser compreendidos quando a organização anatômica do substrato de alimentação é conhecida. Portanto, o folíolo jovem do guaranazeiro apresenta uma estrutura anatômica dorsiventral, composta pela epiderme adaxial e abaxial, cutícula vegetal, parênquima paliçádico e lacunoso, feixes vasculares, tricomas glandulares e tectores (Figura 2).

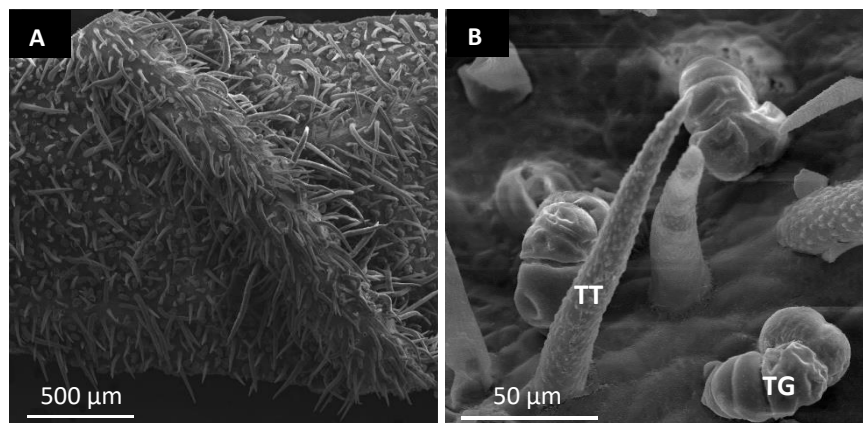
Figura 2. Visão transversal do folíolo jovem do guaranazeiro. Legenda: EAD – epiderme adaxial; EAB – epiderme abaxial; PP – parênquima paliçádico; PL – parênquima lacunoso; FV – feixes vasculares; TT – tricoma tector; TG – tricoma glandular.



A epiderme abaxial possui alta densidade de tricomas tectores unicelulares com ápice afilado e em menor número tricomas glandulares pluricelulares (Figura 3). Sob a epiderme adaxial está presente uma única camada de parênquima paliçádico com espessura entre $43,36 \mu\text{m} \leq 45,46 \mu\text{m} \leq 47,57 \mu\text{m}$ (I.C._{0,05}), constituída por células de formato retangular e alongado (Figura 2).

Entre o parênquima paliçádico e a epiderme abaxial ocorre a presença do parênquima lacunoso com quatro ou cinco estratos celulares heteromorfos de dimensões entre $71,91 \mu\text{m} \leq 75,74 \mu\text{m} \leq 79,57 \mu\text{m}$ (I.C._{0,05}) e com a distribuição de feixes do sistema vascular do tipo colateral (Figura 2).

Figura 3. Visão da superfície inferior do folíolo (A) e dos diferentes tipos de tricomas (B). Legenda: TT – tricoma tector e TG – tricoma glandular.



As estruturas anatômicas do guaranazeiro são similares às estruturas de folíolos desenvolvidos, observadas por Areia (1996) e Medri e Lleras (1980). A disposição das camadas celulares da *P. cupana* é similar à observada em *Paullinia clavigera* Schlttl (Pérez-Davila *et al.*, 2011) e *Paullinia pinnata* L. (Somner, 2001).

Aparelho bucal e comportamento alimentar

O aparelho bucal das larvas e dos adultos do *P. adisi* é morfologicamente similar (Figura 5). Possuem estiletos maxilares inseridos na região mediana da parede genal da cápsula cefálica e retraídos até a altura dos olhos (Figura 4-A), ambos convergem ao longo da linha média e se encaixam no ápice e nas margens, formando um tubo de alimentação (Figura 4-B e C).

Figura 4. Cápsula cefálica com destaque a inserção e retração dos estiletos maxilares (A); tubo de alimentação (B e C). Legenda: Mx – estilete maxilar, IMx – inserção do estilete maxilar, TA – tubo de alimentação.

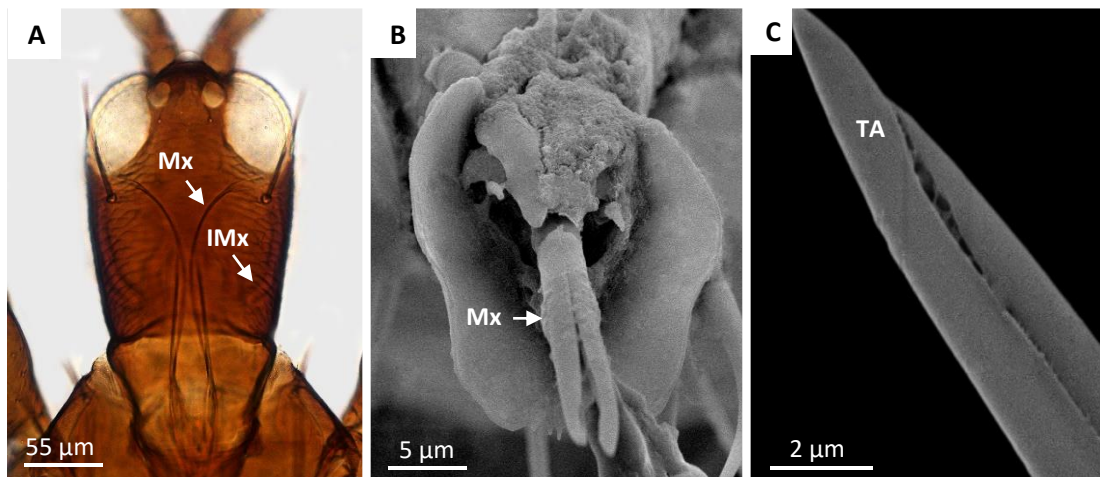
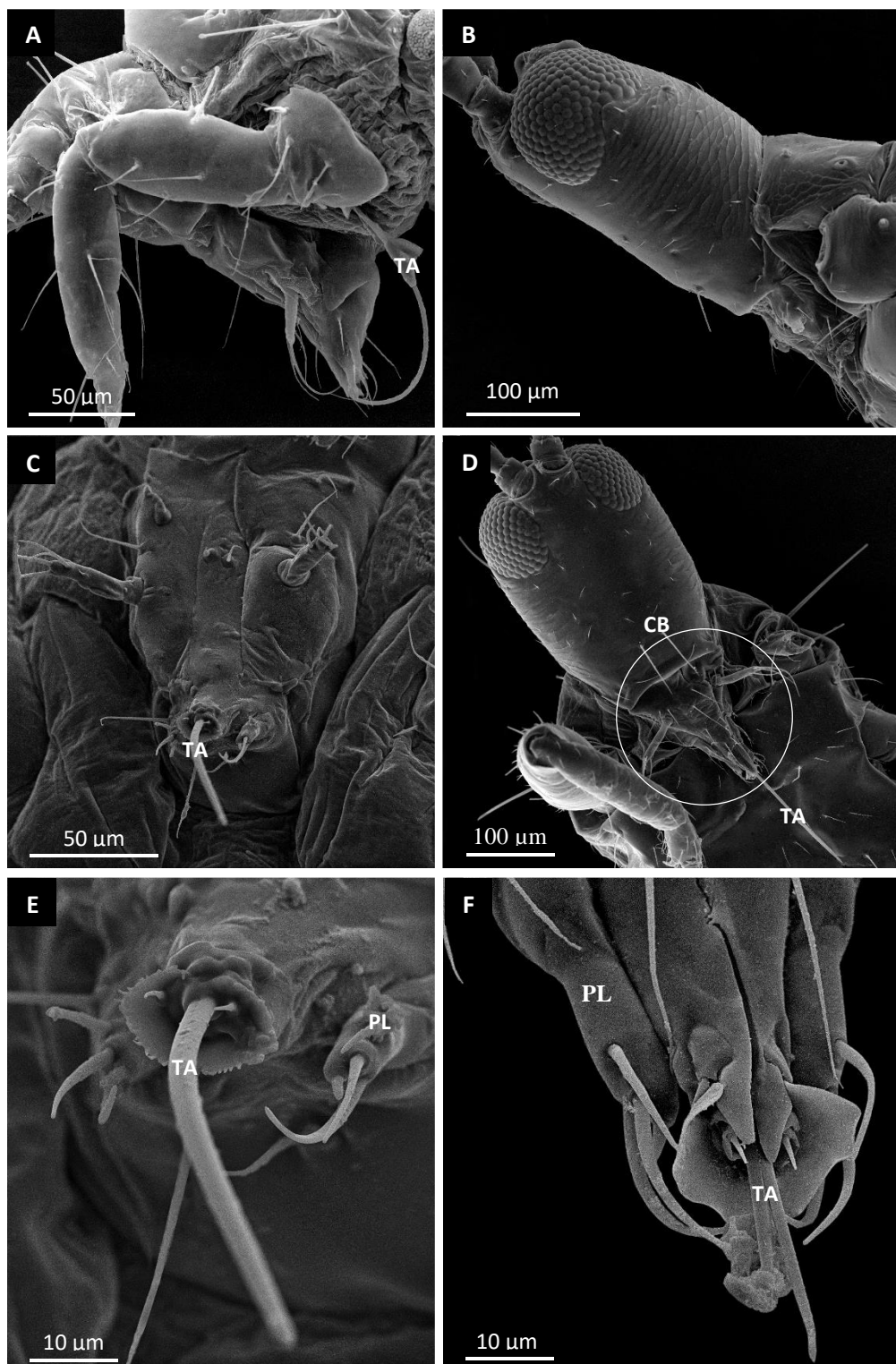


Figura 5. Morfologia do aparelho bucal do *Pseudophilothrips adisi*: vista lateral e frontal da larva (A, C e E) e do adulto (B, D e F). Legenda: CB – cone bucal, TA – tubo de alimentação, PL – palpos labiais pareados.



O estilete mandibular esquerdo está inserido na região entre a frente e o clipeo, possui forma cilíndrica que se afila em sua extremidade e não apresenta abertura detectável ao longo do seu comprimento. As características morfológicas dos estiletes

maxilares e mandibular do *P. adisi* são similares às descritas para as larvas de *Haplothrips verbasci* (Osborn) (Heming, 1978).

Mound (1970 e 2005) cita que as espécies de Phlaeothripidae possuem os estiletes maxilares longos e profundamente retraídos à cabeça, enquanto nas espécies de Terebrantia, as maxilas são curtas e sua retração está restrita à região do cone bucal. A união dos estiletes maxilares para formar o tubo de alimentação é descrita por Heming (1993) e Mound (2005) como um sistema de ranhaduras, semelhantes a dedos que unem os ápices destes estiletes, com uma abertura de alimentação subterminal pelo qual o alimento é obtido.

De acordo com Denmark *et al.* (2005) e Seddigh Bandani (2012), o *Gynaikothrips ficorum* (Marchal) e o *Haplothrips tritici* Kurdjumov utilizam a mandíbula para raspar a superfície foliar, respectivamente. Entretanto, os experimentos conduzidos por Heming (1978) com *H. verbasci* e Chisholm e Lewis (1984) com *Limothrips cerealium* (Hal.) determinaram que a função do estilete mandibular está associada à perfuração da superfície foliar para a introdução do tubo alimentar.

As observações da morfologia do aparelho bucal do *P. adisi* revelaram que estes não apresentam estruturas capazes de raspar a superfície foliar para alimentação, sua função está associada à perfuração da superfície foliar para introdução do tubo de alimentação. Similar ao observado por Heming (1978) para o *H. verbasci* e por Chisholm e Lewis (1984) para o *Limothrips cerealium* (Hal.).

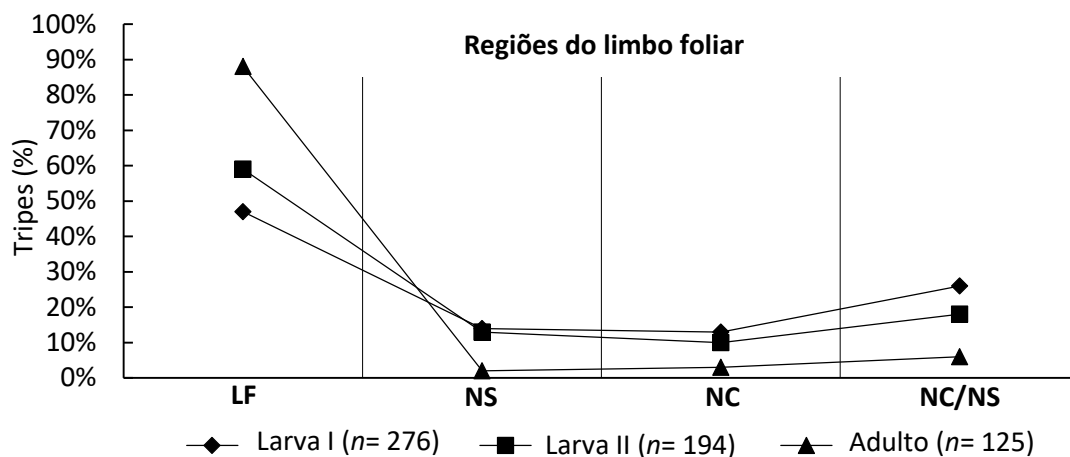
As larvas e os adultos do tripses *P. adisi* foram observados em folíolos jovens do guaranazeiro. A preferência por folhas jovens também foi observada para o *Pseudophilothrips ichini* (Hood) (Cuda *et al.*, 2009) e *Haplothrips heliotropica* Mound e Zapater (Mound e Zapater, 2003). Insetos herbívoros, principalmente os de tamanho diminuto, possuem preferência por folhas jovens devido serem constituídas por tecidos tenros e apresentarem alto teor de nutrientes (Cízek, 2005; Schuman e Baldwin, 2016), embora possuam níveis superiores de compostos secundários quando comparados às folhas maduras (Meldau *et al.*, 2012).

As observações em campo revelaram que as larvas I, larva II e os adultos do *P. adisi* exploram preferencialmente a face abaxial do limbo foliar, 94%, 100% e 100%, respectivamente ($n=150$). Nesse contexto, a alta densidade de tricomas presentes nessa face conferem vantagens aos indivíduos de *P. adisi* por proporcionar refúgio para as larvas e adultos contra predadores e fatores abióticos. Portanto, os efeitos deletérios causados pelos tricomas como a interferência no comportamento alimentar, oviposição,

nutrição e locomoção de insetos-praga (Bernays e Chapman, 1994) não se aplicam à espécie *P. adisi*.

Os espécimes *P. adisi* foram observados principalmente na lâmina foliar, entre as nervuras e em menor quantidade nos limites das nervuras secundárias e centrais, conforme a Figura 6.

Figura 6. Alimentação do *Pseudophilothrips adisi* na lâmina foliar (LF), nervura secundária (NS), nervura central (NC) e na convergência entre as nervuras secundária e central (NS/NC).

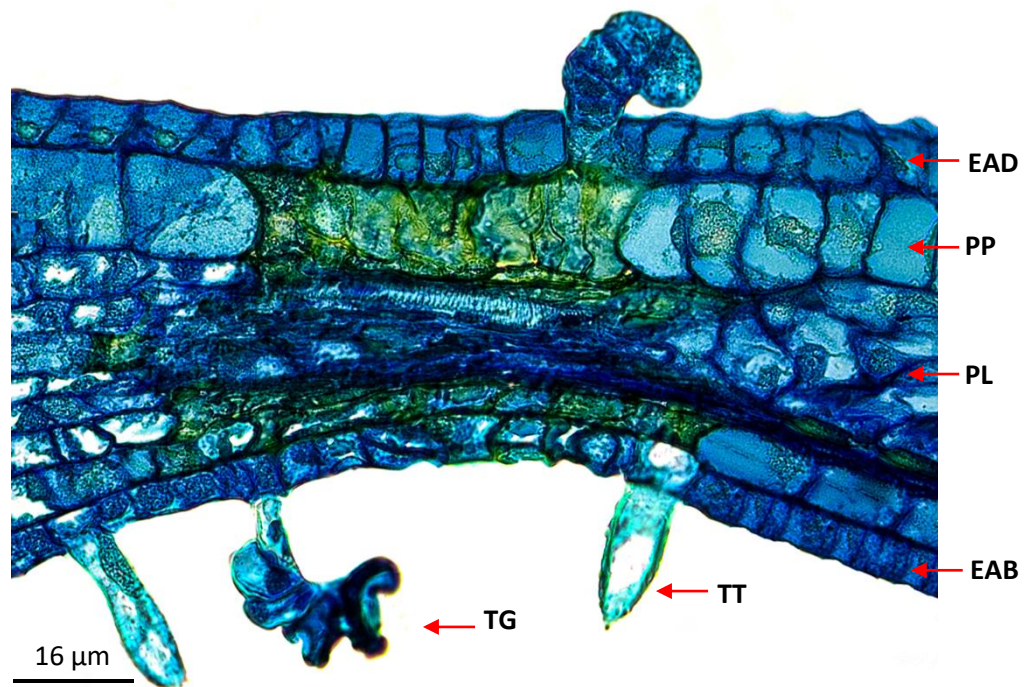


As nervuras centrais e secundárias são utilizadas pelo tripes-do-guaranazeiro como proteção contra os fatores abióticos e bióticos, evidenciando o hábito críptico das larvas e adultos, conforme mencionado por Tavares e Garcia (2009).

As observações anatômicas do folíolo atacado pelo tripes-do-guaranazeiro apontam que as larvas e os adultos utilizam o estilete mandibular para perfurar a epiderme abaxial e acessar o mesófilo foliar para a aquisição do alimento. De acordo com Heming (1978) e Mound (2005), os tripes succionam o conteúdo celular do mesófilo foliar. Entretanto, há pouca informação disponível sobre o local preciso da alimentação (Mound e Teulon 1995; Kim *et al.*, 2019).

As observações histológicas dos folíolos jovens de guaranazeiro atacados pelas larvas e adultos do *P. adisi* revelaram o colapso das células das camadas do parênquima lacunoso e dos feixes vasculares (Figura 7). Assim, o *P. adisi* comprovadamente tem seu sítio de alimentação na camada de células do parênquima lacunoso e dos feixes vasculares.

Figura 7. Herbivoria do *Pseudophilothrips adisi*. Legenda: EAD – epiderme adaxial; EAB – epiderme abaxial; PP – parênquima paliçádico; PL – parênquima lacunoso; TT – tricoma tector; TG – tricoma glandular.



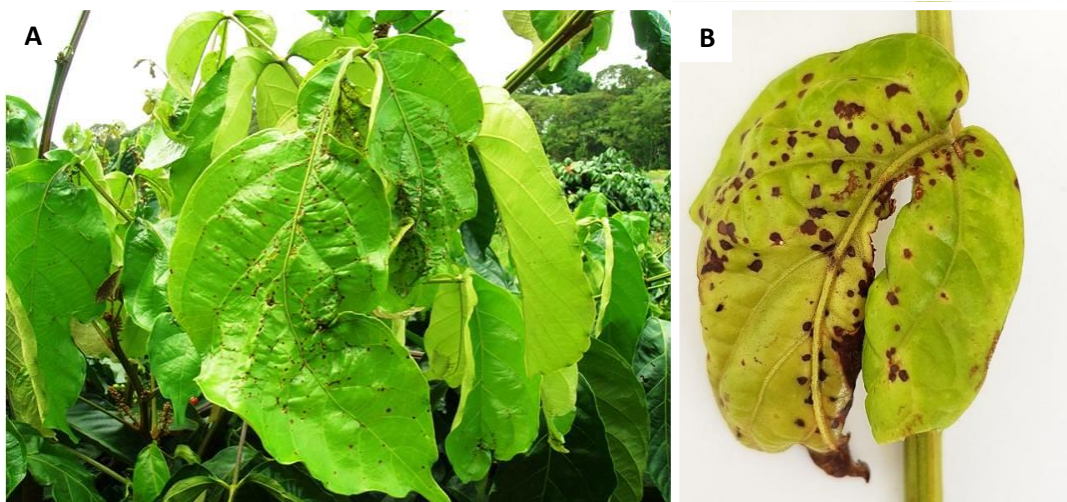
A literatura disponível sugere que o sítio alvo de alimentação das espécies da ordem Thysanoptera pode variar amplamente. Os autores Lapietra e Allegro (1984), Cappellozza e Miotto (1987), Trdan *et al.* (2005), Seddigh Bandani (2012), Sathe e Mithari (2015), Aravintharaj *et al.* (2020), Deka (2020) mencionam que as espécies *Lispthrips crassipes* Jabl., *Pseudodendrothrips mori* (Niwa), *H. tritici*, *Parthenothrips dracaenae* (Heeger), *Thrips tabaci* Lindeman, *Thrips palmi* Karny e *Scirtothrips dorsalis* Hood, respectivamente, são sugadoras de seiva.

Em contraste, Krishna Kumar *et al.* (1995) e Kindt *et al.* (2003) descreveram o *Frankliniella occidentalis* (Pergande) como picador-sugador do conteúdo celular das camadas epidérmicas, do parênquima paliçádico e lacunoso do limbo foliar de espécies do gênero *Lycopersicon* e da pimenteira *Capsicum annum* L. cv. Mazurka. Enquanto Kucharczyk *et al.* (2019) menciona que a espécie *Thrips nigropilosus* Uzel, suga o conteúdo celular do parênquima paliçádico e esponjoso sem causar danos aos feixes vasculares.

A alimentação do *P. adisi* resultou no aparecimento de injúrias expressas por pontuações na face superior do limbo foliar que se tornam escuras ao longo do tempo

(Figura 8-A e B). Em ataques massivos, as pontuações se unificam formando áreas necrosadas e o encarquilhamento do limbo foliar (Figura 8-A).

Figura 8. Foliolos do guaranazeiro com injúrias provocadas pela herbivoria do *Pseudophilothrips adisi*: folíolos encarquilhados (A) e com áreas necrosadas (B).



As observações da localização das injúrias provocadas pelo *P. adisi* sob o folíolo jovem do guaranazeiro constitui a formação de uma depressão na superfície adaxial, devido o esvaziamento das células do parênquima lacunoso e a injeção de enzimas digestivas, uma vez que o processo de obtenção de alimento é extraoral. Entretanto, não foram observadas alterações anatômicas nas células da epiderme adaxial e abaxial, exceto pelo local de inserção dos estiletes do aparelho bucal nessa última.

De acordo com Etebari *et al.* (2004), os trips ao se alimentarem formam numerosas e pequenas pontuações e ataques severos provocam mudanças morfofisiológicas nas folhas, nas quais o processo de evaporação é acelerado em função dos danos causados na sua superfície, principalmente se expostas a altas temperaturas.

As observações realizadas por Wardle e Simpson (1927) sob folhas de diferentes hospedeiros atacados pelo *T. tabaci*, com experimentos adicionais que tinham o objetivo de simular a origem dessas injúrias, constataram que o aparecimento das pontuações não está associado a uma deposição na cutícula, à exsudação endurecida de seiva ou de saliva, mas por alterações celulares abaixo da camada epidérmica.

O estudo realizado por McKenzie *et al.* (1993) relevou que o ato de alimentação do *T. tabaci* sob folhas de cebola resultou em ruptura e fissuras da cutícula da cebola. Em contraste, Kindt *et al.* (2003) e Kucharczyk *et al.*, (2022) observaram alterações

significativas na camada epidérmica devido à sucção do citoplasma das células que compõem essa camada.

A camada do parênquima paliádico foi afetada indiretamente pela alimentação do *P. adisi*, suas células apresentaram sinuosidades nas paredes anticlinais e alteração na coloração celular em razão da injeção de enzimas salivares.

O processo de alimentação dos Heteroptera resulta em malformação e necrose dos tecidos da planta (Schaefer e Panizzi, 2000). De acordo com Backus *et al.* (2005), o dano direto é devido a lesões mecânicas causadas pelo movimento dos estiletos, bem como lesões químicas causadas por enzimas salivares que são depositadas ou se espalham pelos tecidos circundantes afetando a condição fisiológicas da planta (Backus *et al.*, 2005b).

Segundo Hunter e Ullman (1989), a ação alimentar de *Terebrantia* resulta em necrose do tecido foliar, enquanto Raman (2011) menciona que a alimentação de alguns Tubulifera resulta na formação de galhas.

A saliva é secretada para a supressão e desintoxicação das respostas de defesa da planta e digestão extraoral dos tecidos vegetais (Stafford-Banks *et al.*, 2014). A salivação foi observada diretamente antes e durante alguns tipos específicos de comportamentos alimentares de tripes, mas provavelmente desempenha um papel no início de todos os tipos de comportamentos de sondagem (Stafford *et al.*, 2011).

De acordo com (Heming, 1978) e Kirk (1997), a saliva aquosa das espécies de *Thrips* se difunde pelas células vegetais e desempenha um papel na lubrificação das peças bucais, digestão extraoral do conteúdo celular e componente estrutural na prevenção das respostas de defesa da planta. De acordo com Raman (2011), a química salivar altera o equilíbrio hormonal no hospedeiro, desencadeando o desenvolvimento de galhas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do comportamento alimentar do *P. adisi* proporcionou informações significativas sobre suas características morfológicas e comportamentais, bem como os efeitos resultantes no tecido foliar da planta hospedeira.

A anatomia dos folíolos do guaranazeiro revelou uma estrutura complexa, com diversas camadas celulares desempenhando papéis específicos na proteção e suporte da planta. Essa organização anatômica fornece uma base sólida para o comportamento de alimentação do *P. adisi*, onde o inseto utiliza seus estiletos mandibulares e maxilares

para perfurar e acessar as camadas de parênquima lacunoso e feixes vasculares. A alimentação resultou no aparecimento de injúrias visíveis na superfície foliar, incluindo pontuações e áreas necrosadas. Em adição, as características anatômicas dos folíolos do guaranazeiro desempenharam um papel determinante na preferência do *P. adisi* pela face abaxial do limbo foliar.

Em suma, este estudo oferece uma visão abrangente do comportamento alimentar do *P. adisi* e interações com o guaranazeiro. Essas informações são fundamentais para o desenvolvimento de abordagens de manejo eficientes, visando minimizar os impactos das pragas nos cultivos de guaranazeiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adis, J.; Fonseca O.J.M.; Zur Strassen, R. 1984. Um trips como causador de superbrotamento em guaraná. *Anais do 1º Simpósio brasileiro do guaraná*, Manaus, EMBRAPA-UEPAE.
- Aravintharaj, R.; Asokan, R.; Roy, T. K. 2020. First report on honeydew excretion by the melon thrips, *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) and its biochemical analysis. *Journal of Horticultural Sciences*, 15(2): 229-232.
- Areia, C.A. 1966. Anatomia da folha do guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke). *Rodriguésia*, 25(37): 297-312.
- Atroch, A.L.; Nascimento Filho, F.J. 2018. Guarana - *Paullinia cupana* Kunth var. *sorbilis* (Mart.) Ducke. In: *Exotic Fruits*. Academic Press, 225-236. DOI: doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00029-0
- Batista, M.F. 1983. Doenças do Guaranazeiro. Circular técnica nº 9, Embrapa.
- Bernays, E.A.; Chapman, R.E. 1994. Behavior: the process of host-plant selection. *Host-plant selection by phytophagous insects*, 95-165.
- Buckman, R.S.; Mound, L.A.; Whiting, M.F. 2013. Phylogeny of thrips (Insecta: Thysanoptera) based on five molecular loci. *Systematic Entomology*, 38(1): 123-133.
- Cappellozza, L.; Miotto, F. 1987. Observations on the bio-ethological behaviour of *Pseudodendrothrips mori* (Niwa) (Thysanoptera Terebrantia) in some zones of Italy. *Redia*, 70: 523-533.

- Chisholm, I.F.; Lewis, T. 1984. A new look at thrips (Thysanoptera) mouthparts, their action and effects of feeding on plant tissue. *Bulletin of entomological research*, 74(4): 663-675. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/s0007485300014048>
- Cízek, L. 2005. Diet composition and body size in insect herbivores: Why do small species prefer young leaves?. *European Journal of Entomology*, 102(4): 675.
- Corrêa, P.G.; Pimentel, R.M.D.M.; Cortez, J.S.D.A.; Xavier, H.S. 2008. Herbivoria e anatomia foliar em plantas tropicais brasileiras. *Ciência e Cultura*, 60(3): 54-57.
- Cuda, J.P.; Medal, J.C.; Gillmore, J.L.; Habeck, D.H.; Pedrosa-Macedo, J.H. 2009. Fundamental host range of *Pseudophilothrips ichini* (Thysanoptera: Phlaeothripidae): a candidate biological control agent of *Schinus terebinthifolius* (Sapindales: Anacardiaceae) in the United States. *Environmental Entomology*, 38(6): 1642-1652.
- Deka, B.; Babu, A.; Sarkar, S. 2020. *Scirtothrips dorsalis*, Hood (Thysanoptera: Thripidae): A major pest of tea plantations in North East India. *J. Entomol. Zool. Stud*, 8:1222-1228.
- Denmark, H.; Thomas, R.; Funderburk, E. 2005. Cuban Laurel Thrips, *Gynaikothrips ficorum* (Marchal) (Insecta: Thysanoptera: Phlaeothripidae). *DPI Entomology Circular*, 59.
- Embrapa, 2017. Melhoramento genético (<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/26191362/melhoramento-genetico-aumenta-em-ate-sete-vezes-a-produtividade-do-guarana-no-amazonas>). Acesso: 05/04/2022.
- Etebari, K.; Bizhannia, A.R. 2006. Effects of thrips (*Pseudodendrothrips mori* Niwa) infested mulberry leaves on silkworm growth and commercial cocoon parameters. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 4(1): 31-37.
- Garcia, M.V.B.; Tavares, A.M.; Krug, C.; Gomes, F.B. 2016. Guaraná. In: Silva, N.M.; Adaime, R.; Zucchi, R.A. (Eds.). *Pragas Agrícolas e Florestais na Amazônia*, Embrapa, Brasília, 190-199.
- Heming, B.S. 1978. Structure and function of the mouthparts in larvae of *Haplothrips verbasci* (Osborn) (Thysanoptera, Tubulifera, Phlaeothripidae). *Journal of morphology*, 156(1): 1-37. DOI: <https://doi.org/10.1002/jmor.1051560102>
- Heming, B.S. 1993. Structure, function, ontogeny, and evolution of feeding in thrips (Thysanoptera). *Functional morphology of insect feeding*, 3-41.
- Hu, Q.; Li, W.; Feng, J. 2020. Morphology, distribution, ultrastructure, and possible function of the external sensilla on antennae and mouthparts of Echinothrips

- americanus Morgan (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 23(2): 599-605.
- Hunter, W.B.; Ullman, D.E. 1989. Analysis of mouthpart movements during feeding of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and *F. schultzei* Trybom (Thysanoptera: Thripidae). *International journal of insect morphology and embryology*, 18(2-3): 161-171.
- Hunter, W.B.; Ullman, D.E. 1992. Anatomy and ultrastructure of the piercing-sucking mouthparts and paraglossal sensilla of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *International Journal of Insect Morphology and Embryology*, 21(1): 17-35.
- IBGE, 2021. Produção de guaraná (<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/guarana/br>). Acesso: 10/05/2022
- IDAM, 2020. Cultura do guaraná: boas práticas de produção sustentável no Amazonas (<http://www.idam.am.gov.br/cultura-do-guarana/>). Acesso em: 12/12/2022.
- Kim, J.C.; Lee, M.R.; Kim, S.; Lee, S.J.; Park, S.E.; Baek, S.; Kim, J.S. 2019. Long-term storage stability of *Beauveria bassiana* ERL836 granules as fungal biopesticide. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 22(2): 537-542.
- Kindt, F.; Joosten, N.N.; Peters, D.; Tjallingii, W.F. 2003. Characterisation of the feeding behaviour of western flower thrips in terms of electrical penetration graph (EPG) waveforms. *Journal of Insect Physiology*, 49(3): 183-191. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-1910\(02\)00255-X](https://doi.org/10.1016/S0022-1910(02)00255-X)
- Kirk, W. D. J. 1997. Distribution, abundance and population dynamics. In: *Thrips as Crop Pests* (T. Lewis ed.). CAB International, Oxon, New York, p. 217-257.
- Krishna Kumar, N.K.; Ullman, D.E.; Cho, J.J. 1995. Resistance among *Lycopersicon* species to *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology*, 88(4): 1057-1065.
- Kucharczyk, H.; Kucharczyk, M.; Tchórzewska, D. 2022. The life cycle of *Ctenothrips distinctus* (UZEL, 1895) (Insecta: Thysanoptera) and its influence on the host plant *Convallaria majalis* L. *Folia Biologica (Kraków)*, 70(4): 185-200.
- Kucharczyk, H.; Kucharczyk, M.; Winiarczyk, K.; Lubiarski, M.; Tchórzewska, D. 2019. Effects of temperature on the development of *Thrips nigropilosus* Uzel (Thysanoptera: Thripidae) on *Mentha piperita* L. and the impact of pest on the host plant. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 18(3), 219-233.

- Lapietra, G.; Allegro, G. 1984. A new sap-sucking insect on Poplar in North Italy: *Lispthrips crassipes* Jabl. (Thysanoptera, Phloeothripidae). *International Poplar Commission*.
- Lovatto, P.B.; Schiedeck, G.; Garcia, F.R.M. 2012. A interação co-evolutiva entre insetos e plantas como estratégia ao manejo agroecológico em agroecossistemas sustentáveis. *Interciência*, 37(9): 657-663. ISSN: 0378-1844
- McKenzie, C.L.; Cartwright, B.; Miller, M.E.; Edelson, J.V. 1993. Injury to onions by *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) and its role in the development of purple blotch. *Environmental entomology*, 22(6): 1266-1277.
- Medri, M.E.; Lleras, E. 1980. Aspectos da anatomia ecológica de folhas de *Hevea brasiliensis* Müell. Arg. *Acta Amazonica*, 10(3): 463-493.
- Meldau, S.; Erb, M.; Baldwin, I.T. 2012. Defence on demand: mechanisms behind optimal defence patterns. *Annals of botany*, 110(8): 1503-1514.
- Mound, L. A.; Teulon, D. A. (1995). Thysanoptera as phytophagous opportunists. In *Thrips biology and management*. Boston, MA, Springer US, p: 33-19.
- Mound, L.A. 1970. Convolute maxillary stylets and the systematics of some Phlaeothripine Thysanoptera from Casuarina trees in Australia. *Australian Journal of Zoology*, 18(4): 439-463.
- Mound, L.A. 1971. The complex of Thysanoptera in rolled leaf galls on Geijera. *Australian Journal of Entomology*, 10(2): 83-97
- Mound, L.A. 2005. Thysanoptera: Diversity and interactions. *Annual Review of Entomology*, 50: 247-269.
- Mound, L.A.; Zapater, M.C. 2003. South American *Haplothrips Species* (Thysanoptera: Phlaeothripidae), with a new species of biological control interest to Australia against weedy *Heliotropium amplexicaule* (Boraginaceae). *Neotropical Entomology*, 32: 437-442.
- Nina, N.V.D.S.; Schimpl, F.C.; Nascimento Filho, F.J.D.; Atroch, A.L. 2021. Phytochemistry divergence among guarana genotypes as a function of agro-industrial characters. *Crop science*, 61(1): 443-455. DOI: <https://doi.org/10.1002/csc2.20331>
- Pereira, J.C.R. 2005. Cultura do guaranazeiro no Amazonas. ISBN 1679-8880
- Peterson, A. 1915. Morphological studies on the head and mouth-parts of the Thysanoptera. *Annals of the Entomological Society of America*, 8(1): 20-66.

- Polilov, A.A.; Shmakov, A.S. 2016. The anatomy of the thrips *Heliothrips haemorrhoidalis* (Thysanoptera, Thripidae) and its specific features caused by miniaturization. *Arthropod structure & development*, 45(5): 496-507.
- Raman, A. 2011. Morphogenesis of insect-induced plant galls: facts and questions. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 206(6): 517-533.
- Sathe, T.V.; Mithari, P. 2015. Occurrence and hosts for a destructive *Thrips tabaci* Lind (Thysanoptera: Thripidae). *International Journal of Recent Scientific Research*, 6(4): 2670-2672.
- Schaefer, C. W., & Panizzi, A. R. 2000. *Heteroptera of economic importance*. CRC press.
- Schuman, M. C.; Baldwin, I. T. 2016. The layers of plant responses to insect herbivores. *Annual review of entomology*, 61: 373-394.
- Schuman, M. C.; Baldwin, I. T. 2016. The layers of plant responses to insect herbivores. *Annual review of entomology*, 61: 373-394.
- Seddigh, S.; Bandani, A.R. 2012. Comparison of α and β -galactosidase activity in the three cereal pests, *Haplothrips tritici* Kurdjumov (Thysanoptera: Phlaeothripidae), *Rhopalosiphum padi* L. (Hemiptera: Aphididae) and *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae). *Mun Ent Zool*, 7, 904-908.
- Seddigh, S.; Bandani, A.R. 2012. Comparison of α and β -galactosidase activity in the three cereal pests, *Haplothrips tritici* Kurdjumov (Thysanoptera: Phlaeothripidae), *Rhopalosiphum padi* L. (Hemiptera: Aphididae) and *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae). *Mun Ent Zool*, 7, 904-908.
- Somner, G.V.; Giulietti, A.M. 2001. *Paullinia* L. (Sapindaceae): morfologia, taxonomia e revisão de *Paullinia* sect. *Phygoptilon*
- Stafford, C.A.; Walker, G.P.; Ullman, D.E. 2011. Infection with a plant virus modifies vector feeding behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(23): 9350-9355.
- Stafford-Banks, C.A.; Rotenberg, D.; Johnson, B.R.; Whitfield, A.E.; Ullman, D.E. 2014. Analysis of the salivary gland transcriptome of *Frankliniella occidentalis*. *PloS one*, 9(4): e94447.

- Tavares, A.M.; Garcia, M.V.B. 2009. Tripes do guaranazeiro: *Liothrips adisi* zur Strassen, 1977 (Thysanoptera: Phlaeothripidae, Phlaeothripinae). *Embrapa Amazônia Ocidental-Documentos (INFOTECA-E)*. ISBN: 1571-3135
- Tavares, A.M.; Garcia, M.V.B.; Nascimento Filho, F.J. 2007. Tripes do guaranazeiro: estado atual e perspectivas. *Embrapa Amazônia Ocidental*, Circular Técnico nº 52, novembro de 2007. 4p. ISBN: 1517-3887
- Trdan, S.; Jović, M.; Andjus, L. 2005. *Palm thrips, Parthenothrips dracaenae* (Heeger) (Thysanoptera: Thripidae), in Slovenia: still a pest of minor importance?. *Acta agriculturae Slovenica*, 85, 211-217.
- Ullman, D.E.; Westcot, D.M.; Hunter, W.B.; Mau, R.F. 1989. Internal anatomy and morphology of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) with special reference to interactions between thrips and tomato spotted wilt virus. *International Journal of Insect Morphology and Embryology*, 18(5-6): 289-310.
- Vidal, M.S.C. 2005. Diagnóstico socioeconômico da cultura do guaraná. Maués: Prefeitura Municipal: embr: AmBev, 83p.
- Wardle, R.A.; Simpson, R. 1927. The biology of thysanoptera with reference to the cotton plant: 3. The relation between feeding habits and plant lesions. *Annals of Applied Biology*, 14(4): 513-528.
- Wiesenborn, W. D.; Morse, J. G. 1988. The mandible and maxillary stylets of *Scirtothrips citri* (Moulton) (Thysanoptera: Thripidae). *Pan-Pacific Entomologist*, 64: 39-42.

Capítulo 2

Dinâmica populacional e identificação do local de pupação do *Pseudophilothrips adisi* (zur Strassen) (Thysanoptera)

Manuscrito em preparação para submissão na Acta Amazonica

Dinâmica populacional e identificação do local de pupação do *Pseudophilothrips adisi* (zur Strassen) (Thysanoptera)

Julliane da Silva FONTES ¹, Beatriz RONCHI TELES ², Adauto Maurício TAVARES ³, Élisson Fabrício Bezerra de LIMA ⁴

¹ Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Entomologia), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 69.067-375, Manaus-AM, Brasil.

² Coordenação de Biodiversidade, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 69.067-375, Manaus-AM, Brasil

³ Departamento de Entomologia Agrícola, Embrapa Amazônia Ocidental, 69.010-970, Manaus-AM, Brasil.

⁴ Universidade Federal do Piauí, Campus Amílcar Ferreira Sobral, 64808-605, Floriano-PI, Brasil.

Correspondência do autor: jullianefontes@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4707-013X>

RESUMO: O *Pseudophilothrips adisi* (zur Strassen) (Tubulifera, Phlaeothripidae) é a única espécie de Arthropoda causadora de danos econômicos aos plantios de guaranazeiro. O conhecimento do local de pupação e dinâmica populacional dessa espécie é essencial para a identificação de parâmetros de interesse econômico e subsequente composição de estratégias de controle. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar o comportamento do estágio de pupal do tripes-do-guaranazeiro e sua dinâmica populacional relacionada aos fatores abióticos e fenologia do hospedeiro. As larvas II foram observadas se alimentando intensamente na face abaxial de folíolos jovens do guaranazeiro. A pupação ocorreu no solo, com as larvas maduras caindo dos folíolos para a liteira, onde permaneceram antes de mudar para o estágio de pupa. O *P. adisi* pupa no estrato da liteira composto por matéria orgânica em avançado estado de decomposição misturado com solo. A fase edáfica desse inseto corresponde a 20% do seu ciclo de vida. Foi observada a presença de adultos tenerais nos diferentes estratos da liteira, com deslocamento para as estruturas aéreas do hospedeiro. A dinâmica populacional de pupas e adultos exibiu flutuações semelhantes ao longo do ano, com picos populacionais durante a floração do guaranazeiro e declínio durante a fase de frutificação e vegetativa. Fatores abióticos, como temperatura do ar, pluviosidade e umidade relativa, não apresentaram correlação significativa com a população de pupas. No entanto, a temperatura do solo mostrou correlação positiva.

PALAVRAS-CHAVE: pupas, hábitat no solo, fenologia do hospedeiro, fatores abióticos.

ABSTRACT: The *Pseudophilothrips adisi* (zur Strassen) (Tubulifera, Phlaeothripidae) is the only species of Arthropoda that causes economic damage to guava tree plantations. Knowledge of the pupation site and population dynamics of this species is essential for identifying economically important parameters and subsequent development of control strategies. In this context, the present study aimed to characterize the pupal stage behavior of the guava thrips and

its population dynamics in relation to abiotic factors and host phenology. Second instar larvae were observed feeding intensely on the abaxial surface of young guava leaflets. Pupation occurred in the soil, with mature larvae dropping from the leaflets to the leaf litter, where they remained before transitioning to the pupal stage. *P. adisi* pupates within the leaf litter layer composed of highly decomposed organic matter mixed with soil. The subterranean phase of this insect corresponds to 20% of its life cycle. The presence of teneral (immature adults) was observed in different layers of the leaf litter, with movement to the aerial structures of the host. The population dynamics of pupae and adults exhibited similar fluctuations throughout the year, with population peaks during guava flowering and a decline during the fruiting and vegetative phase. Abiotic factors such as air temperature, rainfall, and relative humidity did not show a significant correlation with pupal population. However, soil temperature showed a positive correlation.

KEY-WORDS: pupae, soil habitat, host phenology, abiotic factors.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o único produtor comercial de guaraná do mundo, atendendo às demandas nacionais e internacionais por este insumo (Pereira, 2005). A produção do guaranazeiro apresenta grande importância econômica e social para o país, especialmente para a Região Amazônica (Nascimento Filho *et al.*, 2004).

Os fatores relacionados à fitossanidade têm interferido na produtividade dos guaranazeiros no estado do Amazonas (Morais *et al.*, 2019), sendo a herbivoria do *Pseudophilothrips adisi* (zur Strassen, 1978) (Thysanoptera, Phlaeothripidae) o principal causador de danos econômicos aos plantios dessa região (Tavares *et al.*, 2007).

Popularmente conhecido como tripes-do-guaranazeiro (Tavares e Garcia, 2009), esse inseto foi observado pela primeira vez em plantações ao longo da rodovia Manaus – Boa Vista (BR 174) em 1976 (Adis, 1977). Em estudos iniciais realizados por Garcia *et al.* (1995) foram efetuadas observações da bioecologia do tripes-do-guaranazeiro em condição de campo com o objetivo de definir métodos de controle para esta espécie de importância agrícola.

Os ovos, larvas e adultos de *P. adisi* são encontrados sob os folíolos jovens do guaranazeiro (Garcia *et al.*, 1995) e outras estruturas com tecidos tenros (Tavares *et al.*, 2007). Entretanto, indivíduos da fase pupal (pré-pupa, pupa I e pupa II) não foram observados nas partes aéreas do hospedeiro (Garcia *et al.*, 1995; Tavares *et al.*, 2003).

De acordo com Gaum *et al.* (1994), larvas maduras das espécies de Thysanoptera cessam a alimentação, esvaziam o canal alimentar e selecionam o local adequado para

pupação. Algumas espécies pupam nas partes aéreas das plantas hospedeiras (Lewis, 1973; Helyer *et al.*, 1995; Coville e Allen, 1997; Jacobson, 1997; Bennison *et al.*, 2004; Deligeorgidis e Ipsilandis, 2004; Buitenhuis e Shipp, 2008). Em outras espécies de tripes, a maioria das larvas II, no final de seu estágio, migram para o solo para realizar a muda para o estágio pupal (Bryan e Smith, 1956; Arzone *et al.*, 1989; Palmer, 1989; Helyer *et al.*, 1995; Tommasini e Maini, 1995; Kirk, 1996; Berndt *et al.*, 2004; Wiethoff *et al.*, 2004).

O manejo das populações de tripes de importância agrícola depende principalmente do uso de produtos químicos sintéticos que visam atingir os estágios de ovos, larvas e adultos presentes nas partes aéreas da planta hospedeira (Li *et al.*, 2021). Embora seja um método de controle de populações de insetos com consequências nocivas amplamente conhecidas e se tornando ineficientes em razão do surgimento de resistência (Huseth *et al.*, 2016), sendo ineficaz contra os instares pupais que habitam no solo (Cloyd, 2019).

Assim, diversos estudos exploram alternativas aos inseticidas químicos, dentre as quais o uso de inimigos naturais para o controle do estágio pupal de espécies de Thysanoptera que ocorrem no solo (Premachandra *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2017; Cloyd, 2019; Castro-López *et al.*, 2021; Gulzar *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2021).

Um fator essencial para o controle de espécies de importância econômica é a compreensão das variáveis ambientais que possuem influência sobre as mudanças populacionais dos Thysanoptera. De acordo com Manjunatha *et al.* (2018), o conhecimento da dinâmica populacional e sua correlação com os fatores abióticos e bióticos permite a identificação da incidência e abundância de tripes no ano agrícola.

As variáveis meteorológicas como precipitação, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, têm sido relatadas como fatores importantes que afetam o número de pragas (Ananthakrishnan, 1993; Kirk, 1997). Conforme Manjunatha *et al.* (2018), a identificação de fatores que influenciam na flutuação da população de espécies consideradas pragas contribui com a previsão de picos populacionais e a utilização de manejos.

Entretanto, para o tripe *P. adisi*, muitas informações sobre sua bioecologia permanecem desconhecidas, embora sejam imprescindíveis para a identificação de parâmetros de interesse econômico e subsequente composição de estratégias de controle (Senra *et al.*, 2008).

Assim, o conhecimento do comportamento do estágio de pupa da espécie *P. adisi* é fundamental para a elaboração de estudos com aplicação do controle biológico de inimigos naturais presentes no solo. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar o comportamento do estágio de pupa do tripses-do-guaranazeiro e sua dinâmica populacional relacionada a fatores abióticos e bióticos.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Entomologia e na área do Banco Ativo de Germoplasma de Guaranazeiro (BAG) do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (CPAA) da Embrapa Amazônia Ocidental, localizada no km 29 da rodovia AM-010, Manaus, Amazonas (2°53'29.19" S/59°58'40.58" O).

Os folíolos do guaranazeiro *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke e as larvas de segundo instar do *P. adisi* foram obtidos de plantas da variedade BRS-871. Foram coletadas as estruturas do guaranazeiro (folíolos, botões florais, gemas apicais e laterais) como fonte de obtenção de larvas de segundo instar do tripses *P. adisi*, armazenadas em recipiente plástico e conduzidas ao Laboratório de Entomologia.

No laboratório, foi realizada a triagem dos espécimes e isolamento das larvas II em placas de Petri. Estas foram armazenadas em estufa incubadora *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) a 25 °C ± 1 °C, 70% ± 10% de UR e fotoperíodo de 12h.

Observação do local de pupação

As condições do guaranazeiro em campo foram simuladas em ambiente controlado em laboratório. Para isso, foram utilizados recipientes de vidro (20 cm x 10 cm) contendo em seu interior uma camada de folhiços em sua base, simulando a liteira presente sob a copa do guaranazeiro.

Nesse recipiente, foram colocadas folhas jovens de guaranazeiro suspensas pelo pecíolo à borda superior com o uso de barbante e adicionados em cada folíolo grupos de cinco espécimes de tripses no estágio de larva II (Figura 1). O recipiente foi fechado com tecido e armazenado em B.O.D. Foram realizadas observações a cada 12h para avaliar o comportamento das larvas II e o processo de pupação.

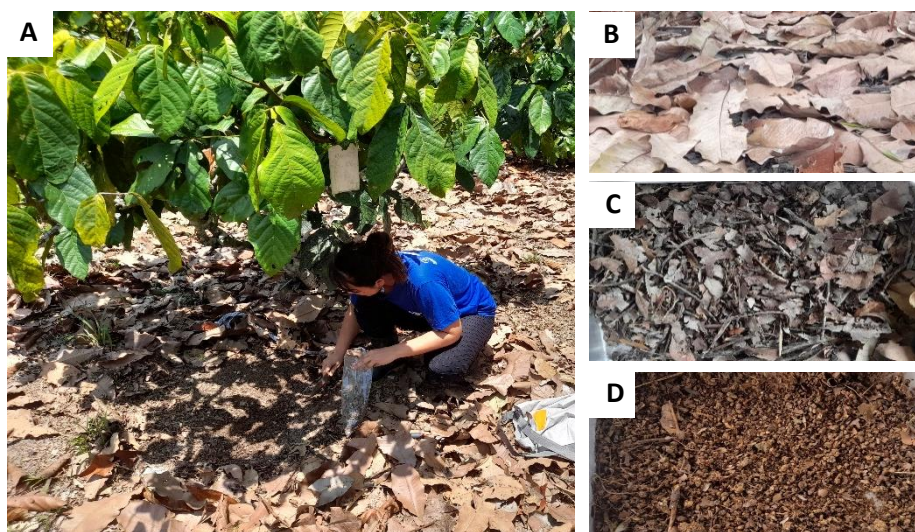
Figura 1. Recipiente para observação do local de pupação.



Triagem dos estratos da liteira

Em campo, sob a copa do guaranazeiro foram delimitadas áreas com dimensões 63 cm x 44 cm com o objetivo de coletar os diferentes estratos da liteira. As folhas secas (estrato 1), matéria orgânica em início de decomposição (estratos 2) e matéria orgânica em avançado estado de decomposição misturada com solo (estrato 3) foram coletadas com o auxílio de uma pá, armazenadas em diferentes sacos plásticos e identificadas (Figura 2). As amostras foram conduzidas ao laboratório e, por meio de lupa estereoscópica, foi realizada a triagem dos tripses-do-guaranazeiro presentes nas diferentes amostras.

Figura 2. Coleta dos estratos da liteira(A): folhas secas (B), matéria orgânica em início de decomposição (C) e matéria orgânica em avançado estado de decomposição misturada com solo (D).

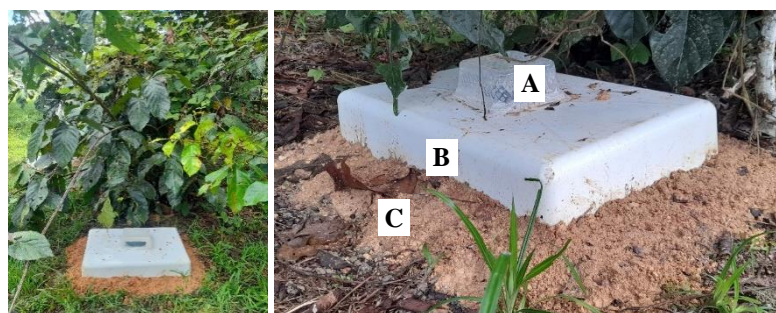


Dinâmica populacional do estágio pupal

A dinâmica populacional do estágio pupal do tripes-do-guaranazeiro foi estudada a partir do número de adultos emergidos do solo e comparada às populações de adultos presentes nas partes aéreas do hospedeiro.

Coleta de pupas. Foram confeccionadas armadilhas constituídas por bandejas plásticas (63 cm x 44 cm x 8 cm) contendo uma abertura central (11 cm x 6 cm) fechadas com um recipiente plástico transparente (17 cm x 17 cm x 6 cm), fixado com fita adesiva, formando uma cúpula para entrada de luminosidade e consequente efeito da fototaxia dos adultos recém-emergidos (Figura 3). As armadilhas foram colocadas sob a copa dos guaranazeiros, sendo as bordas seladas com camadas de solo. As armadilhas foram retiradas após 72 h e conduzidas ao laboratório para a contagem dos adultos tenerais emergidos presentes em sua cúpula. As coletas ($n= 163$) ocorreram por 12 meses durante os anos de 2021 e 2022.

Figura 3. Armadilhas instaladas para coleta de adultos recém-emergidos do tripes-do-guaranazeiro. Legenda: cúpula transparente (A), bandeja opaca (B) e solo (C).



Coleta de adultos. Foram coletados aleatoriamente três folíolos jovens de diferentes plantas de guaranazeiros ($n=20$). As amostras foram armazenadas em sacos plásticos individuais, identificadas e encaminhadas ao laboratório para contagem. As coletas ($n= 240$) foram efetuadas por 12 meses durante os anos de 2017 e 2018.

Os dados climáticos de temperatura do ar °C, umidade relativa (%) e pluviosidade (mm) foram coletados e disponibilizados pelo Laboratório de Agroclimatologia da Embrapa.

Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas por meio do software SigmaPlot 14.0. Os dados da dinâmica populacional do estágio de pupas e adultos foram submetidos ao teste de normalidade ($P < 0,050$) e ao teste não paramétrico U de Mann-Whitney. Foi

verificada a correlação da flutuação populacional de pupas com adultos e fatores abióticos por meio do teste de correlação de Pearson. Os dados foram transformados quando necessário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comportamento do estágio pupal

As larvas II do tripses *P. adisi* (Figura 4) foram observadas sob intensa alimentação na face abaxial dos folíolos jovens do guaranazeiro.

Nessa fase, os insetos necessitam consumir grandes quantidades de nutrientes para sua manutenção e estocagem dos compostos a serem utilizados nos processos fisiológicos dos estágios seguintes, a exemplo do ecdisterol (Parra e Panizzi, 2013). A quantidade e a qualidade do alimento ingerido determinam o tamanho das pupas, dos adultos emergidos e a fecundidade potencial (Awmack e Leather, 2002).

Quando a larva madura alcança o tamanho ideal, ocorre a redução do hormônio juvenil e suspensão subsequente da alimentação, causada pelos altos níveis de ecdisteróides que estimulam as mudanças comportamentais e induz o início da pupação (Ohtaki, 1981; Riddiford, 1994).

Figura 4. Larvas de segundo instar do tripses-do-guaranazeiro.



A pupação das espécies de Thysanoptera pode ocorrer na superfície da planta ou no solo (Ananthkrishnan, 1979). Segundo Mound e Zapater (2003) espécies de Thripidae e Phlaeothripidae pupam em folhas, embora seja comum a ocorrência de pupas na liteira ou nos troncos das árvores. Broadbent *et al.* (2003) mencionam que o *Frankliniella occidentalis* (Pergande) pupa tanto nas folhas do hospedeiro quanto solo.

No presente estudo, não foi observada a presença de pupas nas partes aéreas do guaranazeiro. Os testes de laboratório revelaram que as larvas II ao final do desenvolvimento, caem dos folíolos sobre a liteira abaixo da copa do guaranazeiro e

permanecem neste estágio por 24h (38%) a 48h (62%) até a muda para pré-pupa. Similar ao observado em estudo realizado por Wheeler *et al.* (2016) com o *Pseudophilothrips ichini* (Hood).

Não foram observados espécimes de tripes-do-guaranazeiro sob folhas secas (estrato 1). Embora, tenha sido identificada a presença de adultos tenerais (86 %) na camada composta por matéria orgânica no início da decomposição (estrato 2). Sob este estrato, foi observada a presença de instares pupais (100%) e adultos tenerais (14%) na camada composta por matéria orgânica em avançado estado de decomposição misturada com solo (estrato 3). Portanto, o último estrato corresponde ao local de pupação do tripes-do-guaranazeiro. Após a muda para adultos, os espécimes se deslocam para as estruturas aéreas do hospedeiro.

A fase edáfica desta espécie corresponde a um período suscetível ao ataque por organismos entomopatogênicos presentes no solo. Segundo Ansari *et al.* (2008), os instares pupais das espécies Thysanoptera que ocorrem no solo são altamente susceptíveis às infecções fúngicas, pois este ambiente oferece as condições ideais por serem protegidos contra grandes flutuações de temperatura e umidade.

De acordo com Ansari *et al.* (2008), a utilização do fungo *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin é eficiente para o controle de pupas quando associado a métodos de controle convencionais. Li *et al.* (2021), por sua vez, demonstraram a eficiência da utilização de *Beauveria bassiana* JEF-350 no controle de pupas da espécie *Thrips palmi* (Karny).

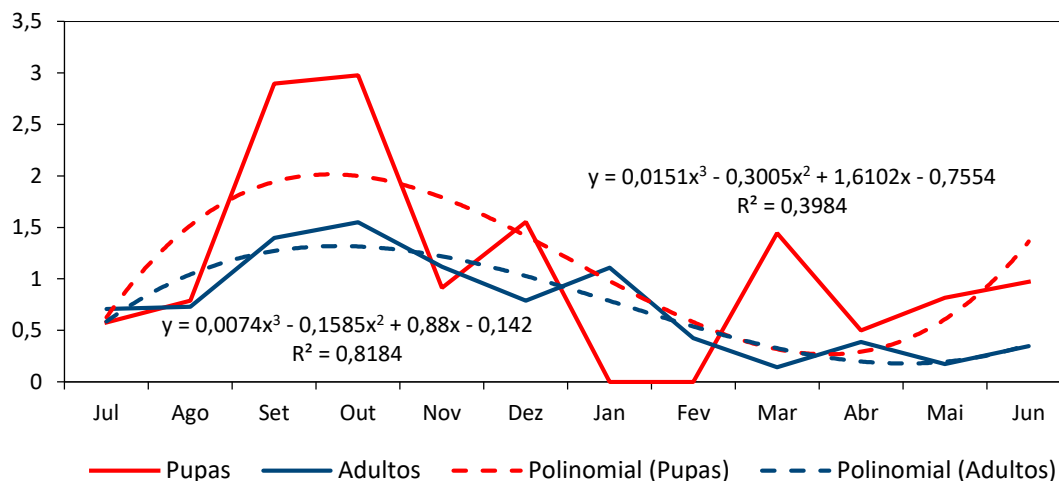
Outros autores exploram a utilização de nematoides e predadores para o controle dos estágios edáficos de tripes. Em estudo realizado por Navarro-Campos *et al.* (2012), foi comprovada a correlação entre a maior abundância do ácaro predador *Hypoaspis aculeifer* (Canestrini) e o declínio populacional de pupas da espécie *Pezothrips kellyanus* (Bagnall). Enquanto Ebssa e Poehling (2001) e Premachandra *et al.* (2003) revelaram a eficiência da utilização de nematoides presentes no solo para o controle de larvas II tardias e pupas do tripes *F. occidentalis*.

Dinâmica populacional

As linhas de tendências da dinâmica populacional de pupas e adultos apresentaram o mesmo comportamento de flutuação no ano agrícola, com abundância de espécimes no período de floração e com declínio populacional no período de frutificação e fase vegetativa (Figura 5). Os dados comparativos de médias de pupas e

adultos coletados a cada mês possuem comportamento estatisticamente igual ($U_{1, 12} = 56,000$; $P = 0,371$) e correlação positiva entre estas populações ($\rho = 0,801$; $P = 0,00174$).

Figura 5. Flutuação populacional pupas e adultos do *Pseudophilothrips adisi*.



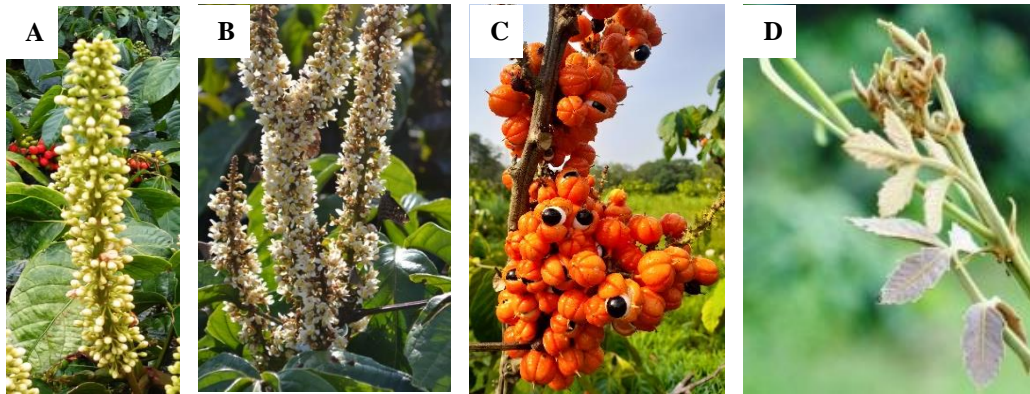
O guaranazeiro exibe comportamento hidroperiódico (Diniz *et al.*, 1986; Arruda *et al.*, 2005), com o florescimento induzido pela deficiência de água no período de julho a outubro (Pereira, 2005; Morais *et al.*, 2016). Nesta época, foi observado picos populacionais do *P. adisi* nos meses de setembro e outubro, devido a alta disponibilidade de recursos para alimentação: presença de gemas florais intumescidas, fascículos florais (Figura 6-A) e inflorescências (Figura 6-B).

O declínio populacional de *P. adisi* foi observado no período de frutificação, que em conformidade com Pereira (2005) e Morais *et al.* (2016), se estende de novembro a fevereiro. Nesta fase fenológica, ocorre à formação, maturação e senescência dos frutos (Figura 6-C), estruturas das quais o *P. adisi* não utiliza para alimentação.

Posteriormente à frutificação, o guaranazeiro entra em fase vegetativa e somente após a poda de limpeza produz novas ramas (Pereira *et al.*, 2006; Schmal, 2020). Assim, a planta acumula grande volume de copa (Arruda *et al.*, 2005), com a emissão de meristemas apicais, laterais e folíolos (Figura 6-D). Esta alta disponibilidade de recursos é vantajosa para a alimentação, reprodução e o reestabelecimento da população de tripses no plantio.

Esses dados são corroborados com os estudos realizados por Barbosa *et al.* (2019) para o *Frankliniella schultzei* Trybom em cultivos de melancia, por Palomo *et al.* (2015) para *F. occidentalis* e *Frankliniella fortissima* (Priesner) em hortaliças, e Del-Claro e Mound (2000) para o *Pseudophilothrips didymopanicis* Del-Claro & Mound em plantas *Didymopanax vinosum* (Cham. & Schltldl.) Marchal.

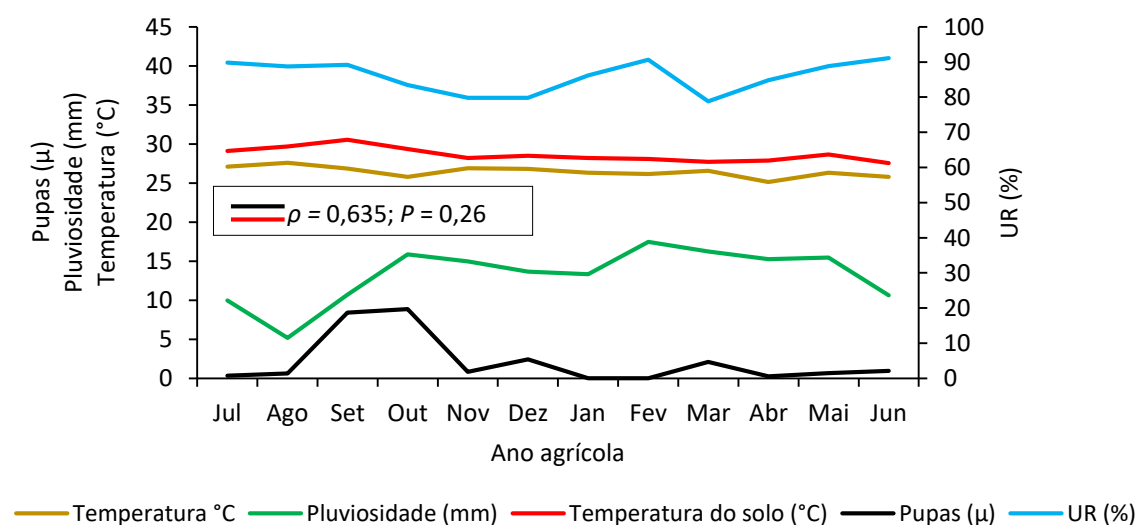
Figura 6. Fases fenológicas do guaranazeiro: fascículos florais (A), inflorescências (B), frutos (C), folíolos e meristemas (D).



Não foi observada correlação entre o estágio pupal do *P. adisi* e os fatores abióticos de temperatura do ar, pluviosidade e umidade relativa ($\rho = -0,0347$; $P = 0,915$; $\rho = 0,0371$, $P = 0,909$; $\rho = -0,127$, $P = 0,695$, respectivamente) (Figura 7).

Embora autores mencionem a correlação da flutuação populacional dos tisanópteros com os fatores climáticos, como, por exemplo, o estudo de Boissot *et al.* (1998) que cita a influência dos períodos de alta pluviosidade na mortalidade de pupas do tripses *F. occidentalis*. Kakei e Tshuchida (2000) demonstram a correlação entre o aumento da UR e a sobrevivência das pupas do *T. palmi*. Outros fatores como a estrutura física do solo, densidade e teor de umidade influenciam na sobrevivência de larvas II tardias e pupas presentes no solo (Chang, 1989; Kakei e Tsuchida, 2000; Manrique, 2014).

Figura 7. Dinâmica populacional do estágio pupal do tripses-do-guaranazeiro e correlação com os fatores abióticos.



Dentre os fatores abióticos, somente a temperatura do solo a dois centímetros de profundidade, local de pupação do *P. adisi*, apresentou correlação positiva ($\rho = 0,635$; $P = 0,26$) com a flutuação populacional do estágio pupal.

A liteira de plantas cultivadas atua na proteção do solo, tanto do sol forte quanto das chuvas, retenção da umidade e controla a temperatura deste ambiente (Bevilacqua, 2006). As flutuações no conteúdo de água e temperatura do solo são maiores nas camadas mais superficiais, onde se localiza a maior parte da fauna do solo (Neto *et al.*, 2018).

Portanto, o comportamento da população do *P. adisi* não está diretamente correlacionado aos fatores abióticos, e sim à fenologia do guaranazeiro que, por conseguinte, é dependente das condições climáticas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fase edáfica do *P. adisi*, composta pelo período final da larva de segundo instar e pelo estágio pupal, é suscetível ao ataque por organismos entomopatogênicos presentes no solo. O local de pupação deste inseto corresponde ao estrato da liteira sob a copa do guaranazeiro composto por matéria orgânica em avançado estado de decomposição misturada com solo.

A dinâmica populacional de pupas e adultos apresentaram o mesmo comportamento de flutuação no ano agrícola. Não foi observada correlação entre o estágio pupal do *P. adisi* e os fatores abióticos de temperatura do ar, pluviosidade e umidade relativa. O fator diretamente relacionado à flutuação populacional do *P. adisi* é a fenologia do hospedeiro que determina picos e declínios populacionais na floração e frutificação do guaranazeiro, respectivamente.

Portanto, a compreensão dos aspectos comportamentais e ecológicos do *P. adisi* contribui para a seleção e o desenvolvimento de métodos de controle mais eficazes e sustentáveis.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Adis, J.; Fonseca O.J.M.; Zur Strassen, R. 1984. Um trips como causador de superbrotamento em guaraná. *Anais do 1º Simpósio brasileiro do guaraná*, Manaus, EMBRAPA-UEPAE.

- Ananthakrishnan, T.N. 1993. Bionomics of thrips. *Annual Review of Entomology*, 38(1): 71-92.
- Arzone A.; Alma A.; Rapetti S. 1989. *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) nuovo fitomyzo delle serre in Italia. *Informatore Fitopatologico* 10, 43–48.
- Awmack, C.S.; Leather, S.R. 2002. Host Plant Quality and Fecundity in Herbivorous Insects. *Annual Review of Entomology* 47: 817–844. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145300>
- Bennison J.; Broadbent B.; Kirk W.; Maulden K.; Shipp L. 2004. WFT pupation behaviour on greenhouse chrysanthemums and implications for integrated control. Abstract proceedings, *International Congress of Entomology*, Brisbane, Australia.
- Berndt O.; Porhling H-M.; Meyhöfer R. 2004b. Predation capacity of two laelapid mites on soil-dwelling thrips stages. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 112, 107–115. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0013-8703.2004.00185.x>
- Bryan D.E.; Smith R.F. 1956. The *Frankliniella occidentalis* (Pergande) complex in California (Thysanoptera: Thripidae). *University of California Publications in Entomology* 10, 359–410.
- Buitenhuis, R.; Shipp, J.L. 2008. Influence of plant species and plant growth stage on *Frankliniella occidentalis* pupation behaviour in greenhouse ornamentals. *Journal of Applied Entomology* 132: 86–88. DOI: doi.org/10.1111/j.1439-0418.2007.01250.x
- Castro-López, A.; Ramírez-Godoy, A.; Osorio, W.; Rueda-Ramírez, D. 2021. Predation and oviposition rates of *Gaeolaelaps aculeifer* and *Parasitus bituberosus* (Acari: Laelapidae and Parasitidae) on pre-pupae/pupae of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae). *Acarologia*, 61(2):394-402.
- Cloyd, R.A. 2019. Effects of predators on the belowground life stages (Prepupae and Pupae) of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thripidae: Thysanoptera): a review. *Advances in Entomology*, 7(4): 71-80.
- Coville, P. L.; Allen, W.W. 1977. Life Table and Feeding Habits of *Scolothrips sexmaculatus* (Thysanoptera: Thripidae). *Anais da Sociedade Entomológica da América*, 70(1), 11–16. DOI: <https://doi.org/10.1093/aesa/70.1.11>
- Deligeorgidis P.N.; Ipsilandis C.G. 2004. Determination of soil depth inhabited by *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and *Thrips tabaci* Lindeman (Thysan.,

- Thripidae) under greenhouse cultivation. *Journal of Applied Entomology* 128, 108–111. DOI: doi.org/10.1111/j.1439-0418.2003.00815.x
- Garcia, M.V.B., Costa Junior, R.C.; Ribeiro, J.R.C. 1995. Observações sobre o tripses (Liothrips adisi Strassen, 1977) do guaranazeiro.
- Gaum, W. G.; Giliomee, J.H.; Pringle, K.L. 1994. Life history and life tables of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), on English cucumbers. *Bulletin of Entomological Research* 84: 219–224.
- Gulzar, S.; Usman, M.; Wakil, W.; Wu, S.; Oliveira-Hofman, C.; Srinivasan, R.; et al. 2021. Virulence of Entomopathogenic Nematodes to Pupae of *Frankliniella fusca* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology* 114: 2018–2023. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/toab132>
- Helyer, N.L.; Brobyn, P.J.; Richardson, P.N.; Edmondson, R.N. 1995. Control of Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) pupae in compost. *Annals of Applied Biology* 127: 405–412. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1995.tb07600.x>
- Huseth, A.S.; Chappell, T.M.; Langdon, K.; Morsello, S.C.; Martin, S.; Greene, J.K.; et al. 2016. *Frankliniella fusca* resistance to neonicotinoid insecticides: an emerging challenge for cotton pest management in the eastern United States. *Pest Management Science* 72 (10): 1934–1945.
- integrado de pragas*. ISBN: 978-85-7035-290-3
- Jacobson RJ. 1997. Integrated pest management in glasshouses. In: *Thrips as Crop Pests* (ed. T Lewis), International, Wallingford, UK, p. 639–666.
- Kirk, W. D. J. 1997. Distribution, abundance and population dynamics. In: *Thrips as Crop Pests* (T. Lewis ed.). CAB International, Oxon, New York, p. 217-257.
- Kirk, W.D.J. 1996: *Thrips*. Naturalist'Handbooks 25. Richmond Publishing Co. Ltd., Slough, England, 70p.
- Lee, S.J, Kim, S.; Kim, J.C.; Lee, M.R.; Hossain, M.S.; Shin, T.S.; Kim, J.S. 2017. Beauveria bassiana entomopathogenic granules to control the soil stage of western flowering thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *BioControl*, 62, 639-648.
- Lewis T. 1973. Thrips: Their Biology, Ecology and Economic Importance. *Academic*, New York, USA.
- Li, D.; Park, S.E.; Lee, M.R.; Kim, J.C.; Lee, S.J.; Kim, J.S. 2021. Soil application of Beauveria bassiana JEF-350 granules to control melon thrips, thrips palmi Karny

- (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 24: 636–644.
DOI: doi.org/10.1016/j.aspen.2021.05.010
- Manjunatha, K.L. 2018. Population Dynamics, Insecticide Resistance/Susceptibility and Chemical Control of Thrips, *Scirtothrips Dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae). *Infesting Chilli (Doctoral dissertation, University of Agricultural Sciences, GKVK.)*.
- Morais, R.R.; Fontes, J.; Atroch, A.; Resende, L. 2019. Poda e produtividade do guaranazeiro. ISSN 1517-2457
- Nascimento Filho, F.J.; Atroch, A.L.; Arruda, M.R.; Spusa, N.R.; Araújo, J.C.A.; Tavares, A.M.; Teixeira, W.G. 2004. Cultivo do Guaranazeiro no Amazonas: técnicas para a melhoria da produtividade. Circular técnica, Embrapa, 22. ISSN 1517-2449
- Palmar, J. 1989. *Frankliniella occidentalis*: the western flower thrips. *British Cactus & Succulent Journal*, 7(2), 33-33.
- Parra, J.R.P.; Panizzi, A.R. 2013. *Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo*
- Pereira, J.C.R. 2005. Cultura do guaranazeiro no Amazonas. ISBN 1679-8880
- Premachandra, D.; Borgemeister, C.; Berndt, O.; Ehlers, R. U.; Poehling, H. M. 2003. Laboratory bioassays of virulence of entomopathogenic nematodes against soil-inhabiting stages of *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae). *Nematology*, 5(4): 539-547.
- Riddiford, L.M. 1984. Hormonal control of sequential gene expression in insect epidermis. In: *Biosynthesis, metabolism and mode of action of invertebrate hormones*, Springer
- Senra, T.; Garcia, M.; Tavares, A. 2008. Comportamento e controle de tripes do guaranazeiro, *Liothrips adisi* (Thysanoptera: Phlaeothripidae). In: Seminário de Pós-Graduação na Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. Integrando esforços para o desenvolvimento da Amazônia. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 19-21.
- Skinner, M.; Gouli, S.; Frank, C.E.; Parker, B.L.; Kim, J.S. 2012. Management of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) with granular formulations of entomopathogenic fungi. *Biological Control*, 63 (3): 246-252. DOI: doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.08.004

- Tavares, A.M.; Atroch, A.L.; Arruda, M.R.; Ribeiro, J.D.R.C. 2003. *Inseticidas no controle do trips do guaranazeiro Liothrips adisi (Thysanoptera: Phlaeothripidae)*. Embrapa Amazônia Ocidental.
- Tavares, A.M.; Garcia, M.V.B. 2009. Trips do guaranazeiro: *Liothrips adisi* zur Strassen, 1977 (Thysanoptera: Phlaeothripidae, Phlaeothripinae). *Embrapa Amazônia Ocidental-Documentos (INFOTECA-E)*. ISBN: 1571-3135
- Tommasini, M.G.; Maini, S. 1995. *Frankliniella occidentalis* and other thrips harmful to vegetable and ornamental crops in Europe. *Wageningen Agricultural University Papers*, 95-1.
- Wiethoff, J.; Poehling, H.-M.; Meyhöfer, R. 2004. Combining plant- and soil-dwelling predatory mites to optimise biological control of thrips. *Experimental and Applied Acarology*, 34: 239–261.

SÍNTESE

O estudo abordou a caracterização do comportamento alimentar *Pseudophilothrips adisi*, seus efeitos no folíolo do guaranazeiro, bem como a identificação do local de pupação e dinâmica populacional relacionada aos fatores abióticos e bióticos.

O aparelho bucal das larvas e adultos é morfologicamente similar. Esses insetos utilizam o estilete mandibular para perfurar o tecido da planta e introduzir o tubo de alimentação para aquisição de alimento.

O *P. adisi* se alimenta do conteúdo celular do parênquima lacunoso e eventualmente dos feixes vasculares. As larvas e os adultos possuem preferência alimentar pela face abaxial dos folíolos jovens e sua herbivoria resulta em lesões e necrose dos tecidos foliares.

Larvas de segundo instar, ao final do desenvolvimento, caem na liteira abaixo do guaranazeiro à procura do local ideal para realizar a muda para o estágio seguinte. O processo de pupação ocorre na camada composta por matéria orgânica em decomposição misturada com solo. A fase edáfica, correspondendo a 20% do ciclo de vida desse inseto.

Os fatores abióticos de temperatura do ar, pluviosidade e umidade relativa não apresentaram correlação com a flutuação populacional do tripses-do-guaranazeiro. Entretanto, a temperatura do solo apresentou correlação positiva com as populações de pupas. A dinâmica populacional de pupas e adultos do *P. adisi* mostrou picos durante a floração do guaraná e declínio durante a frutificação e a fase vegetativa da planta. Assim, a fenologia do guaranazeiro está diretamente relacionada a dinâmica populacional deste inseto de importância econômica.