

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL

**CARLA TAMIRES DE SENA DUARTE**

**MONITORAMENTO DA PRAGA DOS CITROS *Diaphorina citri*  
(KUWAYAMA, 1908) (HEMIPTERA: PSYLLIDAE), VETOR DAS  
BACTÉRIAS ASSOCIADAS AO HLB, NA REGIÃO METROPOLITANA DE  
MANAUS-AM**

MANAUS-AM

2025

**CARLA TAMIRES DE SENA DUARTE**

MONITORAMENTO DA PRAGA DOS CITROS *Diaphorina citri* (KUWAYAMA,  
1908) (HEMIPTERA: PSYLLIDAE), VETOR DAS BACTÉRIAS ASSOCIADAS  
AO HLB, NA REGIÃO METROPOLITANA DE MANAUS-AM

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Agronomia Tropical,  
da Universidade Federal do Amazonas,  
como requisito para obtenção do título  
de Mestre em Agronomia Tropical, área  
de concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Agno Nonato Serrão Acioli

Coorientadora: Profa. Dra. Jânia Lília da Silva Bentes Lima

MANAUS-AM

2025

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

---

- D812m Duarte, Carla Tamires de Sena  
Monitoramento da praga dos citros *Diaphorina citri* (Kuwayama, 1908) (Hemiptera: Psyllidae), vetor das bactérias associadas ao HLB, na região metropolitana de Manaus-AM / Carla Tamires de Sena Duarte. - 2025.  
70 f. : il., color. ; 31 cm.
- Orientador(a): Agno Nonato Serrão Acioli .  
Coorientador(a): Jânia Lília da Silva Bentes Lima.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, Manaus, 2025.
1. Citrus. 2. Greening. 3. Bactéria. 4. Psilídeo. 5. Densidade. I. Acioli, Agno Nonato Serrão. II. Lima, Jânia Lília da Silva Bentes. III. Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical. IV. Título
-

**CARLA TAMIRES DE SENA DUARTE**

MONITORAMENTO DA PRAGA DOS CITROS *Diaphorina citri* (KUWAYAMA, 1908) (HEMIPTERA: PSYLLIDAE), VETOR DAS BACTÉRIAS ASSOCIADAS AO HLB, NA REGIÃO METROPOLITANA DE MANAUS-AM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração: Produção Vegetal.

Aprovado em: 29 de Abril de 2025

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **NELITON MARQUES DA SILVA**  
Data: 22/05/2025 12:07:06-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Neliton Marques da Silva**  
Universidade Federal do Amazonas/FCA

Documento assinado digitalmente  
 **GERALDO JOSE NASCIMENTO DE VASCONCELO**  
Data: 21/05/2025 08:54:01-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Geraldo José Nascimento de Vasconcelos**  
Universidade Federal do Amazonas/ICET

Documento assinado digitalmente  
 **ALOYSEIA CRISTINA DA SILVA NORONHA**  
Data: 20/05/2025 11:06:20-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Dra. Aloyséia Cristina da Silva Noronha**  
Embrapa Amazônia Oriental

Pai, sei que onde quer que esteja, o  
senhor será pra sempre o meu fã  
número 1. Neste dia, celebro as  
lembranças que temos e agradeço por  
tudo o que você fez por mim.  
Obrigado por cada sacrifício, cada  
sorriso, cada abraço.

*In memória de Claudio dos Santos Duarte*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que em sua infinita bondade, me conduziu durante a execução desta pesquisa, dando-me forças e segurando minha mão em momentos difíceis. Ter fé no Senhor e no seu amor me fez continuar e não desistir!

Aos meus pais, Claudio dos Santos Duarte e Telma Lúcia Garcia de Sena, que me apoiaram, me incentivaram e deram sentido a toda minha caminhada até aqui. Vocês foram e sempre serão o motivo desse sonho, que foi partilhado não somente por mim, mas por toda nossa família. Aos meus irmãos Neto Duarte e Tainá Duarte que sempre estiveram nos bastidores torcendo por minhas conquistas, obrigada!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Agno Acioli por sua infinita paciência e compreensão comigo ao longo desses dois anos, por ter feito dessa caminhada uma caminhada tranquila e agradável, por ter me arrancado sorrisos e gargalhadas, e ter tornado todas as pressões mais leves. Obrigada pelo incentivo, pela amizade, pelos ensinamentos, e por ter aceitado fazer parte da minha qualificação profissional.

Ao prof. Dr. Neliton Marques da Silva, a Eneida Soares, a Paola Franco, ao Francisco Clovis, e ao José B. Maricaua, membros do Laboratório de Entomologia e Acarologia Agrícola da UFAM, muito obrigado! Vocês tornaram meus dias alegres, me ensinaram coisas preciosas, compartilharam suas dúvidas e seus conhecimentos, e se tornaram minha família. Vocês fazem parte da minha trajetória, e essa conquista não é somente minha, mas de todos LEA.

Ao laboratório de Fitopatologia da UFAM, a prof. Dra. Jânia Lilia por todo auxílio e ensinamento durante a execução das extrações de DNA e PCR, em especial a Victoria Santos que me ajudou em todas as etapas do processo, muitas vezes ficando até tarde no laboratório esperando minhas análises terminarem, e que se tornou uma amiga.

Ao programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical pela oportunidade. E as agências financiadoras CAPES, pela concessão das bolsas durante os dois anos de projeto, a FAPEAM e ao CNPQ por financiarem as expedições a campo, além do custeio de materiais e diárias.

A todos os produtores que permitiram a execução deste projeto, nos recebendo de braços abertos, sendo extremantes cordiais, nos alimentando e por vezes nos

abrigando. Também agradeço a prefeitura da UFAM que disponibilizou o meio de transporte utilizado em todas as coletas de campo.

Aos grandes colegas de profissão que me acompanharam nessa caminhada, meu muito obrigado. Em especial aos meus amigos de turma Lilian Clara e Luís Jorge que compartilharam comigo as preocupações acadêmicas, além de terem me ajudado infinitas vezes, seja na execução do projeto ou com conversas descontraídas. Obrigada ao meu vizinho de laboratório Wildson Benedito, que foi um grande amigo e me ajudou seja na identificação das minhas plantinhas, nas contagens dos meus insetos ou nas inúmeras conversas, que sempre foram embaladas por uma bela xícara de café. À Kedma, Maria Hermido, Thiago, e ao Luís, que me ajudaram diretamente na contabilização e/ou coleta dos dados, meu muito obrigado. E, à minha amiga Dayanna Farias, pela disponibilidade na confecção do meu mapa de localização. Muito obrigada!

Ao meu marido, Rairon Simões, que esteve comigo em todos os momentos, apoiando meus sonhos e vontades, me dando forças e incentivo, seja cuidando do nosso filho nas inúmeras vezes que precisei passar às noites em claro escrevendo, ou fazendo café quando eu ligava o computador e sentava à mesa. Obrigada meu amor!

## RESUMO

O Huanglongbing (HLB), causado pela bactéria de floema *Candidatus Liberibacter* spp. e transmitido pelo psílideo asiático dos citros *Diaphorina citri* (Kuwayama, 1908), é atualmente a doença mais grave da citricultura mundial. De difícil controle e sem cura conhecida, o HLB compromete severamente a produtividade e a qualidade dos frutos, gerando grandes prejuízos econômicos. Sua relevância fitossanitária é tamanha que a doença é classificada como praga quarentenária, exigindo rigorosas medidas de prevenção e controle. O estado do Amazonas é o terceiro maior produtor de citros da região Norte e a atividade gera renda abastecendo o mercado local e regional. Dada a escassez de estudos sobre a distribuição do psílideo na região e a presença de pomares com intenso fluxo vegetativo e condições favoráveis ao seu desenvolvimento, o monitoramento contínuo do inseto torna-se essencial para a detecção precoce e o controle eficaz de eventuais focos da praga e da doença. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi ampliar o conhecimento de ocorrência da praga dos citros *D. citri* e realizar investigação sobre Huanglongbing (HLB), em quatro municípios da região metropolitana de Manaus-AM: Manaus, Iranduba, Presidente Figueiredo e Rio Preto da Eva. O levantamento ocorreu em quatro pomares de laranjas no Amazonas. Para obtenção das amostras selecionou-se 40 plantas em cada pomar, e coletaram-se oito ramos jovens em cada planta, para obtenção de adultos utilizou-se tubo plástico (Eppendorf) com esforço de coleta de 120 segundos em cada quadrante da planta. Também foram realizadas coletas de varredura na vegetação rasteira com posterior coleta das plantas daninhas presentes nos pomares. Todas as amostras foram identificadas e encaminhadas para análise. Simultaneamente, foram realizadas investigações na área urbana dos municípios, na planta ornamental murta (*Murraya paniculata* (L.)) e em limoeiros (*Citrus limon* (L.)) dispostos nas vias públicas. Adultos coletados foram submetidos à extração de DNA e PCR convencional para investigação de HLB. Não foi detectada a presença de *D. citri* nas amostras coletadas nos pomares de laranja. A presença do inseto foi constatada somente nas plantas de 'murta' e em 'limoeiros', no município de Manaus. Ao longo do ano, foram avaliados 3.872 ramos novos, distribuídos em 42 plantas de murta e dois limoeiros, coletando-se um total de 15.839 ovos, 14.981 ninfas e 1.946 adultos. Nas plantas de murta, a densidade populacional de *D. citri* apresentou médias de  $6,57 \pm 0,7$  ovos/ramo,  $4,0 \pm 0,54$  ninfas/ramo e  $3,0 \pm 0,51$  adultos/planta, com os picos populacionais ocorrendo em outubro, dezembro e janeiro. Nos limoeiros a densidade populacional do inseto apresentou médias de  $5,59 \pm 2,49$  ovos/ramo,  $3,1 \pm 1,3$  ninfas/ramo e  $1,6 \pm 0,46$  adulto/planta, com os picos ocorrendo nos meses de outubro, novembro e dezembro. Foi registrada a ocorrência do parasitoide *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae) em todas as áreas amostradas. A análise das amostras por PCR convencional não resultou em amplificação do fragmento-alvo correspondente ao DNA de *Ca. L. asiaticus*, dessa forma, os resultados obtidos foram interpretados como negativos para Huanglongbing.

**Palavras-chave:** *Citrus*; HLB; Greening; Bactéria; Psílideo; Densidade.

## ABSTRACT

Huanglongbing (HLB) caused by the phloem bacterium *Candidatus Liberibacter* spp. and transmitted by the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Kuwayama, 1908), is currently the world's most serious citrus disease. Difficult to control and with no known cure, HLB severely compromises productivity and fruit quality, generating major economic losses. Its phytosanitary importance is such that the disease is classified as a quarantine pest, requiring strict prevention and control measures. The state of Amazonas is the third largest citrus producer in the North, and the activity generates income, supplying the local and regional market. Given the scarcity of studies on the distribution of psyllid in the region and the presence of orchards with intense vegetative flow and favorable conditions for its development, continuous monitoring of the insect is essential for the early detection and effective control of possible outbreaks of the pest and the disease. With this in mind, the aim of this study was to expand our knowledge of the occurrence of the citrus pest *D. citri* and to carry out research into Huanglongbing (HLB) in four municipalities in the metropolitan region of Manaus-AM: Manaus, Iranduba, Presidente Figueiredo, and Rio Preto da Eva. The survey took place in four orange orchards in Amazonas. To obtain the samples, 40 plants were selected in each orchard, and eight young branches were collected from each plant. To obtain adults, plastic tubes (eppendorf) were used with a collection time of 120 seconds in each quadrant of the plant. Sweeps were also made of the undergrowth, and weeds present in the orchards were subsequently collected. All the samples were identified and sent for analysis. At the same time, investigations were carried out in the urban areas of the municipalities, on the ornamental myrtle plant (*Murraya paniculata* (L.)) and on lemon trees (*Citrus limon* (L.)) on public roads. Adults collected were subjected to DNA extraction and conventional PCR to investigate HLB. The presence of *D. citri* was not detected in any of the samples collected from the orange orchards. The insect was only found on 'myrtle' and 'lemon' plants in the municipality of Manaus. Over the course of the year, 3,872 new branches were assessed, distributed over 42 myrtle plants and two lemon trees, collecting a total of 15,839 eggs, 14,981 nymphs and 1,946 adults. On the myrtle plants, the population density of *D. citri* averaged  $6,57 \pm 0,7$  eggs/ramo,  $4,0 \pm 0,54$  nymphs/ramo and  $3,0 \pm 0,51$  adults/plant, with the population peaks occurring in october, december and january. In the lemon trees, the insect's population density averaged  $5,59 \pm 2,49$  eggs/plant,  $3,1 \pm 1,3$  nymphs/plant and  $1,6 \pm 0,46$  adults/plant, with peaks occurring in october, november and december. The parasitoid *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae) was recorded in all the areas sampled. Analysis of the samples by conventional PCR did not result in amplification of the target fragment corresponding to the DNA of *Ca. L. asiaticus*, so the results obtained were interpreted as negative for Huanglongbing.

Keywords: *Citrus*; HLB; Greening; Bacterium; Psyllid; Density.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01:</b> Distribuição geográfica de <i>D. citri</i> (Hemiptera: Psyllidae).....	17
<b>Figura 02:</b> Ovos de <i>D. citri</i> em broto de murta (à esquerda) e limoeiro (à direita) .....	18
<b>Figura 03:</b> Fase de ninfa: instares de desenvolvimento de <i>D. citri</i> .....	19
<b>Figura 04:</b> Adultos de <i>D. citri</i> : (A) Diferentes tipos de coloração abdominal; (B) vista dorsal da fêmea; (C) vista ventral do macho. ....	19
<b>Figura 05:</b> Sintomas do HLB em laranja-doce: (A) Folhas com mosqueado; (B e C) nervuras espessas e amareladas.....	23
<b>Figura 06:</b> Sintomas do HLB em frutos de laranja: (A) fruto assimétrico, com abortamento das sementes e (B) maturação invertida. ....	24
<b>Figura 07:</b> Localização e identificação dos municípios selecionados na região metropolitana de Manaus, Amazonas, Brasil .....	25
<b>Figura 08:</b> Croqui do esquema das plantas selecionadas nos pomares (à esquerda) e dos quadrantes de amostragem (à direita).....	28
<b>Figura 09:</b> Esquema amostral da seleção das entrelinhas (A) e a coleta de varredura (B) realizada nos pomares de citros. ....	29
<b>Figura 10:</b> Esquema de amostragem (A) e método do quadrado (B), utilizados para coleta da vegetação rasteira nos pomares de citros .....	30
<b>Figura 11:</b> Planta de murta, <i>M. paniculata</i> , solteira (à esquerda) e disposta como cerca viva (à direita).....	31
<b>Figura 12:</b> Localização das ocorrências de <i>D. citri</i> na zona urbana de Manaus, Amazonas. ....	37
<b>Figura 13:</b> Parasitoide <i>T. radiata</i> : A) Adulto parasitando ninfa de <i>D. citri</i> ; B) Ninfa de <i>D. citri</i> parasitada e com aspecto característico de mumificação; C) Ninfa de <i>D. citri</i> com orifício (seta branca) de emergência do parasitoide; D) Estágio larva do parasitoide no interior da ninfa de <i>D. citri</i> ; E) Pupa madura; F) Adulto fêmea; G) Adulto macho...40	40
<b>Figura 14:</b> Densidade de ovos de <i>D. citri</i> por ramo em plantas de murta, na área urbana do município de Manaus, Amazonas, Brasil. ....	43
<b>Figura 15:</b> Densidade de ninfas de <i>D. citri</i> por ramo, em murtas presentes na área urbana do município de Manaus, Amazonas, Brasil. ....	44
<b>Figura 16:</b> Densidade de adultos de <i>D. citri</i> por planta, em murtas presentes na área urbana do município de Manaus, Amazonas, Brasil. ....	45
<b>Figura 17:</b> Densidade de ovos de <i>D. citri</i> por ramo, em limoeiros presentes na área urbana do município de Manaus, Amazonas, Brasil. ....	46

<b>Figura 18:</b> Densidade de ninfas de <i>D. citri</i> por ramo, em limoeiros presentes na área urbana do município de Manaus, Amazonas, Brasil. ....	46
<b>Figura 19:</b> Densidade de adultos de <i>D. citri</i> por planta, em limoeiros presentes na área urbana do município de Manaus, Amazonas, Brasil. ....	47
<b>Figura 20:</b> Média da densidade populacional de <i>D. citri</i> , em plantas de murta e limoeiros presentes na área urbana de Manaus, Amazonas, Brasil. ....	48
<b>Figura 21:</b> Intensidade de infestação de <i>D. citri</i> : ovos, ninfas e adultos, na área urbana do município de Manaus, Amazonas.....	52
<b>Figura 22:</b> Densidade populacional média de <i>D. citri</i> relacionado com os fatores abióticos: temperatura, chuva e umidade, Manaus, Amazonas. ....	55
<b>Figura 23:</b> Eletroforese em gel de agarose: DNA extraído a partir de amostras de adultos de <i>D. citri</i> coletados em plantas de murta (1-6) e limoeiros (7) da área urbana de Manaus, Amazonas, Brasil .....	58

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01:</b> Características dos pomares de laranjeiras, utilizados para as coletas, na região metropolitana de Manaus, Amazonas, Brasil. ....	26
<b>Tabela 02:</b> <i>Primer</i> utilizado para diagnóstico de <i>Ca. L. asiaticus</i> . através de PCR convencional. ....	34
<b>Tabela 03:</b> Número total de ovos, ninfas e adultos de <i>D. citri</i> coletados em murta ( <i>M. paniculata</i> ) e limoeiro ( <i>C. limon</i> ) em Manaus, Amazonas, Brasil. ....	38
<b>Tabela 04:</b> Classificação e distribuição das plantas daninhas identificadas no levantamento fitossociológico em cultivo convencional de citros. ....	41
<b>Tabela 05:</b> Níveis de infestação de <i>D. citri</i> : ovos, ninfas e adultos, na cidade de Manaus, Amazonas. ....	49
<b>Tabela 06:</b> Fatores abióticos obtidos no período de 2023 a 2024 em Manaus, Amazonas, Brasil. ....	52
<b>Tabela 07:</b> Análise de Correlação de Pearson ( $p < 0,05$ ) entre a densidade de ovos, ninfas e adultos de <i>D. citri</i> com os fatores abióticos: temperatura, umidade relativa e precipitação em Manaus, Amazonas. ....	57
<b>Tabela 08:</b> Resultado de análise, em Nanodrop e PCR convencional, realizados nas amostras de DNA extraídas de adultos de <i>D. citri</i> , obtidos em Manaus, Amazonas. ....	59

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
2. OBJETIVOS .....	16
2.1. Objetivo Geral .....	16
2.2. Objetivos Específicos .....	16
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	17
3.1. Origem e distribuição geográfica de <i>D. citri</i> .....	17
3.2. Morfologia, biologia e comportamento de <i>D. citri</i> .....	17
3.3. Impacto e importância econômica de <i>D. citri</i> .....	21
3.4. Relação <i>D. citri</i> x <i>Ca. Liberibacter</i> spp. ....	22
3.5. Sintomas do Huanglongbing em citros.....	23
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
4.1. Área de estudo .....	25
4.2. Locais de coleta e métodos de amostragens .....	26
4.2.1. Caracterização dos pomares .....	26
4.2.2. Método de amostragem nos pomares de citros.....	28
a) Amostragem de <i>D. citri</i> nas plantas de laranjeiras .....	28
b) Amostragem de <i>D. citri</i> na vegetação rasteira dos pomares .....	29
4.3. Método de coleta da vegetação rasteira nos pomares de citros .....	29
4.4. Método de amostragem realizada em plantas presentes na área urbana: <i>Murraya paniculata</i> (L.) e <i>Citrus limon</i> (L.) .....	30
4.5. Análise dos dados .....	32
4.5.1. Densidade populacional de <i>D. citri</i> .....	32
4.5.1.1. Avaliação da taxa de sobrevivência em campo. ....	32
4.5.2. Avaliação do nível de infestação .....	32
4.5.3. Intensidade de infestação.....	32
4.5.4. Análise estatística .....	33
4.5.5. Influência dos fatores abióticos sobre a população de <i>D. citri</i> .....	33
4.6. Método de detecção da bactéria <i>Ca. Liberibacter</i> spp. no inseto vetor .....	33
4.6.1. Extração de DNA.....	33
4.6.2. Quantificação das amostras de DNA.....	34
4.6.3. Reação em Cadeia da Polimerase - PCR Convencional.....	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	36
5.1. Ocorrência de <i>D. citri</i> na região metropolitana de Manaus, Amazonas.....	36
5.2. Verificação da presença de <i>D. citri</i> na vegetação rasteira dos pomares cítricos .....	41

5.3. Densidade populacional em murta .....	42
5.4. Densidade populacional em limoeiros.....	45
5.5. Nível de infestação .....	49
5.6. Intensidade da infestação.....	50
5.7. Influência dos fatores abióticos sobre a população de <i>D. citri</i> .....	52
5.8. Detecção da bactéria <i>Ca. L. asiaticus</i> em amostras de insetos adultos de <i>D. citri</i> ...	58
6. CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	62

## 1. INTRODUÇÃO

A citricultura ocupa posição de destaque no cenário agrícola global, com elevada importância econômica e social, sobretudo em países tropicais. O Brasil lidera a produção mundial de laranjas e derivados, sendo responsável por cerca de 35% da produção global da fruta e por aproximadamente 59% do suco de laranja comercializado internacionalmente (FUNDECITRUS, 2019). Em 2023, o país produziu mais de 17,6 milhões de toneladas de laranja, com produtividade média de 30.613 kg/ha (IBGE, 2024), consolidando-se como protagonista no setor citrícola.

No estado do Amazonas, embora a produção ocorra em menor escala em comparação com outras regiões do país, a citricultura tem expressiva relevância no contexto agrícola regional (EMBRAPA, 2021). A atividade ocupa cerca de 4.007 hectares, envolvendo aproximadamente, 2.400 produtores, com os cultivos concentrando-se nos municípios de Manaus, Iranduba, Rio Preto da Eva, Manacapuru, Itacoatiara e Presidente Figueiredo. Essa atividade desempenha um papel fundamental no abastecimento local, na geração de emprego e renda no meio rural e na segurança alimentar da população (IDAM, 2020). As espécies cítricas cultivadas, como laranja, limão e tangerina, adaptam-se bem às condições edafoclimáticas da região e possuem demanda crescente nos mercados locais. A expansão da atividade tem potencial para fomentar cadeias produtivas e fortalecer circuitos de comercialização de base familiar e agroecológica (IDAM, 2020; EMBRAPA, 2021).

No entanto, a viabilidade dessa cadeia produtiva encontra-se sob ameaça diante da presença do psilídeo asiático dos citros *Diaphorina citri* (Kuwayama, 1908) inseto vetor do patógeno bacteriano *Candidatus Liberibacter* spp., agente etiológico do Huanglongbing (HLB) ou Greening, considerada a doença mais devastadora da citricultura mundial (LEWIS-ROSENBLUM et al., 2015; FUNDECITRUS, 2019). O HLB compromete a qualidade dos frutos, reduz a longevidade dos pomares e eleva consideravelmente os custos de produção, impactando negativamente a sustentabilidade do setor (WULFF et al., 2021).

Embora a presença de *D. citri* ainda não tenha sido confirmada em pomares comerciais do Amazonas, registros da praga em áreas urbanas de Manaus (GARCIA et al., 2014; NASCIMENTO et al., 2015) demonstram seu potencial de dispersão. Segundo a Agência de Defesa Agropecuária e Florestal do Amazonas (ADAF, 2021), municípios como Manaus, Rio Preto da Eva, Iranduba e Presidente Figueiredo são

classificados como zonas de alto risco para a introdução do HLB, principalmente devido ao material vegetativo e tráfego de veículos oriundos de regiões com presença confirmada da doença. Adicionalmente, a proximidade geográfica com os países Colômbia e Venezuela, onde o HLB já está presente (ICA, 2017; MARYS et al., 2021), agrava o risco de entrada e estabelecimento do patógeno na região.

Em contraponto, a ausência de estudos atualizados sobre a distribuição do vetor no Amazonas, aliada às condições favoráveis ao seu desenvolvimento – como o intenso fluxo vegetativo das plantas (GARCIA et al., 2014) e o clima tropical úmido – evidencia a necessidade de monitoramento permanente. A vigilância ativa é essencial para prevenir a introdução e disseminação da doença, garantindo a sanidade dos pomares e a continuidade da citricultura como atividade estratégica para o desenvolvimento regional.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

- Ampliar o conhecimento de ocorrência da praga dos citros *D. citri* e realizar investigação sobre Huanglongbing (HLB), nos municípios de Manaus, Iranduba, Rio Preto da Eva e Presidente Figueiredo.

### **2.2. Objetivos Específicos**

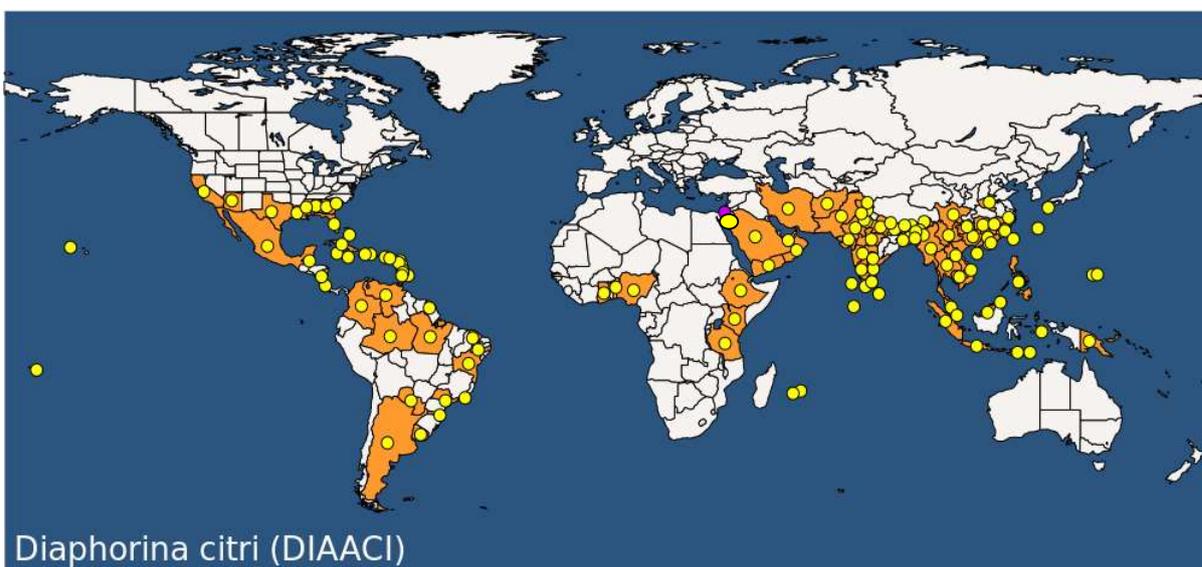
1. Mapear as ocorrências de *D. citri* nos quatro municípios da região metropolitana de Manaus-AM;
2. Verificar a presença de *D. citri* na vegetação rasteira dos pomares cítricos;
3. Estimar a densidade populacional de *D. citri* nos quatro municípios da região metropolitana de Manaus-AM;
4. Analisar a taxa de sobrevivência de *D. citri* em campo;
5. Verificar a presença do parasitoide *Tamarixia radiata* nas amostras coletadas;
6. Analisar a distribuição e densidade populacional de *D. citri* mediante aos fatores abióticos da região;
7. Averiguar a presença da bactéria *Candidatus Liberibacter asiaticus* em amostras de insetos adultos de *D. citri*.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Origem e distribuição geográfica de *D. citri*

O psílídeo asiático dos citros *D. citri* é um inseto da ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha, superfamília Psylloidea e família Psyllidae (BURCKHARDT et al., 2021). Este inseto possui alto potencial para impactos negativos na produção e produtividade de citros no mundo (URBANEJA et al., 2020). De acordo com Beattie et al. (2009a), todas as evidências sobre a origem do psílídeo asiático dos citros, indicam que seu centro de origem foi na Índia, estando distribuída nas áreas tropicais e subtropicais, em países produtores de citros localizados na Ásia, na África, nas Américas e no Caribe (Figura 01) (EPPO, 2024a).

O primeiro registro de *D. citri* no continente Americano ocorreu no Brasil, no interior do estado de São Paulo, na década de 1940 (COSTA LIMA, 1942). Posteriormente o psílídeo foi registrado na Argentina no ano de 1997 e, a partir desta data, ocorreu uma grande dispersão do inseto em todo o continente Americano, sendo confirmada sua presença por todo o Caribe, Flórida (1998), Cuba (1999) e Texas (2001) (PARRA et al., 2010). No México, foi detectada pela primeira vez em 2002, nos estados de Campeche e Quintana Roo, e desde então tem se dispersado por todas as áreas produtoras de citros do país (LÓPEZ-COLLADO, 2010).



**Figura 01:** Distribuição geográfica de *D. citri* (Hemiptera: Psyllidae). Foto: EPPO (2024).

#### 3.2. Morfologia, biologia e comportamento de *D. citri*

O psílídeo *D. citri* possui desenvolvimento hemimetábolo, constituído de três fases ao longo de sua vida: ovo, ninfa (cinco estádios ou instares) e adulta, com duração

média de 15 (verão) a 45 dias (inverno), na região Sudeste do Brasil (FUNDECITRUS, 2022). Os ovos de *D. citri* são em forma de amêndoas alongadas, com uma extremidade basal larga, tornando-se afinada e curva em direção à sua extremidade distal, ficam ancorados ao tecido vegetal e possuem tamanho de aproximadamente 0,31mm de comprimento e 0,14mm de largura, quando recém-depositados são amarelo-claros, mas tornam-se laranja-escura, com duas manchas vermelhas distintas na maturidade (Figura 02) (FERRER; VANACLOCHA, 2022).



**Figura 02:** Ovos de *D. citri* em broto de murta (à esquerda) e limoeiro (à direita). Foto: Carla Duarte (2024).

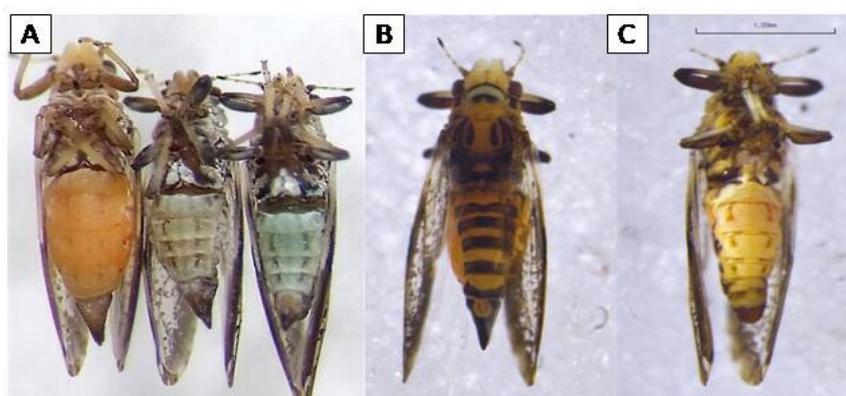
As ninfas passam por cinco instares de desenvolvimento (Figura 03), possuem coloração amarelo-clara nos instares iniciais e passam a uma cor acastanhada antes da muda para adultos (LIU; TSAI, 2000). As ninfas de primeiro ínstar medem aproximadamente 0,30 mm de comprimento e 0,17 mm de largura. No segundo ínstar, atingem cerca de 0,45 mm de comprimento e 0,25 mm de largura, apresentando almofadas rudimentares das asas no tórax. No terceiro ínstar têm um tamanho médio de 0,74 mm de comprimento e 0,43 mm de largura, com almofadas alares bem desenvolvidas e segmentação evidente das antenas. No quarto ínstar aumentam de tamanho para cerca de 1,01 mm de comprimento e 0,70 mm de largura, apresentando almofadas alares mesotorácicas que se estendem desde os olhos compostos até o terceiro segmento abdominal. As ninfas de quinto ínstar medem cerca de 1,60 mm de comprimento e 1,02 mm de largura, com almofadas mesotorácicas que se estendem desde os olhos compostos até o quarto segmento abdominal (LIU; TSAI, 2000).



**Figura 03:** Fase de ninfa: instares de desenvolvimento de *D. citri*. Foto: EPPO (2024).

Os adultos de *D. citri* (Figura 04) possuem tamanho médio de 2,7-3,3 mm de comprimento (HALL et al., 2013), e apresentam três morfotipos com cores abdominais distintas, sendo elas cinza/marrom, verde/azulado e amarelo/alaranjado (Figura 04A), que apresentam relação com diferenças fenotípicas mensuráveis, como principalmente, capacidade de voo e oviposição (WENNINGER, 2009a; MARTINI; HOYTE; STELINSK, 2014).

Estes são ativos, saltam e voam facilmente a pequenas distâncias quando perturbados, contrastando com as ninfas (GALLO et al., 2002). As asas apresentam mosqueado marrom, com uma larga faixa transparente presente na parte distal que é interrompida próximo ao ápice, a cabeça possui secreção serosa sob a forma de pó, e as pernas possuem coloração castanho-acinzentada (LIU; TSAI, 2000). Geralmente são encontrados na face abaxial das folhas, e quando parados, apresentam a disposição de 45° em relação à superfície em que se encontra (FUNDECITRUS, 2019), seu aparelho bucal é do tipo sugador, e seu lábio é subdividido em três segmentos com diferentes tamanhos e morfologia (GARZO et al., 2012).



**Figura 04:** Adultos de *D. citri*: (A) Diferentes tipos de coloração abdominal; (B) vista dorsal da fêmea; (C) vista ventral do macho. Foto: Carla Duarte (2024).

De acordo com Liu e Tsai (2000), o ciclo de *D. citri* sofre influência direta da temperatura, sendo a faixa de 25-28°C a mais adequada para o desenvolvimento do

inseto. Os adultos adaptam-se ao frio durante o inverno, no entanto, todos os três estágios de vida podem sobreviver a curtos períodos de frio (HALL et al., 2011). Durante a postura, os limites inferiores e superiores de temperatura para oviposição são 16 e 41,6°C, respectivamente, sendo a maioria dos ovos ovipositados a 29,6°C (HALL et al., 2011). Em relação ao acasalamento, machos e fêmeas atraem-se a curta distância, através de vibrações sonoras transmitidas por substratos (ROHDE et al., 2013), e através de odores emitidos por plantas danificadas por psilídeos, facilitando a busca por parceiros, mantendo a fertilidade e fecundidade ótimas (MANN et al., 2012). Além disto, o psilídeo pode acasalar-se várias vezes com diferentes parceiros, no entanto, o acasalamento, a oviposição e outros movimentos só ocorrem durante o dia (WENNINGER et al., 2009b). Após o acasalamento a fêmea usa suas antenas e seu ovipositor para identificar o local adequado para depositar os ovos nas plantas hospedeiras, podendo colocar até 800 ovos ao longo de até 33 dias, o que contribui para surtos populacionais, sendo que essa capacidade é resultado de uma evolução adaptativa a ambientes naturais e plantas hospedeiras específicas (HAI-LIN et al., 2019). No entanto, as fêmeas de *D. citri* cessam a oviposição quando a planta hospedeira não possui novos brotos, o que pode diminuir a sobrevivência das ninfas (LIU; TSAI, 2000). É importante destacar que as fêmeas de *D. citri* têm preferência por plantas que foram infectadas pela bactéria HLB, possivelmente devido à capacidade da bactéria de aumentar a quantidade de seiva disponível para *D. citri* (PARIS et al., 2017a).

A dispersão do psilídeo asiático dos citros varia ao longo do ano, sendo que durante a primavera e o verão a dispersão local é maior, mas diminui nos meses mais frios e durante os meses mais quentes o psilídeo tem maior capacidade de dispersão (HALL et al., 2011), podendo alcançar mais de 2000 m, em um período de 12 dias, em busca de recursos necessários, como folhas emergentes (LEWIS-ROSENBLUM et al., 2015). Além disso, o psilídeo também pode se mover entre árvores infectadas e não infectadas, disseminando a doença do Huanglongbing (GOTTWALD et al., 2019). Portanto, a taxa e o alcance da disseminação do HLB são diretamente afetados pela dispersão do psilídeo, que pode voar até 2,4 km na ausência de vento (MARTINI et al., 2014), podendo atingir estimativas de alcance de 90-145 km na sua presença (GOTTWALD et al., 2007).

Quanto às características fenotípicas, sabe-se até o momento que os psilídeos cinza-marrom possuem menor capacidade de voo do que os psilídeos azul-verdes, que podem voar continuamente por até três horas (MARTINI et al., 2014), sendo também os psilídeos de coloração abdominal cinza-marrom geralmente menores que os de

coloração azul-verde (PARIS et al., 2017b). Essa variação na cor do abdômen inicialmente levantou a hipótese de estar relacionada com a quantidade ou qualidade dos recursos alimentares adquiridos (WENNINGER; HALL, 2008). No entanto, descobriu-se que o genoma dos psílídeos contém três genes de hemocianina que são expressos de forma diferente nos diferentes morfos de cor. As hemocianinas são proteínas de transportadoras de oxigênio, sendo a cor azul conferida pelas moléculas de cobre e acredita-se que a capacidade de voo prolongado dos psílídeos azul-verdes é devido ao nível mais alto de hemocianina, o que resulta em maior capacidade de transporte de oxigênio durante o voo (RAMSEY et al., 2017). Enquanto os machos laranja apresentam maior fecundidade, os machos azuis possuem maior capacidade de efetuar dispersão de longo alcance (MARTINI et al., 2014). Além disso, foi demonstrado que as fêmeas azul-verdes têm um rendimento reprodutivo maior do que as cinza-marrom, e isso está especificamente associado à expressão dos genes *VgA-like* e *Kr-h1* durante o desenvolvimento do oócito (IBANEZ et al., 2019).

### **3.3. Impacto e importância econômica de *D. citri***

Atualmente, *D. citri* é uma das pragas mais importantes da família Rutaceae, e ataca espécies cítricas que possuem grande importância econômica, como laranja doce, tangerina e limão, além de hospedar plantas do gênero *Murraya*, em especial a planta ornamental *Murraya paniculata* (L.) Jack, 1820 (Rutaceae), conhecida popularmente como falsa-murta, muito utilizada no paisagismo das áreas urbanas (PARRA et al., 2010; AIDOO et al., 2020).

Em condições adequadas que favoreça seu crescimento populacional, *D. citri* pode ocasionar danos diretos, como a seca de brotações e deformação de folhas jovens, além de beneficiar o aparecimento de fumagina (PARRA et al., 2010). Tais danos são devido à sucção contínua da seiva elaborada da planta hospedeira, que pode ocasionar a distorção ou abscisão dos brotos se as infestações forem graves (MICHAUD, 2004). A fumagina, resultante da produção de *honeydew*, pode levar ao secamento dos ramos afetados (PAIVA, 2009) e tudo dependerá do nível populacional do inseto, que em altas densidades pode ocasionar danos irreversíveis na planta hospedeira (MICHAUD, 2004). Ramos novos são um fator determinante para ocorrência e aumento populacional de *D. citri* (LOPEZ et al., 2015), considerando que o mesmo se reproduz em brotos novos, maiores populações ocorrem durante o fluxo vegetativo da planta hospedeira (GARCIA et al., 2014). Além disso, *D. citri* tornou-se a principal praga dos citros devido sua

capacidade de transmitir as bactérias associadas ao HLB, *Ca. L. americanus*, *Ca. L. asiaticus* e *Ca. L. africanus* (PARRA et al., 2010).

Os impactos são considerados altos e ocorrem devido à queda de produção, queda da qualidade da fruta, perda de longevidade dos pomares, redução da área de cultivo e aumento dos custos de produção, estimado entre 5 e 15% do custo total da produção dependendo da região (WULFF et al., 2021). Os sintomas da doença chegam a ocupar mais de 50% da copa, em laranjeiras com cinco a 12 anos, e reduzem a produção em mais de 60% em apenas quatro anos após o aparecimento do primeiro ramo sintomático, e a queda de frutos varia segundo o volume afetado da copa podendo chegar a 80% (FUNDECITRUS, 2019). Além de causar a queda precoce dos frutos, o HLB torna-os menores e mais leves, com menor quantidade de suco, maior acidez e menores índices de brix, sólidos solúveis e razão brix/acidez (BASSANEZI et al., 2020). A introdução de *Ca. L. asiaticus* e a descoberta de *Ca. L. americanus* no Brasil resultaram na remoção de centenas de milhares de árvores de pomares de citros (CABI, 2022). A falta de cura associada à elevada taxa de disseminação tem causado perdas econômicas consideráveis (COSTA et al., 2021), a exemplo de São Paulo onde o HLB afetou 21% das plantas, já na Flórida (EUA) 90% das plantas já foram afetadas sendo que a erradicação de *Ca. L. asiaticus* não é considerada possível (CABI, 2022), e as estimativa de perdas são de aproximadamente US\$1 bilhão por ano (LI et al., 2020).

### **3.4. Relação *D. citri* x *Ca. Liberibacter* spp.**

As três espécies de *Ca. Liberibacter* associadas ao HLB: '*Ca. L. africanus*' na África, '*Ca. L. asiaticus*' na Ásia e nas Américas e '*Ca. L. americanus*' no Brasil (KILLINY, 2022), são transmitidas por duas espécies de psíldeo: o psíldeo asiático dos citros *D. citri* que transmite '*Ca. L. asiaticus*' e '*Ca. L. americanus*', e o psíldeo africano dos citros *Trioza erytrae* (Del Guercio, 1918) (Hemiptera: Triozidae) que transmite '*Ca. L. africanus*' (HALL et al., 2013). A transmissão eficiente dessas bactérias é influenciada pelo comportamento do vetor, bem como por fatores bióticos e abióticos (CARMO-SOUSA et al., 2020).

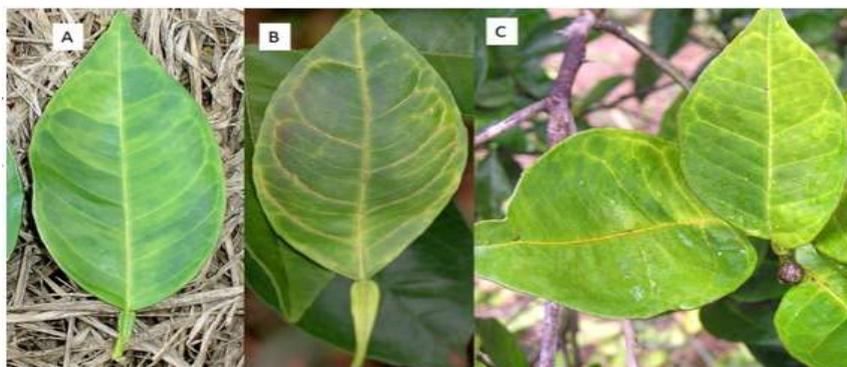
Acredita-se que a bactéria é inoculada em plantas saudáveis através da saliva do psíldeo e a transmissão pode ocorrer em exposições curtas, porém períodos de acesso mais longos resultam em maiores taxas de transmissão (AMMAR et al., 2016). O processo envolve três etapas: a (1) aquisição da bactéria ao ingerir a seiva do floema de plantas infectadas, seguido pela (2) internalização e propagação no vetor, e

posteriormente a (3) inoculação através da salivação (CARMO-SOUSA et al., 2020). Após a aquisição, a bactéria é internalizada no intestino médio do vetor, colonizando outros órgãos internos, como ovários, corpo adiposo, glândulas salivares e hemolinfa, e a sua concentração aumenta ao longo do tempo no inseto (HUNG et al., 2004). Após o período de latência, o psílideo pode transmitir a bactéria durante várias semanas ou até por toda sua vida, sendo as ninfas mais eficientes na aquisição e transmissão da bactéria do que os adultos (CANALE et al., 2017), e a transmissão é do tipo persistente e propagativa (NASCIMENTO et al., 2010).

Segundo Martini et al. (2014) a infecção por *Ca. L. asiaticus* modifica o comportamento dos psílideos, aumentando sua taxa de dispersão e movimento de voo, além de aumentar a atratividade das fêmeas de *D. citri* para os machos, o que pode promover a colonização de novas plantas hospedeiras. Além disto, a infecção por *Ca. L. asiaticus* aumenta a fecundidade de *D. citri*, no entanto reduz à taxa de desenvolvimento e a sobrevivência dos adultos, essas alterações podem ser uma estratégia adaptativa para garantir a transmissão e propagação da bactéria, porém, podem influenciar negativamente a sobrevivência dos indivíduos infectados (PELZ-STELINSKI; KILLINY, 2016). Em relação à competição entre bactérias, estudos mostram que apenas uma das espécies de bactérias é detectada em adultos de *D. citri* quando as ninfas são submetidas a períodos sequenciais de aquisição (NASCIMENTO et al., 2010).

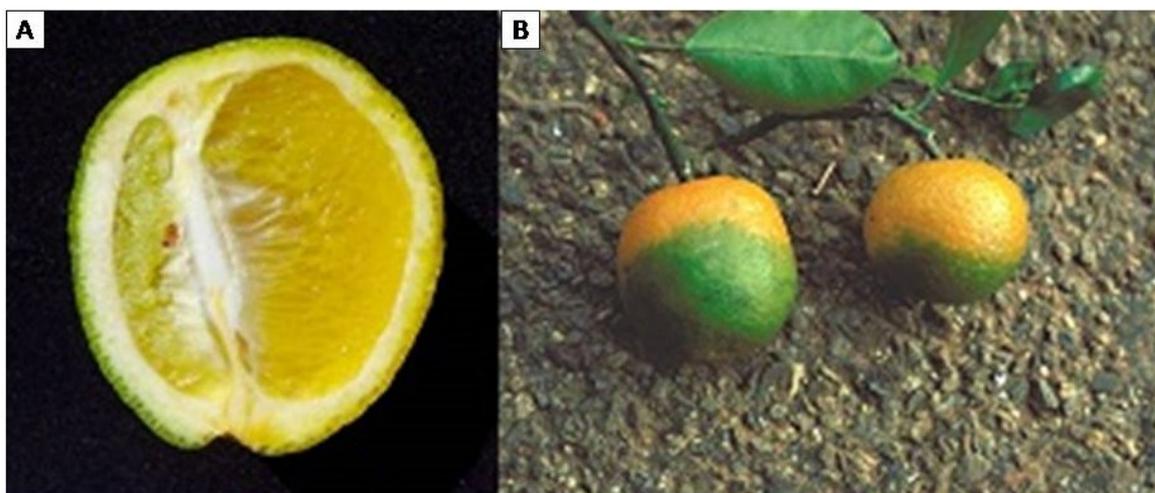
### 3.5. Sintomas do Huanglongbing em citros

O principal sintoma da doença é o mosqueado, caracterizado pela coloração parcialmente verde e amarela do limbo foliar, sem uma delimitação clara entre as cores e em casos mais intensos levando a clorose assimétrica (Figura 05) (WULFF et al., 2021). Outros sinais do HLB incluem o amarelecimento das nervuras e formação de brotos amarelos brilhantes (MOHAMMAD et al., 2021).



**Figura 05:** Sintomas do HLB em laranja-doce: (A) Folhas com mosqueado; (B e C) nervuras espessas e amareladas. Foto: (A e B) Nelson Wulff; (C) Henrique Santos (2021).

A falta de nutrientes como zinco, ferro, manganês e cálcio pode resultar em deficiências minerais que apresentam sintomas semelhantes aos do HLB. No entanto, é possível distinguir esses sintomas e isolá-los por meio de uma identificação cuidadosa e precisa. Em estágios avançados da doença, os sintomas de deficiência de nutrientes são frequentemente evidentes e cada sintoma apresenta padrões diferentes, sendo que todos ocorrem sempre ao meio da nervura (MOHAMMAD et al., 2021). A doença afeta várias partes das árvores, e os sintomas incluem, morte dos rebentos, floração fora de época e aspecto geral amarelo (MOHAMMAD et al., 2021). Com relação aos frutos, eles podem ser deformados, assimétricos, sem sementes e apresentar maturação invertida, ou seja, o amadurecimento se inicia na extremidade peduncular, causando queda prematura, enquanto no fruto sadio, a maturação inicia-se na extremidade estiletar (Figura 06) (WULFF et al., 2021).



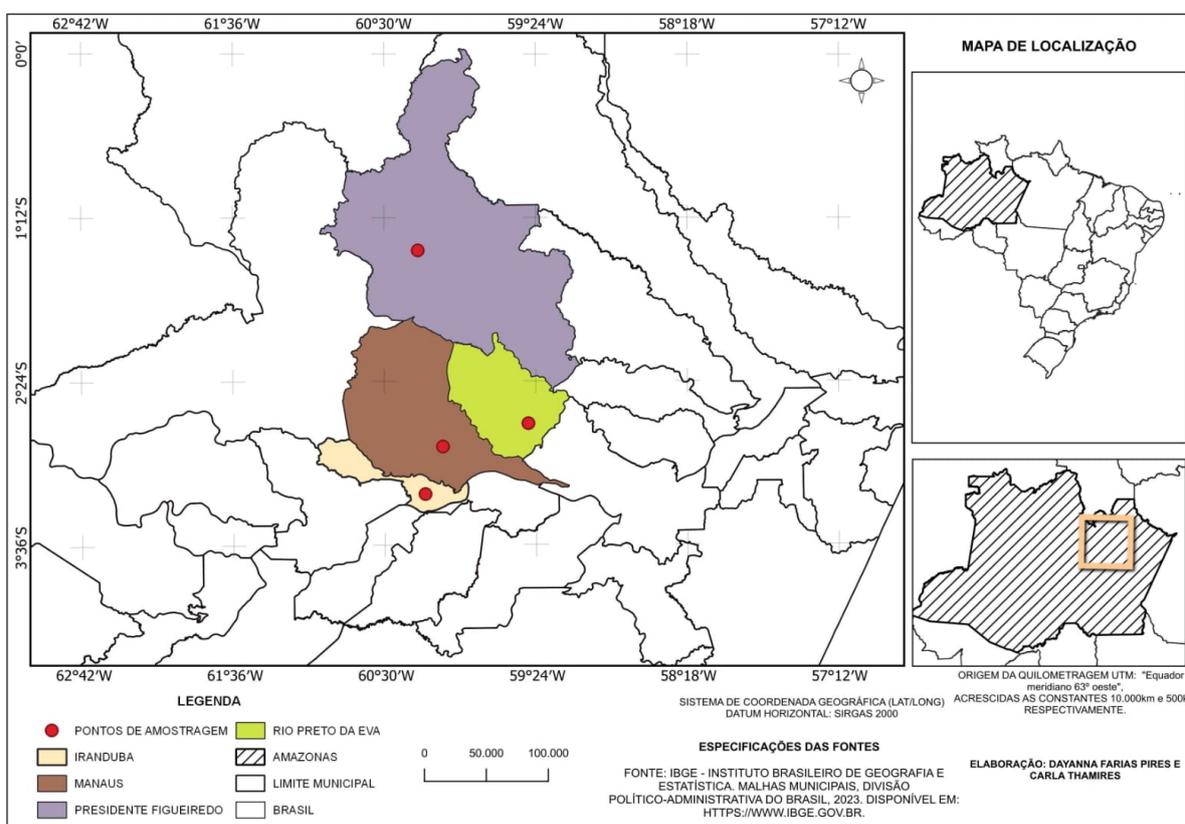
**Figura 06:** Sintomas do HLB em frutos de laranja: (A) fruto assimétrico, com abortamento das sementes e (B) maturação invertida. Foto: Fitopatologia LFN424 (2012).

As árvores infectadas com o patógeno que causa o HLB se tornam improdutivas, com uma redução significativa na produção, podendo morrer em 5-8 anos após a infecção, e não há cura para a doença, sendo a prevenção a melhor estratégia de controle (BOVÉ, 2006). A disseminação do HLB a longas distâncias ocorre principalmente através da distribuição de material cítrico infectado (BEATTIE; BARKLEY, 2009). A utilização de material livre da doença e proveniente de fontes confiáveis é o primeiro e mais importante passo para uma boa gestão da doença, com as árvores-mãe sendo mantidas em estufas bem conservadas e protegidas do inseto vetor (LEONG; LEONG; BEATTIE, 2022).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Área de estudo

As coletas foram realizadas no período de julho de 2023 a junho de 2024, em pomares de citros, exclusivamente em laranjeiras, na área rural e, em plantas de murta e limoeiros presentes na área urbana, em quatro municípios da região metropolitana de Manaus, sendo eles: Manaus, Rio Preto da Eva, Iranduba e Presidente Figueiredo (Figura 07), todos representativos da produção de citros no estado do Amazonas. As áreas de estudo estão localizadas em ambiente de terra firme, sendo o clima nessas áreas classificado como tipo Af, tropical sem estação seca (ALVAREZ et al., 2013). A temperatura média anual varia de 25,9-27,7 °C, com média de 26,7 °C, e a precipitação anual nesta região é de 2.420 mm (ALVAREZ et al., 2013).



**Figura 07:** Localização e identificação dos municípios selecionados na região metropolitana de Manaus, Amazonas, Brasil. Elaboração: Dayanna Pires (2025).

Os dados meteorológicos mensais utilizados foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). E foram consideradas apenas as médias de pluviosidade, temperatura e umidade relativa do ar dos 15 dias que antecederam as coletas do material entomológico e, a partir dessas informações, foi determinado que o período menos

chuvoso, considerado estiagem (<100 mm mensais), ocorreu nos meses de julho, agosto, setembro, outubro e novembro de 2023, enquanto o período chuvoso (>100 mm mensais) teve início em dezembro de 2023 e se estendeu pelos meses de janeiro, fevereiro, abril, maio e junho de 2024.

## 4.2. Locais de coleta e métodos de amostragens

### 4.2.1. Caracterização dos pomares

Em cada município foi selecionado um pomar de citros para realização das coletas. Os quatro pomares utilizados possuem características peculiares e diferenças quanto ao tamanho da área (ha), a idade (anos), ao espaçamento adotado, as variedades cultivadas, ao tipo de cultivo, ao manejo adotado para controlar pragas e doenças, na condução do controle das plantas daninhas e na adubação, conforme posterior descrição e resumo na Tabela 01.

**Tabela 01:** Características dos pomares de laranjeiras, utilizados para as coletas, na região metropolitana de Manaus, Amazonas, Brasil.

Localização	Coordenadas geográficas	Tamanho da área (ha)	Idade (anos)	Espaçamento (m)	Tipo de cultivo	Variedade
Irاندuba	3°12'20, 124"S 60°13'35,67"W	23,10	10	4 x 6	Monocultivo	Laranja Pêra
Manaus	2°52'44, 272"S 60°4'36, 243"W	21,46	09	3 x 5	Monocultivo	Laranja Pêra
Rio Preto da Eva	2°42'37, 308"S 59°27'18, 96"W	11,51	05	3 x 5	Consórcio (Tangerina)	Valência/ Limão Cravo
Presidente Figueiredo	1°26'22, 968"S 60°15'16, 59"W	3,50	04	4 x 6	Monocultivo	Laranja Pêra

#### a) Irاندuba

O pomar de citros selecionado no município de Irاندuba encontra-se na Fazenda Santa Rosa, localizado na rodovia AM-070, km 12, Ramal do Caldeirão, Km 05, é o maior entre todos os pomares analisados neste estudo, em área plana e a planta utilizada como cobertura do solo nas entrelinhas é a espécie *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster (Poacea), conhecida popularmente como capim braquiarião ou brizantão. Durante a execução das coletas observou-se a realização dos seguintes tratamentos

culturais: adubação orgânica com esterco bovino nas entrelinhas e poda de limpeza das copas.

#### **b) Manaus**

O pomar utilizado para as coletas de citros do município de Manaus está localizado na BR-174, Km 14, ramal Esperança, Km 11. Esse é o segundo maior monocultivo estudado, em área plana, sem a adoção de plantas para a cobertura do solo. Os tratos culturais observados durante a execução das coletas foram: adubação feita a cada 6 meses com fertilizante NPK 20-5-20, poda de limpeza da copa das árvores, eliminação de plantas daninhas com uso de herbicida e roçagem mecânica (trator).

#### **c) Rio Preto da Eva**

No município de Rio Preto da Eva, o pomar de citros pertence à Fazenda Progresso, localizada na AM-010, Km 113, ramal do Procópio, Km 08. A área é plana, e possui como planta de cobertura do solo nas entrelinhas a espécie *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster (Poacea), conhecida popularmente como capim braquiária. Durante a execução das coletas foi observada a realização de aplicação de inseticida para o controle de insetos sugadores (pulgões e cochonilhas), roçagem mecânica (trator) mais o uso de herbicidas para eliminação das plantas daninhas, calcareamento da área e aplicação de fertilizante NPK 10-10-10.

#### **d) Presidente Figueiredo**

O pomar de citros localizado no município de Presidente Figueiredo, situa-se na BR-174, Km 180 da Br-174, ramal do Paulista, Km 06. A área apresenta declividade no terreno, e rodeada por floresta. Os tratos culturais executados pelo produtor foram: aplicação de inseticidas para controle de insetos sugadores, uso de herbicida para controle de plantas daninhas, roçagem mecânica (roçadeira manual) e poda de ramos ladrões com posterior aplicação de calda bordalesa.

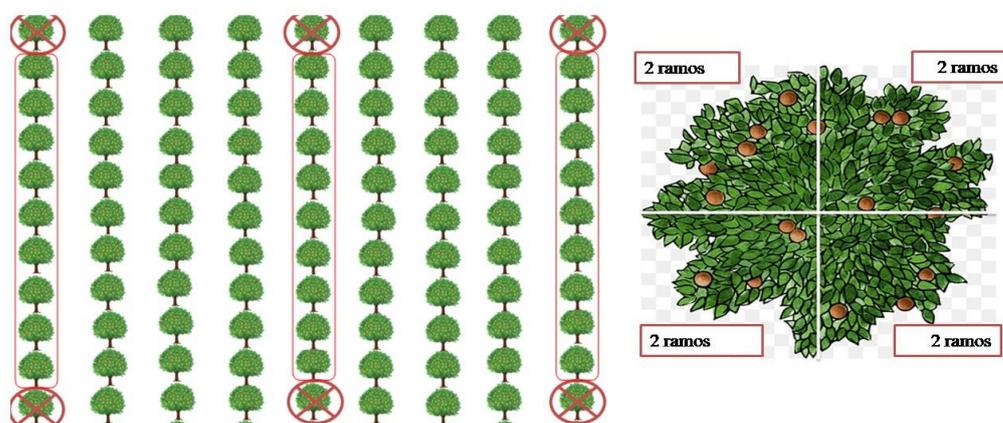
## 4.2.2. Método de amostragem nos pomares de citros

### a) Amostragem de *D. citri* nas plantas de laranjeiras

Foram realizadas duas coletas em cada pomar, uma durante o período de estiagem, que ocorreu nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro de 2023, e outra no período chuvoso, que ocorreu nos meses de março, maio e junho de 2024.

O método de amostragem utilizado nos pomares, para coleta do material vegetal que foi analisado em busca de ovos e ninfas de *D. citri*, consistiu na seleção de oito fileiras, que foram selecionadas a partir da bordadura, e intercaladas por três fileiras não coletadas. Em cada fileira foram coletadas amostras em até cinco plantas, intercaladas entre si por nove plantas não coletadas (adaptado de FUNDECITRUS, 2019), totalizando 40 plantas amostradas/pomar (Figura 08) (SÉTAMOU et al., 2008). Todas as plantas selecionadas para amostragem foram georreferenciadas.

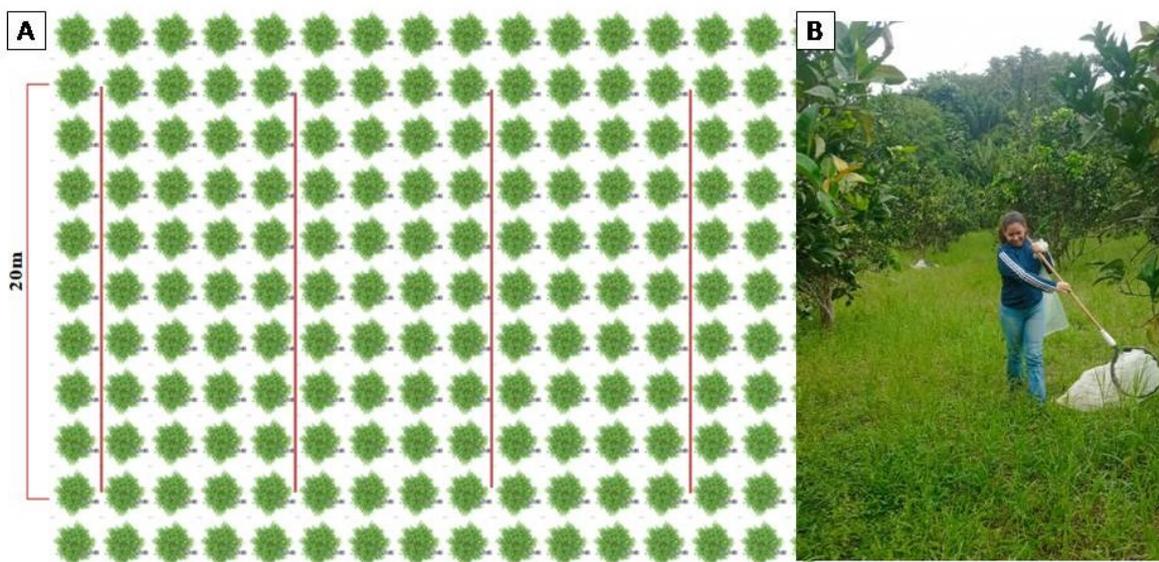
A amostragem por planta consistiu na divisão em quatro quadrantes imaginários. Em cada quadrante (= subamostra) foram coletados dois ramos jovens, de 3-10 cm de comprimento, contendo no mínimo cinco folhas imaturas com 2-4 cm de comprimento, totalizando oito ramos/planta (Figura 08) (SÉTAMOU et al., 2008), a uma altura de 1,7 m do solo. Em seguida, os ramos foram acondicionados em sacos plásticos devidamente etiquetados e conduzidos ao Laboratório de Entomologia e Acarologia Agrícola/ Universidade Federal do Amazonas (LEA/ UFAM), onde foram analisados com auxílio de estereoscópio óptico para quantificação do número de ovos e ninfas. Para a coleta de espécimes adultos foi realizada a inspeção visual com auxílio de lupa e tubos plásticos (ependorf), com capacidade para 2mL e abertura de 1 cm, contendo álcool 70%, com esforço de coleta de 120 segundos/quadrante(adaptado de MILOSAVLJEVIĆ et al., 2021).



**Figura 08:** Croqui do esquema das plantas selecionadas nos pomares (à esquerda) e dos quadrantes de amostragem (à direita). Elaboração: Carla Duarte (2023).

## b) Amostragem de *D. citri* na vegetação rasteira dos pomares

Nos mesmos pomares, foram realizadas coletas de varredura com a finalidade de capturar indivíduos adultos de *D. citri* na vegetação rasteira dos pomares. Foram selecionadas dez entrelinhas, distribuídas de forma que representasse todo o campo amostral, a partir da bordadura. Em cada entrelinha, foi padronizado o esforço de coleta em uma extensão de 20 m lineares, equivalente a 30 batidas em movimentos pendulares, totalizando em cada pomar amostrado uma extensão de 200 m lineares e 300 batidas com rede de varredura medindo 40 cm de diâmetro (Figura 09). As amostras foram armazenadas em sacos plásticos com capacidade para 10 litros, identificadas e encaminhadas para o LEA/UFAM, aonde foram cuidadosamente examinadas em busca de espécimes do psíldeo.

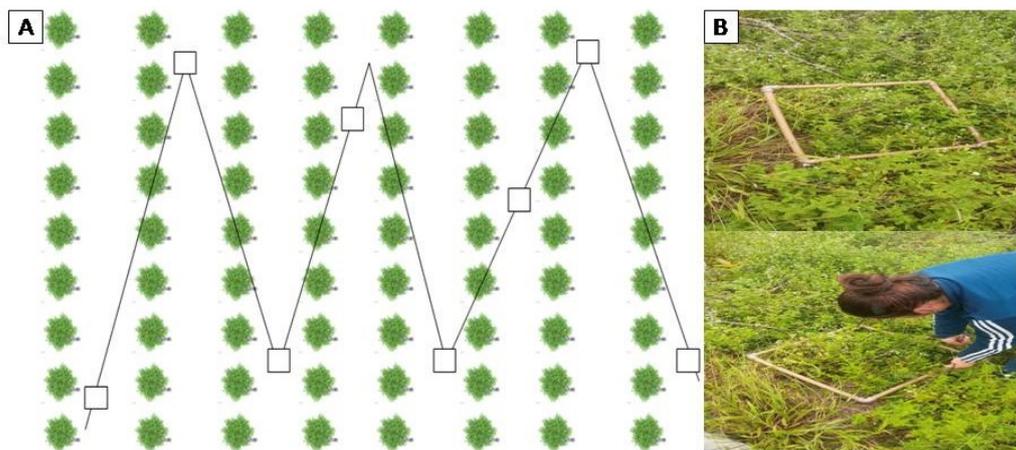


**Figura 09:** Esquema amostral da seleção das entrelinhas (A) e a coleta de varredura (B) realizada nos pomares de citros. Elaboração: (A) Carla Duarte (2023). Foto: (B) Francisco Clovis (2024).

### 4.3. Método de coleta da vegetação rasteira nos pomares de citros

Para caracterização da comunidade de plantas infestantes nos pomares de citros e com finalidade de identificação de possíveis hospedeiros secundários, realizaram-se coletas de 10 amostras da vegetação rasteira, em ziguezague, de forma a representar todo o campo amostral, utilizando-se o método do quadrado que possuía dimensões de 0,5 m x 0,5 m (Figura 10). O quadrado foi lançado de forma aleatória, e as plantas presentes no seu interior foram cortadas rente ao solo, acondicionadas em sacos de papel, identificadas e conduzidas ao laboratório. Os indivíduos foram agrupados em morfoespécies, contados e amostras representativa dos grupos foram secas para

confeção de exsicatas. As plantas foram identificadas por família, gênero e espécie com base em literaturas especializadas (MOREIRA; BRAGANÇA, 2010; MOREIRA; BRAGANÇA, 2011; LORENZI, 1982; LORENZI, 2000; LORENZI, 2014). Todas as amostras coletadas foram analisadas com auxílio de lupa para investigação de ovos e ninfas de *D. citri*.



**Figura 10:** Esquema de amostragem (A) e método do quadrado (B), utilizados para coleta da vegetação rasteira nos pomares de citros. Elaboração: (A) Carla Duarte (2023). Foto: (B) Francisco Clovis (2024).

#### **4.4. Método de amostragem realizada em plantas presentes na área urbana: *Murraya paniculata* (L.) e *Citrus limon* (L.)**

Também foram realizadas investigações sobre a presença de *D. citri* na planta ornamental conhecida popularmente como murta, murta-de-cheiro ou dama da noite (*M. paniculata*) presentes em jardins de prédios, condomínios e conjuntos habitacionais ou comerciais públicos ou particulares. E, em limoeiros (*C. limon*) dispostos isoladamente, e localizados em praça pública, ambos identificados na área urbana da cidade de Manaus. Os pontos de coleta foram fixos, e as coletas possuíram frequência mensal, ao longo de um ano.

As plantas de murta foram encontradas dispostas em duas situações: (1) cultivadas como plantas solteiras ou (2) em plantios dispostos como cercas vivas (em fileiras) (Figura 11).



**Figura 11:** Planta de murta, *M. paniculata*, solteira (à esquerda) e disposta como cerca viva (à direita). Foto: (A) Maria L. H. da Silva; (B) Carla Duarte (2024).

No primeiro caso, a amostragem para a procura e quantificação dos ovos e ninfas de *D. citri* por planta consistiu na divisão em quatro quadrantes imaginários; em cada quadrante (= subamostra) foram coletados dois ramos jovens, de 3,0-3,5 cm de comprimento, totalizando 08 ramos/planta (SÉTAMOU et al., 2008), a uma altura variando entre 1,50-1,70m do solo, metodologia que também foi adotada para amostragem realizada nos limoeiros avaliados.

No segundo caso, em plantas de murta dispostas como cercas vivas, foram amostrados 10 pontos em cada local de coleta, de forma aleatória, respeitando o distanciamento mínimo de 2 m entre as amostras, sendo que para obtenção de ovos e ninfas, em cada ponto, também foram coletados oito ramos jovens de 3,0-3,5 cm de comprimentos (SÉTAMOU et al., 2008).

Já na amostragem para detecção de espécimes adultos de *D. citri*, em todos os casos, foi realizada a inspeção visual, usando para captura tubos plásticos (ependorf), com capacidade para 2 mL e abertura de 01 cm, contendo álcool 70%, com esforço de coleta de 120 segundos/quadrante nos casos em que a planta era solteira, e 120 segundos/planta quando estas eram dispostas como cerca-viva (adaptado de MILOSAVLJEVIĆ et al., 2021). As amostras foram etiquetadas, georreferenciadas e encaminhadas para o LEA/UFAM, onde cada broto foi cuidadosamente examinado com auxílio de estereoscópio óptico, e o número de ovos, ninfas e adultos por ponto foi contabilizado e registrado. Além disto, também foi registrada e contabilizada a presença do parasitoide *T. radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae) através da quantificação de ninfas mumificadas e ninfas com orifício de saída característico da emergência do adulto, juntamente com a contabilização de espécimes adultos presentes nas amostras.

## **4.5. Análise dos dados**

### **4.5.1. Densidade populacional de *D. citri***

Para estimativa e comparação da densidade populacional de *D. citri*, os dados para fase de ovos e ninfas foram calculados de acordo com a fórmula:  $D = N/R$ , onde: N = número total de indivíduos por área; e R = número total de ramo novo por área. Com a finalidade de padronização das amostragens foi realizado o cálculo de densidade média ponderada levando em consideração o número de ramos novos amostrados em cada área, em seguida as densidades foram transformadas em uma escala comum (número de ovos/ramo e ninfas/ramo) para permitir a comparação direta dos dados. Em relação aos adultos utilizou-se como parâmetro para cálculo de densidade o esforço de coleta utilizado nas amostragens, definido em 120 segundos. Logo, a densidade dos adultos foi definida como sendo o número de adultos/planta/120 segundos.

#### **4.5.1.1. Avaliação da taxa de sobrevivência em campo.**

Para estimativa da taxa de sobrevivência (S) dos adultos de *D. citri* coletados em campo foi realizado o cálculo, considerando-se o número total dos indivíduos, de acordo com a fórmula a seguir:  $S (\%) = \text{Número total de ninfas coletadas} / \text{Número total de adultos coletados} \times 100$ .

### **4.5.2. Avaliação do nível de infestação**

Para determinação do nível de infestação, dentre as plantas selecionadas, foram considerados o número de pontos isentos da praga e o número de pontos infestados, sendo assim obtido o nível de infestação (% de plantas/área atacadas) em plantas de citros e/ou plantas de murta, na região urbana.

### **4.5.3. Intensidade de infestação**

Para análise de intensidade de infestação de *D. citri* foi utilizado o programa Qgis, onde as coordenadas geográficas das plantas/local foram transformadas em números decimais por meio do uso de uma calculadora geográfica, para que fosse possível fazer o georeferenciamento das coordenadas no software. Posteriormente, foi possível usar a ferramenta de Interpolação pela Ponderação do Inverso da Distância

(IDW) do software Qgis para confecção do mapa de intensidade de infestação do inseto (SILVA et al., 2019).

#### **4.5.4. Análise estatística**

Para a comparação das médias, foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, em seguida foi realizada transformação logarítmica dos dados, e foram posteriormente submetidos ao teste de ANOVA e Tukey ( $p < 0,05$ ). Todas as análises foram realizadas através do programa estatísticos PAST 4.03.

#### **4.5.5. Influência de fatores climáticos sobre a população de *D. citri***

Para verificar a influência dos fatores climáticos sobre a população de *D. citri*, foram utilizados os dados de temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ ) diárias, precipitação acumulada (mm) e umidade relativa do ar (%), para realização da análise de correlação com a densidade média de ovos, ninfas e adultos de *D. citri*. Para definir o grau de associação entre as variáveis abióticas, realizou-se o teste de Shapiro-Wilk, para verificação da normalidade e distribuição, posteriormente foi feita a transformação logarítmica dos dados, os quais foram submetidos à correlação linear de Pearson ( $p < 0,05$ ).

### **4.6. Método de detecção da bactéria *Ca. Liberibacter* spp. no inseto vetor**

#### **4.6.1. Extração de DNA**

As análises para detecção da bactéria *Ca. L. asiaticus* foram realizadas no laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal do Amazonas. A extração de DNA foi feita conforme protocolo de extração PM7/ 024 (05), *Xylella fastidiosa* (EPPO, 2024b) utilizando-se dez espécimes adultos, por amostra, de *D. citri* devidamente armazenados em álcool 80%.

Os insetos adultos foram macerados em eppendorf contendo 500 $\mu\text{l}$  de CTAB 2% (2,42g TRIS-HCL; 8,2g NaCl; 0,74g EDTA; 2g CTAB; 100mL H<sub>2</sub>O Deionizada) e sílica em gel. Em seguida, as amostras foram incubadas por 30 minutos em banho-maria a 65 $^{\circ}\text{C}$ . Após o resfriamento foram adicionados 500 $\mu\text{L}$  por amostra de Clorofórmio Álcool Isoamil (24:1), seguido de homogeneização em vórtex. Estas amostras foram encaminhadas para centrifuga a 16.000 rcf durante 10 minutos, em seguida, recuperou-se 400 $\mu\text{L}$  do sobrenadante de cada amostra e transferiu-se para novo eppendorf onde foi

adicionado 280µL de Isopropanol frio, homogeneizando levemente por inversão dos tubos durante 2 minutos. Após, as amostras foram armazenadas em freezer a -20°C de um dia para o outro. Posteriormente às 24 horas, as amostras foram centrifugadas a 16.000 rcf por 20 minutos, o sobrenadante foi descartado e foram adicionados 1000µL de Etanol 75% gelado, sendo novamente centrifugado a 16.000 rcf por 10 minutos. O sobrenadante foi cuidadosamente descartado e o eppendorf contendo o pellet foi acondicionado em estufa de ar para secagem, a 37°C por 15 minutos.

#### 4.6.2. Quantificação das amostras de DNA

As amostras de DNA foram previamente diluídas em 30µL de água deionizada para suspensão, e posteriormente, submetidas à eletroforese em gel de agarose 0,8% para visualização e análise da qualidade dos mesmos. As amostras foram também submetidas à quantificação por meio do aparelho Nanodrop. As amostras que resultaram em valores da proporção A260/A280 inferiores a 1,7 foram descartadas e uma nova extração foi realizada.

#### 4.6.3. Reação em Cadeia da Polimerase - PCR Convencional

Para detecção de *Ca. L. asiaticus* (Las) foram realizadas as reações de PCR com os oligonucleotídeos iniciadores (*primers*) OL1 e OL2 que amplificam um segmento de 563pb do gene 16S rRNA (TIAN; KE; KE, 1996) (Tabela 02).

**Tabela 02:** *Primer* utilizado para diagnóstico de *Ca. L. asiaticus*. através de PCR convencional.

Primers	Sequência 5' - 3'	Fragmento (pb)	Especificidade	Autor
<b>OL1</b>	TCTGTTTTCTTCGAGGTTGGTGAG	563	Las	Tian; Ke; Ke, 1996.
<b>OL2</b>	ACCGCAAGACTCCTTACCAGGAAG			

A reação foi realizada em 12µL da mistura de reação contendo 0,5µL do *primer* (OL1 e OL2); 6,28µL de H<sub>2</sub>O deionizada; 2,4µL de Buffer; 0,7 µL de Mg<sup>2+</sup>; 0,5µL de dNTP; 0,12µL de *Taq* polimerase e 1µL de cada amostra de DNA dos insetos, além de uma amostra contendo somente água deionizada. Um termociclador de gradiente (Biocycler) foi utilizado para as ampliações, com o seguinte ciclo térmico:

- *Ca. L. asiaticus* (*primers* OL1 e OL2): 45 ciclos térmicos cada um a 56°C por 30 segundos, 94°C por 45 segundos e 72°C por 30 segundos.

Após amplificação, 02 $\mu$ L alíquotas de cada mistura de reação foram analisadas por eletroforese em gel de agarose 1,2% com tampão TAE 1X (TAE 10X: Tris, Ácido Acético Glacial e EDTA) e corados com brometo de etídeo. As visualizações dos produtos da PCR foram feitas em transiluminador UV e registradas pelo sistema de fotodocumentação.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

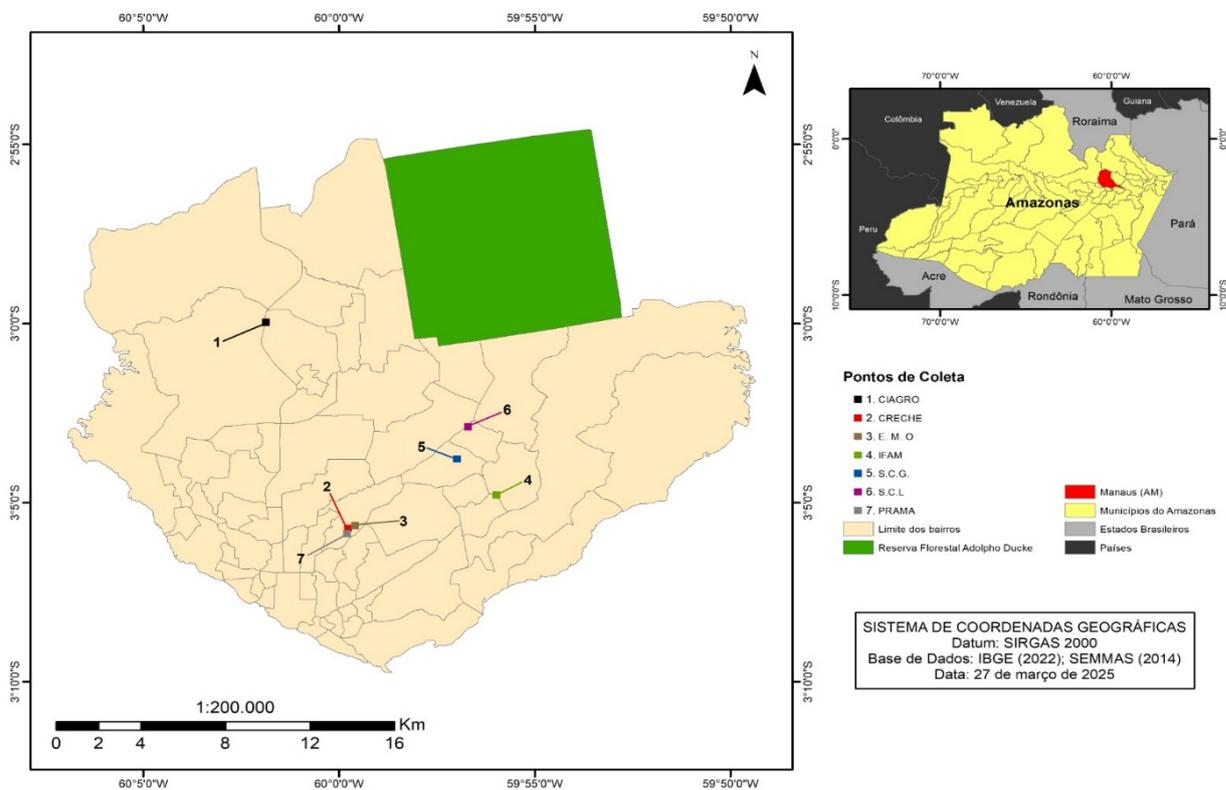
### 5.1. Ocorrência de *D. citri* na região metropolitana de Manaus, Amazonas

As análises realizadas nos materiais coletados, tanto das plantas de citros quanto das coletas de varredura realizadas na vegetação rasteira, não identificaram a presença de fases do psilídeo asiático dos citros. Ou seja, o *D. citri* não foi detectado nos quatro pomares comerciais investigados neste estudo.

A presença do inseto vetor do HLB, foi constatada somente nas plantas de ‘murta’ (*M. paniculata*) e em ‘limoeiros’ (*C. limon*) presentes nas vias públicas, no município de Manaus. Bayles et al. (2022) identificaram uma correlação expressiva entre ambientes urbanos e a elevada densidade populacional do psilídeo asiático dos citros (*D. citri*), indicando que esses espaços podem atuar como focos primários de introdução do inseto em pomares comerciais. Essa relação é sustentada por diversos fatores, entre os quais se destacam o transporte recorrente de mudas e outros materiais vegetais, o cultivo de plantas hospedeiras fora dos padrões de regulamentação, muitas vezes introduzidas de forma informal ou ilegal, e a abundância de espécies ornamentais compatíveis com o inseto em áreas urbanizadas, tais condições favorecem a persistência e disseminação da praga (THOMAS et al., 2017).

Durante as atividades de monitoramento de *D. citri* em áreas citrícolas do Amazonas, Garcia et al. (2014) registraram a presença do inseto exclusivamente em três pontos localizados na zona urbana de Manaus. Complementarmente, Nascimento et al. (2015) apontaram que a ocorrência da praga nessas áreas era limitada e com baixa densidade populacional. Tais resultados contrastam com as evidências obtidas no presente levantamento, no qual foram identificadas infestações em sete localidades distintas da área urbana de Manaus (Figura 12), revelando um aumento expressivo na incidência do psilídeo e sugerindo um avanço gradual da praga no espaço urbano. Além disso, as áreas amostradas apresentavam distâncias consideráveis entre si, com variações entre 357,13 metros e 14,04 quilômetros, o que reforça o potencial de disseminação do psilídeo na região. Essa capacidade de dispersão, somada à detecção de indivíduos em áreas próximas à transição urbano-rural (Figura 12), aponta para um risco crescente de introdução da praga nas áreas produtivas do município, destacando o papel da zona urbana como ponto estratégico de entrada e propagação do inseto.

Nesse contexto, um fator adicional de preocupação diz respeito à proximidade das infestações com as principais vias de acesso da região. Análise espacial das ocorrências de *D. citri* revela que os primeiros focos se concentraram significativamente ao longo das rodovias mais movimentadas, e esse padrão reforça a hipótese de que os corredores de transporte funcionam como canais para a entrada e disseminação da praga (THOMAS et al., 2017). A circulação frequente de veículos transportando material vegetal, cargas agrícolas e outros insumos podem favorecer a introdução acidental do inseto em novos territórios. Assim, as estradas não apenas conectam as regiões, mas também atuam como rotas facilitadoras da dispersão do psilídeo, especialmente na ausência de fiscalização rigorosa sobre o trânsito de plantas e produtos vegetais.



**Figura 12:** Localização das ocorrências de *D. citri* na zona urbana de Manaus, Amazonas. Legenda: 1- CIAGRO: empresa de paisagismo; 2 – CRECHE: Instituição de ensino infantil; 3 – E. M. O.: Edifício Morada Office; 4 – IFAM: Instituto Federal do Amazonas; 5 – S. G. C: Shopping Grande Circular; 6 – S. C. L.: Shopping Cidade Leste; 7 - PRAMA: praça pública em área residencial. Elaboração: Odemar J. S. C. Filho (2025).

Ao todo, ao longo do ano, foram avaliados 3.872 ramos novos, distribuídos em 42 plantas de murta e dois limoeiros, coletando-se um total de 15.839 ovos, 14.981 ninfas e 1.946 adultos (Tabela 3), com média geral de 4,1 ovos e 3,87 ninfas por ramos, valores semelhantes ao encontrado em plantas de murta e citros, na área urbana, em

municípios do estado do Pará, com média de 5,0 ovos e 3,98 ninfas por ramos (NORONHA et al., 2019).

**Tabela 03:** Número total de ovos, ninfas e adultos de *D. citri* coletados em murta (*M. paniculata*) e limoeiro (*C. limon*) em Manaus, Amazonas, Brasil.

Locais de Coleta	Coordenadas	Hospedeiro	Número				
			Plantas	Ramo novo	Ovos	Ninfas	Adultos
1- CIAGRO	2°59'57, 720''S 60°1'52, 033''W	Murta	10	880	2.990	1.570	185
2- CRECHE	3°5'42, 702''S 59°59'46, 130''W	Murta	10	880	2.445	1.466	333
3- E. M. O	3°5'37, 904''S 59°59'35, 531''W	Murta	01	88	1.603	613	114
4- IFAM	3°4'46, 803''S 59°55'58, 650''W	Murta	01	88	603	173	60
5- S. G. C	3°3'46, 726''S 59°56'59, 353''W	Murta	10	880	3.195	2.503	452
6- S. C. L	3°2'52, 575''S 59°56'42, 277''W	Murta	10	880	4.020	8.101	547
7- PRAÇA	3°5'51, 705''S 59°59'47, 895''W	Limoeiro	02	176	983	555	255
Total Murta			42	3.696	14.856	14.426	1.691
Total Limoeiro			02	176	983	555	255
<b>Total Geral</b>			<b>44</b>	<b>3.872</b>	<b>15.839</b>	<b>14.981</b>	<b>1.946</b>

Legenda: 1- CIAGRO: empresa de paisagismo; 2 – CRECHE: Instituição de ensino infantil; 3 – E. M. O.: Edifício Morada Office; 4 – IFAM: Instituto Federal do Amazonas; 5 – S. G. C: Shopping Grande Circular; 6 – S. C. L.: Shopping Cidade Leste; 7 - PRAÇA: praça pública em área residencial.

Sob as condições ambientais naturais, com variações térmicas e hídricas, além da presença de predadores, e de diferentes formas de manejo das plantas hospedeiras, a sobrevivência das ninfas de *D. citri*, coletados na zona urbana de Manaus, foi baixa no presente estudo. Em *M. paniculata*, observou-se uma taxa de apenas 11,38%, enquanto em *C. limon* esse valor foi de 25,94%. Esses resultados indicam que, embora a murta seja considerada hospedeira preferencial do psíldeo (AIDOO et al., 2020), a sobrevivência dos imaturos foi aproximadamente duas vezes maior nos limoeiros, revelando a elevada suscetibilidade de espécies cítricas cultivadas ao estabelecimento e proliferação do inseto. Tal constatação alerta para o potencial risco que a praga representa para a citricultura regional, caso venha a se estabelecer em áreas comerciais. É importante destacar que os altos índices de mortalidade nos estágios de ovos e ninfas exercem papel determinante no controle natural das populações do inseto (PAIVA;

YAMAMOTO, 2019), sendo fatores críticos para o equilíbrio ecológico e o sucesso de estratégias de manejo integrado.

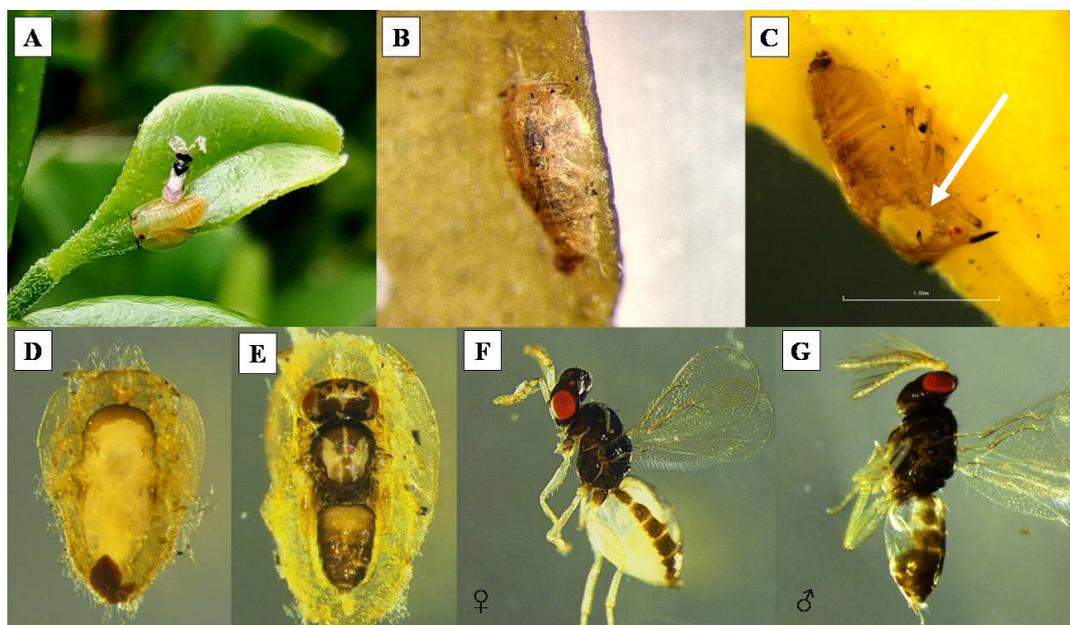
Estudos conduzidos em pomares do estado de São Paulo, avaliados em laboratório, e sob condições ambientais e climáticas específicas da região, revelaram variações notáveis na taxa de sobrevivência dos estágios imaturos de *D. citri*. Paiva e Parra (2012), ao avaliarem plantas da cultivar 'Valencia', observaram percentuais de sobrevivência de aproximadamente 10% durante a primavera e o outono, com elevação para cerca de 20% no verão e no final do outono. Em uma análise posterior, Paiva e Yamamoto (2019) identificaram taxa de 12,2% de sobrevivência dos imaturos na primavera, em plantas jovens de *C. sinensis*. Em contraste, sob condições consideradas ideais para o desenvolvimento do inseto, os índices de sobrevivência aumentam significativamente. Em experimentos conduzidos com *M. paniculata*, em temperaturas variando entre 15 °C e 30 °C, Liu e Tsai (2000) relataram taxas de sobrevivência, do estágio ovo ao adulto, superiores a 60%. Resultados semelhantes foram observados por Nava et al. (2007) em *C. limonia* (limão-cravo), com taxa de sobrevivência superior a 70% em condições térmicas entre 18 °C e 30 °C. Esses dados evidenciam que diversos fatores, como a espécie hospedeira, as condições climáticas, e interações ecológicas — incluindo competição intra e interespecífica — exercem influência significativa sobre a viabilidade do desenvolvimento do psilídeo em campo, podendo limitar seu estabelecimento e expansão.

Complementarmente, a análise dos adultos de *D. citri* capturados neste estudo revelou razão sexual de 1:1,2 (macho:fêmea), além da presença de variações em relação a coloração abdominal, obtendo predominância do morfotipo de coloração amarela (69,6%), seguido pelas tonalidades cinza (15,3%) e azul (13,2%). Essas diferenças morfológicas refletem adaptações fenotípicas com implicações diretas no comportamento e na biologia reprodutiva da espécie. Indivíduos com coloração amarela no abdômen, por exemplo, tendem a apresentar maior capacidade de oviposição (WENNINGER; HALL, 2008), enquanto aqueles com coloração azul demonstram maior aptidão para o voo prolongado (MARTINI et al., 2014), o que pode influenciar a dispersão da praga em áreas agrícolas. Por outro lado, estudos demonstram que o morfotipo laranja-amarelado é mais vulnerável à ação de inseticidas quando comparado aos tipos cinza-marrom e azul-esverdeado (TIWARI et al., 2012). Nesse sentido, o conhecimento detalhado sobre a frequência e distribuição dos diferentes morfotipos no campo torna-se uma ferramenta estratégica no manejo de *D. citri*, uma vez que a

coloração abdominal está associada a características que afetam diretamente o potencial de colonização, mobilidade e resistência aos métodos de controle.

Adicionalmente, durante o desenvolvimento do presente estudo, *T. radiata* (Figura 13) foi registrada em todas as áreas amostradas, tanto na planta hospedeira murta quanto nos limoeiros, o que evidencia sua ampla distribuição geográfica e sua contribuição no controle natural de *D. citri*. Trata-se de um parasitoide com elevada especificidade para ninfas do psilídeo asiático, sendo amplamente empregado em estratégias de controle biológico, em virtude de sua comprovada eficácia na supressão das populações desse inseto-praga em distintas regiões citrícolas (CHOW; SETAMOU, 2022; DINIZ et al., 2022).

Ao todo foram coletados 120 espécimes adultos de *T. radiata* com taxa de razão sexual de 1:2 (macho: fêmea), além de 474 ninfas com orifícios típicos da emergência do parasitoide (Figura 13C), bem como 522 ninfas mumificadas nas quais não houve emergência (Figura 13B), indicando que as ninfas foram parasitadas, mesmo em fases que o desenvolvimento do inimigo natural não se completou, expressando uma taxa de parasitismo de 6,65%. A presença frequente de *T. radiata* reforça sua importância como agente de controle biológico, sendo fundamental considerar sua preservação e potencial integração em programas de manejo integrado da praga.



**Figura 13:** Parasitoide *T. radiata*: A) Adulto parasitando ninfa de *D. citri*; B) Ninfa de *D. citri* parasitada e com aspecto característico de mumificação; C) Ninfa de *D. citri* com orifício (seta branca) de emergência do parasitoide; D) Estágio larva do parasitoide no interior da ninfa de *D. citri*; E) Pupa madura; F) Adulto fêmea; G) Adulto macho. Foto: Carla Duarte (2025).

## 5.2. Verificação da presença de *D. citri* na vegetação rasteira dos pomares cítricos

Após investigação e análise da comunidade infestante, identificou-se um total de 41 espécies de plantas daninhas nos pomares, distribuídas em 32 gêneros e 15 famílias (Tabela 04). Não foi encontrada presença de ovos e/ou ninfas de *D. citri* no material coletado, entretanto, o conhecimento destas plantas daninhas é de suma importância para posteriores estudos e identificação de possíveis hospedeiros secundários que possam vir a servir como fonte de sobrevivência para o psilideo caso este se estabeleça nos cultivos. E, embora sejam incapazes de suportar a reprodução ou a sobrevivência em longo prazo, ainda assim, pesquisa realizada na Flórida mostrou que *D. citri* apresenta capacidade de se hospedar nas espécies de plantas daninha *Bidens alba* (L.) DC e *Eupatorium capillifolium* (Lam.) Small ex Porter & Britton, ambas pertencentes a família Asteraceae, utilizando-as como reservatórios temporários de alimento e umidade quando as condições ideais do hospedeiro são escassas ou ausentes (JOHNSTON; STANSLY; STELINSKI, 2019). Ainda que essas plantas não tenham sido verificadas ou coletadas no presente estudo, vale ressaltar que espécies da família Asteraceae estão presentes em três dos quatros pomares avaliados (Tabela 04), sendo estas potenciais hospedeiras alternativas e ameaça aos cultivos em caso de introdução do psilideo.

**Tabela 04:** Classificação e distribuição das plantas daninhas identificadas no levantamento fitossociológico em cultivos convencionais de citros.

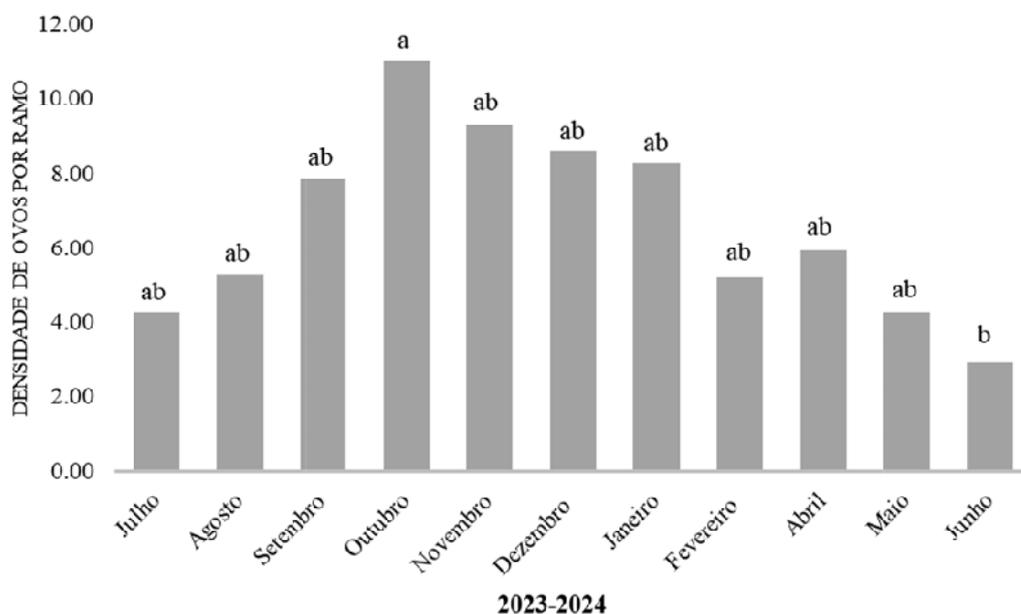
FAMÍLIA	ESPÉCIE	CLASSE	Nº DE INDIVÍDUOS			
			RPE	MAO	IRAN	PRES FIG
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	D	0	8	24	0
	<i>Amaranthus albus</i> L.	D	0	0	21	0
Asteraceae	<i>Adenostemma brasilianum</i> (Pers.) Cass.	D	03	0	0	0
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	D	02	0	0	0
	<i>Praxelis pauciflora</i> (Kunth.)	D	0	0	0	37
	<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less	D	0	0	04	5
Cleomaceae	<i>Cleome rutidosperma</i> Dc	D	0	01	0	0
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L	M	0	01	28	0
	<i>Commelina</i> sp.	M	01	0	0	0
Convolvulaceae	<i>Ipomoea ramosissima</i> (Poir.) Choisy	D	0	0	01	0
Cyperaceae	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	M	0	15	11	0
	<i>Cyperus difformis</i> L.	M	0	02	03	0

	<i>Cyperus iria</i> L.	M	0	28	0	0
	<i>Fimbristylis autumnalis</i> (L.) Roem. & Schult.	M	02	0	0	0
	<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeckeler	M	19	02	0	0
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	D	0	0	0	01
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	D	0	0	02	01
	<i>Euphorbia hirta</i> L.	D	0	0	04	0
Fabaceae	<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth.	D	08	0	0	0
	<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) Dc.	D	0	0	03	0
	<i>Desmodium triflorum</i> (L.)	D	0	0	0	54
	<i>Galactia striata</i> (Jacq.)	D	0	0	28	0
	<i>Mimosa pudica</i> L.	D	11	03	04	10
	<i>Zornia latifolia</i> Sm.	D	0	0	0	70
Lamiaceae	<i>Clinopodium brownei</i> (Sw.) Kuntze	D	0	24	0	0
Linderniaceae	<i>Lindernia procumbens</i> (Krock.) Borbás	D	07	0	0	0
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	D	0	0	7	0
	<i>Phyllanthus</i> sp.	D	0	0	0	01
Piperaceae	<i>Peperomia pellucida</i> (L.) Kunth	D	0	01	12	0
Poaceae	<i>Urochloa brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster	M	0	0	05	0
	<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R. D. Webster	M	30	0	0	0
	<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R. D. Webster	M	0	02	0	0
	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd	M	45	137	54	57
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	M	12	02	0	0
	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	M	0	03	0	0
	<i>Paspalum conjugatum</i> P. J. Bergius	M	0	0	0	07
	<i>Paspalum paniculatum</i> L.	M	0	0	0	07
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey	D	03	0	0	01
	<i>Oldenlandia corymbosa</i> L.	D	0	0	69	0
	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	D	0	0	0	45
Turneraceae	<i>Turnera melochioides</i> Cambess.	D	0	0	01	0

Legenda: D= Dicotiledônea; M= Monocotiledônea; RPE= Rio Preto da Eva; MAO= Manaus; IRAN= Iranduba; PRES FIG= Presidente Figueiredo.

### 5.3. Densidade populacional em murta

Nas plantas de murta, *M. paniculata*, a densidade populacional de *D. citri* apresentou média de  $6,57 \pm 0,7$  ovos/ramo (com amplitude de 2,92 - 11,02). Dentre os meses avaliados, a maior densidade de ovos foi observada no mês de outubro, que diferiu estatisticamente apenas do mês de junho (Figura 14). Esse resultado sugere uma relativa estabilidade na oviposição ao longo do ano, com oscilações pouco acentuadas entre os meses, indicando que, sob as condições regionais, a espécie mantém um padrão reprodutivo contínuo, favorecido por fatores como a disponibilidade de brotações e a adaptabilidade da murta às variações climáticas locais.

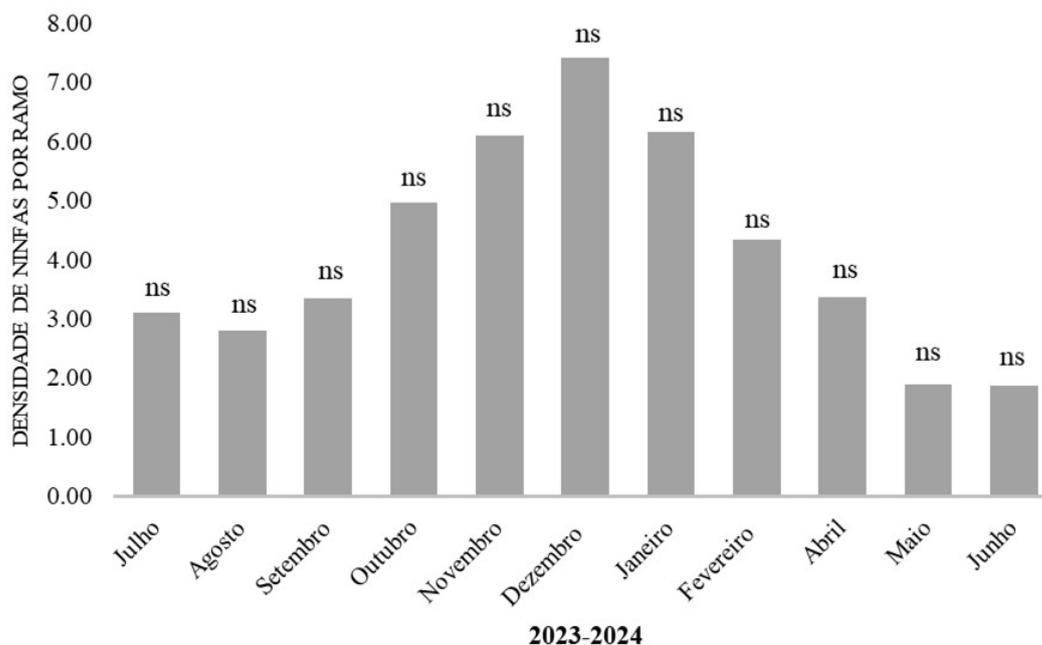


\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 14:** Densidade de ovos de *D. citri* por ramo em plantas de murta, na área urbana do município de Manaus, Amazonas, Brasil.

No que se refere à densidade de ninfas de *D. citri*, observou-se uma média de  $4,0 \pm 0,54$  ninfas/ramo (com amplitude de 1,68 - 7,43). Os picos populacionais dos meses de dezembro e junho representam os períodos de maior e menor densidade, respectivamente (Figura 15). E apesar dessas oscilações mensais, a análise estatística não revelou diferenças significativas entre os períodos avaliados, indicando uma estabilidade relativa na densidade de ninfas ao longo do ano. Esse padrão pode estar associado à capacidade de sobrevivência dos imaturos do psílideo sob condições ambientais variadas, especialmente em sua planta hospedeira preferencial. As ninfas de *D. citri* apresentam baixa mobilidade, permanecendo aderidas aos brotos jovens, onde realizam a alimentação contínua por meio de sucção da seiva do floema (GRAFTON-CARDWELL et al., 2013). Além disso, esses estágios imaturos são particularmente sensíveis às variações de temperatura, umidade, predação e parasitismo, sendo que taxas

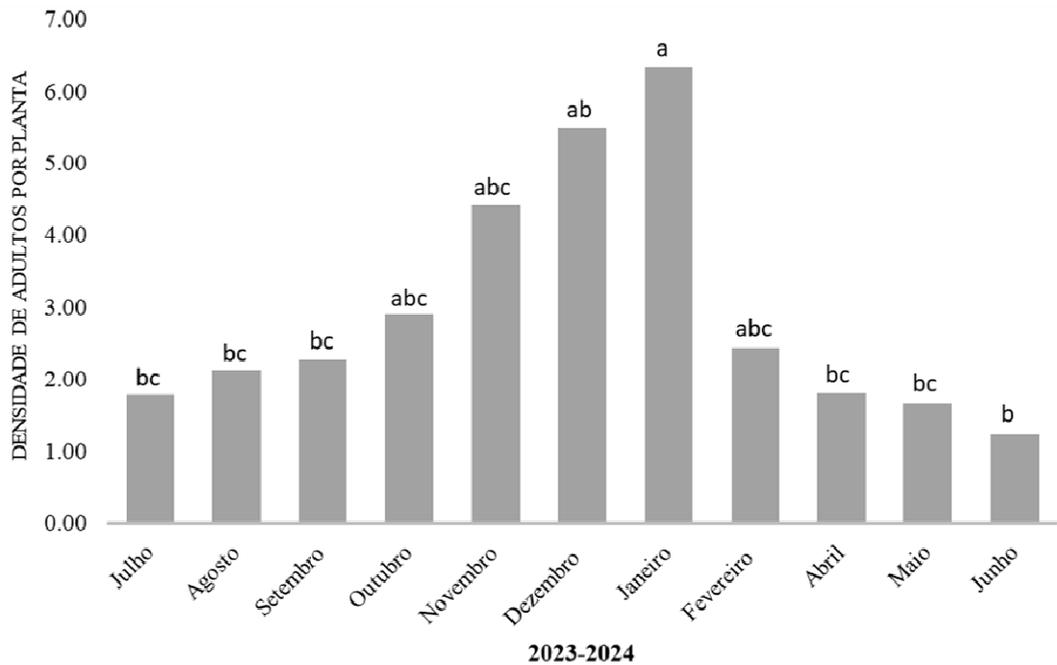
elevadas de mortalidade nessas fases podem limitar significativamente o crescimento populacional da praga (PAIVA; YAMAMOTO, 2019). No entanto, a presença recorrente de brotações em *M. paniculata* e sua adequação fisiológica ao inseto (AIDOO et al., 2020) contribuem para mitigar esses fatores limitantes, permitindo a manutenção de populações viáveis ao longo de diferentes épocas do ano, mesmo sob pressões ambientais.



\*Ns: médias não significativas pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 15:** Densidade de ninfas de *D. citri* por ramo, em murta presentes na área urbana do município de Manaus, Amazonas, Brasil.

No que diz respeito aos adultos, a densidade média foi de  $3,0 \pm 0,51$  (com amplitude de 1,2 - 6,3) adultos/planta. O maior número de indivíduos foi registrado no mês de janeiro, com diferenças estatisticamente significativas quando comparado aos meses de julho, agosto, setembro, abril, maio e junho, e o mês de dezembro apresentando diferença em relação ao mês de junho (Figura 16), evidenciando que há flutuação expressiva na população adulta ao longo do ano. Os dados indicam que os períodos de poucas chuvas criam condições particularmente favoráveis para o aumento populacional do inseto, provavelmente em razão do estímulo à emissão de brotações nas plantas hospedeiras. Por outro lado, durante os meses com regime pluviométrico mais intenso e constante, se observou uma queda acentuada na densidade de adultos, possivelmente em decorrência da menor disponibilidade de tecidos jovens e da maior suscetibilidade à lavagem dos insetos pelas chuvas, fatores que contribuem para a redução da população ativa na área.

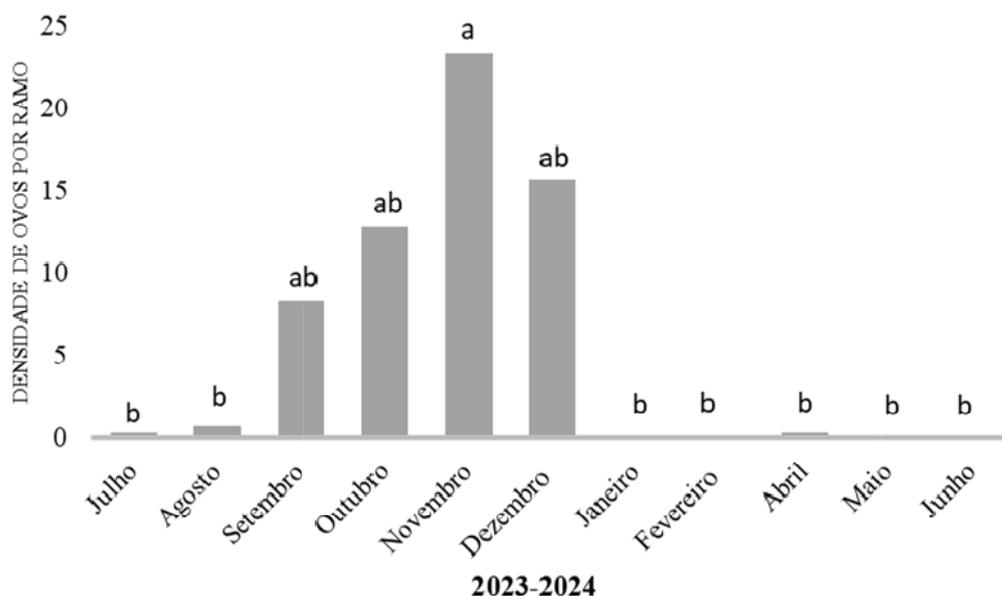


\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 16:** Densidade de adultos de *D. citri* por planta, em murtas presentes na área urbana do município de Manaus, Amazonas, Brasil.

#### 5.4. Densidade populacional em limoeiros

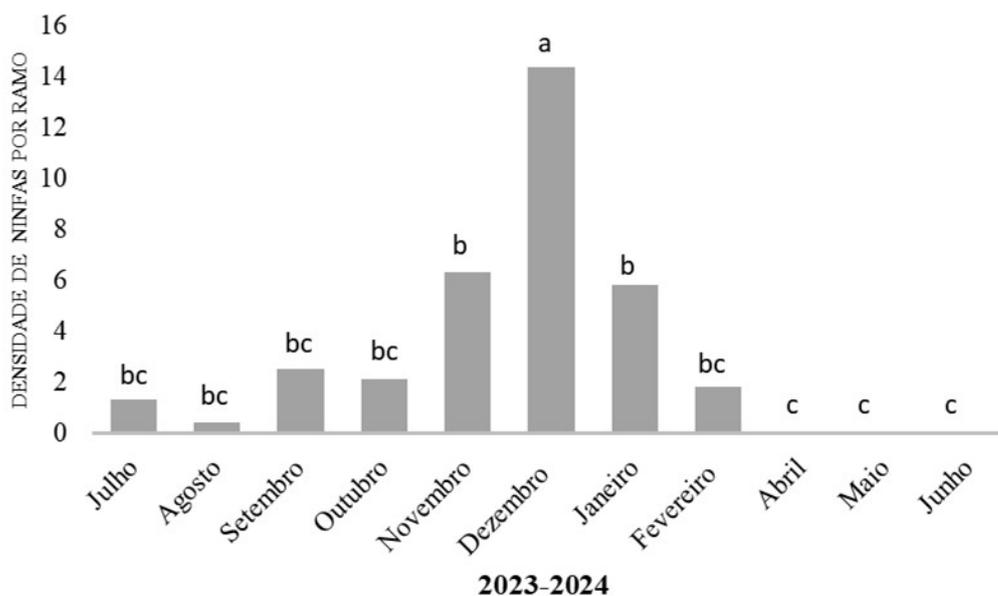
A seguir constam as densidades de ovos, ninfas e adultos de *D. citri* coletadas em plantas de *C. limon* e analisadas neste estudo. Para ovos, o valor de densidade média foi de  $5,59 \pm 2,49$  ovos/ramo, com valores variando entre 0 a 23,4 ovos/ramo. Mesmo sob condições ambientais e climáticas distintas das observadas em outras regiões produtoras, como o estado de São Paulo, esses valores se mostraram próximos à média registrada por Paiva (2009), que foi de 8,7 ovos/ramo em citros sob condições de campo. Os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro foram de maior densidade, atingindo o pico de oviposição no mês de novembro, que se destacou estatisticamente em relação aos meses de julho e agosto de 2023, assim como janeiro, fevereiro, abril, maio e junho de 2024, revelando variação significativa na densidade de ovos ao longo do ciclo anual (Figura 17).



\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 17:** Densidade de ovos de *D. citri* por ramo, em limoeiros presentes na área urbana do município de Manaus, Amazonas, Brasil.

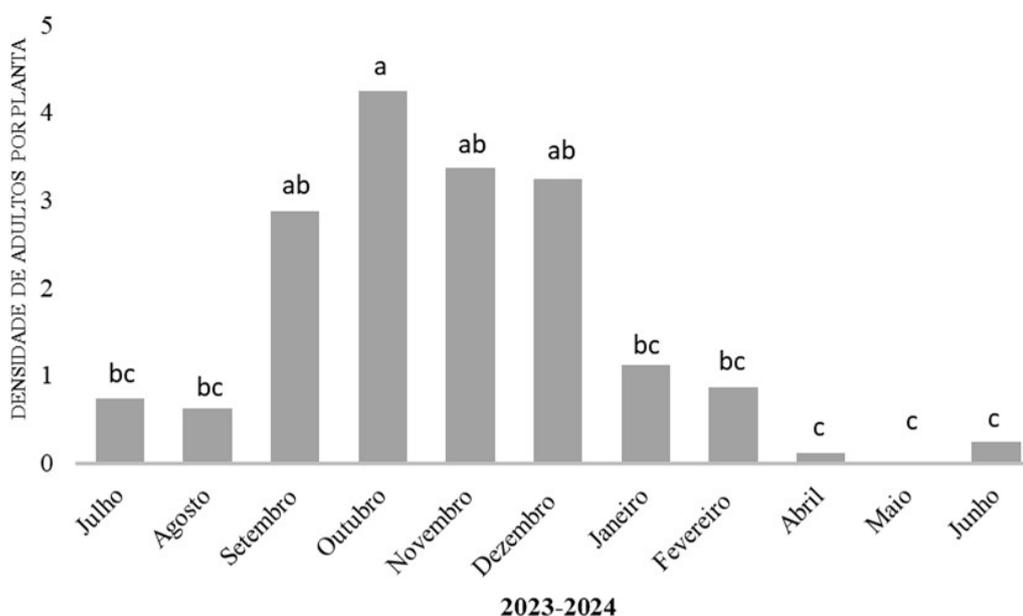
Quanto às ninfas, a densidade média registrada foi de  $3,1 \pm 1,3$  ninfas/ramo (amplitude de 0 a 14,4), com a maior densidade ocorrendo no mês de dezembro, que diferiu estatisticamente de todos os demais meses analisados, revelando que houve variação significativa na densidade de ninfas entre os meses avaliados ao longo do ano (Figura 18).



\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 18:** Densidade de ninfas de *D. citri* por ramo, em limoeiros presentes na área urbana do município de Manaus, Amazonas, Brasil.

Para os adultos, a densidade média foi de  $1,6 \pm 0,46$  indivíduos por planta, sendo setembro, outubro, novembro e dezembro os meses de maiores densidades, atingindo o maior registro populacional no mês de outubro, que diferiu significativamente dos meses julho e agosto de 2023, janeiro, fevereiro, abril, maio e junho de 2024 (Figura 19).



\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

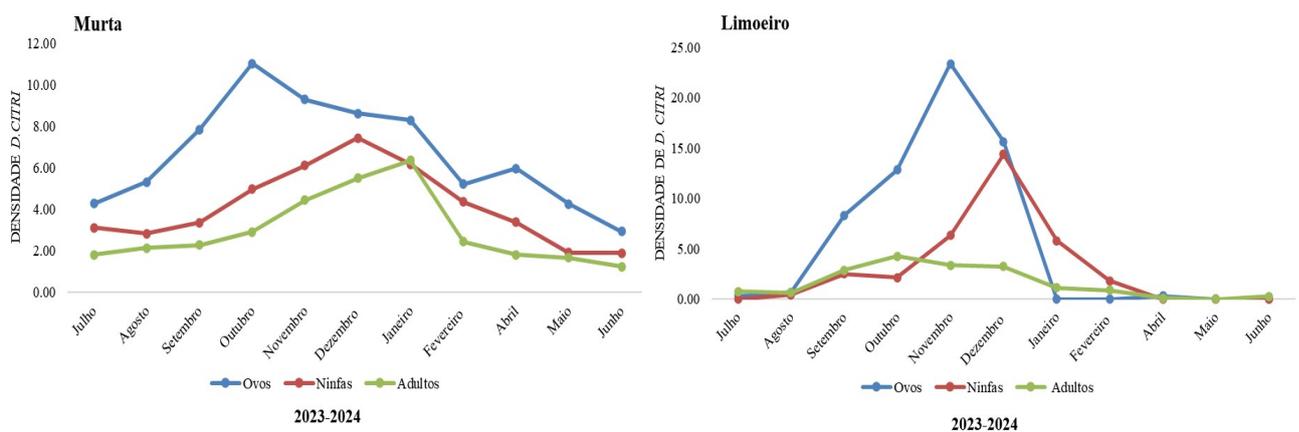
**Figura 19:** Densidade de adultos de *D. citri* por planta, em limoeiros presentes na área urbana do município de Manaus, Amazonas, Brasil.

Esses resultados demonstram que as fases de desenvolvimento do inseto respondem de maneira diferenciada ao longo do ano. Além disso, é importante destacar que *C. limon*, embora não seja a hospedeira mais preferida pelo psilídeo quando comparado a murta, ainda assim apresenta características morfofisiológicas favoráveis ao seu desenvolvimento, como brotações recorrentes e tecidos jovens persistentes, que funcionam como substrato ideal para oviposição e desenvolvimento ninfal, favorecendo o estabelecimento do inseto (AIDOO et al., 2020). A plasticidade vegetativa dessa espécie pode, portanto, atuar como fator determinante na manutenção de populações de *D. citri* ao longo do ano, especialmente em ambientes com menor pressão de controle.

Em geral, a análise da densidade média populacional de *D. citri* revelou valores mais elevados nas plantas de murta em comparação com os limoeiros avaliados. Este resultado corrobora com a literatura, que reconhece a murta como hospedeira preferencial do psilídeo, possuindo atributos morfológicos e fisiológicos que favorecem seu desenvolvimento e reprodução (AIDOO et al., 2020). Tal característica confere à

espécie um papel relevante na manutenção e amplificação das populações da praga em ambientes urbanos e periurbanos, representando um risco considerável para os pomares comerciais de citros quando cultivada ou presente em áreas próximas, especialmente devido ao seu potencial de servir como fonte contínua de inóculo para as áreas de produção. Entretanto, vale ressaltar que os limoeiros avaliados apresentaram condições de manutenção para a população de *D. citri*, e essa oferta constante de substrato adequado, associada à elevada atratividade da planta e sua ampla distribuição nos quintais e áreas urbanas, reforça o papel do limoeiro como um importante reservatório para populações de *D. citri*.

No que se refere à dinâmica populacional de *D. citri*, nos dois hospedeiros analisados ao longo deste estudo observou-se que os picos populacionais são distintos, mas com padrão semelhante, e a análise comparativa das suas fases biológicas permitiu observar diferenças relevantes no padrão de distribuição das fases do inseto. Em *M. paniculata*, verificou-se uma predominância marcante de ovos em relação às demais fases, seguidos por ninfas e, por último, adultos (Figura 20). Esse padrão sugere que a murta desempenha um papel essencial como planta preferencial para oviposição, provavelmente devido à sua capacidade de emitir brotações com maior frequência e em maior quantidade ao longo do tempo, criando um ambiente propício à instalação inicial do psilídeo (RAMSEY et al., 2022). A maior presença de ovos indica que as fêmeas selecionam preferencialmente esse hospedeiro para iniciar o ciclo reprodutivo, o que pode estar relacionado a fatores como a textura e a maciez dos tecidos novos, bem como à composição química das folhas jovens (YAMAMOTO; PAIVA; GRAVENA, 2001).



**Figura 20:** Média da densidade populacional de *D. citri*, em plantas de murta e limoeiros presentes na área urbana de Manaus, Amazonas, Brasil.

Nos limoeiros, por outro lado, observou-se que nos meses de janeiro e fevereiro ocorreu uma maior densidade de ninfas em relação a ovos e adultos (Figura 20), o que pode refletir variações no tempo de desenvolvimento embrionário ou maior sobrevivência das fases intermediárias (PLUKE; QURESHI; STANSLY, 2008). Essa discrepância entre as fases indica que o ciclo do inseto pode se completar com mais eficiência em determinados estágios da planta hospedeira, especialmente quando há oferta contínua de tecido jovem (CHAN-TECK et al., 2011; ORTEGA-ARENAS et al., 2013). Assim, embora ambos os hospedeiros sustentem o ciclo completo de *D. citri*, a forma como cada planta influencia a abundância relativa das diferentes fases do inseto destaca diferenças importantes na adequação de cada uma ao desenvolvimento do vetor.

### 5.5. Nível de infestação

A taxa média de infestação por *D. citri* no perímetro urbano de Manaus foi de 82,8%, com margem de erro estimada em 7,7%, indicando que 35 das 44 plantas avaliadas permaneceram infestadas de forma contínua ao longo do período de monitoramento. A análise entre os diferentes pontos amostrados revelou uma variação na incidência do inseto, com faixas de infestação oscilando entre 50% a 100% (Tabela 05), sugerindo que fatores locais específicos influenciaram a permanência e proliferação da praga. Aparentemente, o tipo de manejo adotado em cada local teve papel determinante nesses resultados, uma vez que plantas submetidas a podas frequentes e com reduzida emissão de brotações tenderam a apresentar menor densidade populacional do inseto. Em contrapartida, exemplares isolados apresentaram níveis de infestação consistentemente altos, com 100% de presença de *D. citri* em todos os meses avaliados. Ao comparar as espécies hospedeiras, observou-se que as plantas de citros apresentaram menor percentual de infestação em relação às plantas de murta (*M. paniculata*) (Tabela 05), e estas se mostraram determinantes para a intensidade da infestação.

**Tabela 05:** Níveis de infestação de *D. citri*: ovos, ninfas e adultos, na cidade de Manaus, Amazonas.

Locais de Coleta	Planta Hospedeira	Infestação			Média
		Ovos	Ninfas	Adultos	
			(%)		
1 - CIAGRO	Murta	71,82	69,09	52,73	<b>64,55</b>

2 - CRECHE	Murta	62,73	70	81,82	<b>71,52</b>
3 - E. M. O	Murta	100	100	100	<b>100</b>
4 – IFAM	Murta	100	100	100	<b>100</b>
5 - S. G. C	Murta	100	100	93,64	<b>97,88</b>
6 - S. C. L	Murta	100	98,18	90	<b>96,06</b>
7 – PRAÇA	Limoeiro	45,45	40,91	63,64	<b>50</b>

Legenda: 1- CIAGRO: empresa de paisagismo; 2 – CRECHE: Instituição de ensino infantil; 3 – E. M. O.: Edifício Morada Office; 4 – IFAM: Instituto Federal do Amazonas; 5 – S. G. C: Shopping Grande Circular; 6 – S. C. L.: Shopping Cidade Leste; 7 - PRAÇA: praça pública em área residencial.

A elevada taxa de infestação média observada em plantas hospedeiras no ambiente urbano de Manaus indica não apenas a ampla distribuição de *D. citri* na área, mas também sua capacidade de adaptação a diferentes condições de manejo e disposição das plantas. A manutenção da infestação ao longo de todo o ano, com valores superiores a 50%, demonstra que o inseto encontra condições favoráveis para seu desenvolvimento, mesmo em um ambiente sujeito a variações climáticas tropicais, o que pode estar relacionado à plasticidade fenotípica da espécie e à sua alta capacidade de colonização (GOMEZ-HURTADO, 2022).

A discrepância entre os níveis de infestação em diferentes pontos de coleta pode ser atribuída, em parte, ao tipo de manejo fitossanitário praticado nos domicílios. Plantas submetidas a podas frequentes, com baixa emissão de brotações, tendem a apresentar menor atratividade e suporte para o ciclo reprodutivo do psíldeo (YAMAMOTO; PAIVA; GRAVENA, 2001), corroborando com os dados obtidos nos limoeiros da praça pública (local 7) que apresentou o menor índice de infestação e era frequentemente submetido a podas. Por outro lado, plantas dispostas de forma isolada e não manejadas, além de fornecerem brotações livres de interferência humana, atuam como fontes persistentes de infestação, pois favorecem o acúmulo populacional ao longo do tempo, principalmente por não estarem sujeitas a pressões de controle.

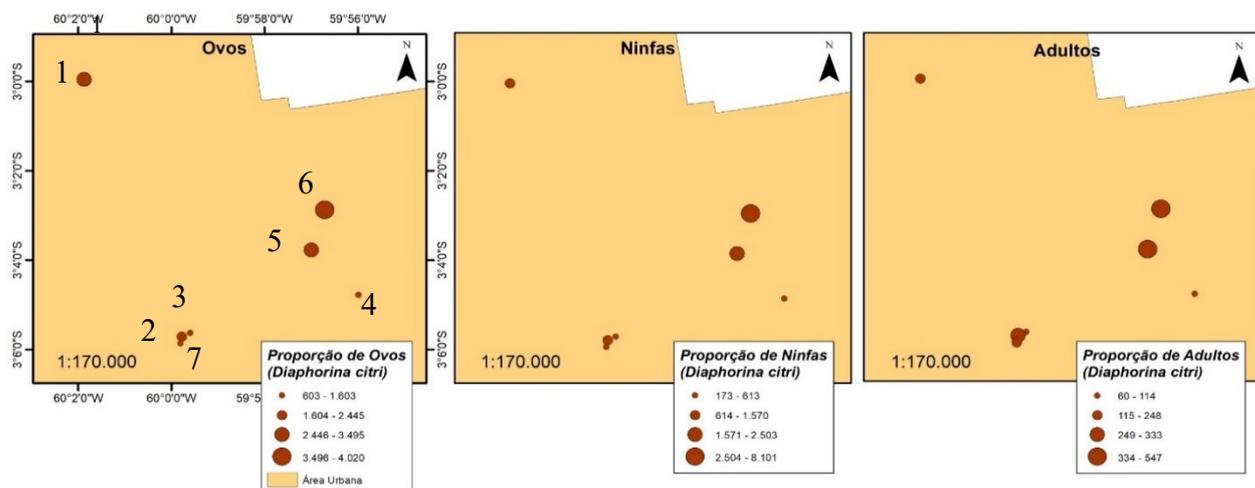
## 5.6. Intensidade da infestação

A maior intensidade de infestação por *D. citri* foi registrada plantas dispostas em cercas vivas localizadas no Shopping Grande Circular (local 05) e Shopping Cidade Leste (local 06). Também na planta solteira do Ifam (local 04), próximo a um fragmento

florestal, embora tenha apresentado alto índice de infestação ao longo do ano, ainda assim obteve baixa intensidade (Figura 21). Essa tendência sugere que a paisagem ao redor exerce influência significativa sobre a dinâmica populacional do inseto, possivelmente por atuar como barreira natural ou por favorecer a presença de inimigos naturais, como o parasitoide *T. radiata*, já registrado neste estudo.

As diferentes intensidades observadas entre os pontos amostrados também podem ser atribuídas às práticas de manejo distintas adotadas em cada local. Na coleta das plantas na CRECHE (local 02) e na PRAÇA (local 07) as podas eram regulares e as plantas apresentavam menor emissão de brotações, o que pode ter contribuído para baixa intensidade de infestação de ovos e ninfas, tendo em vista que essas fases dependem diretamente de brotações novas para o seu desenvolvimento, especialmente entre as fases vegetativas V2 a V3 (VARGAS-TORVAR et al., 2025; FUNDECITRUS, 2019). Logo, a poda funcionou como controle dos imaturos, ocasionando em níveis mais baixos de infestação, ao passo que locais com manejo ausente ou irregular favoreceram a permanência do psilídeo ao longo do tempo.

Observou-se também que nos locais onde havia mais de um exemplar de *M. paniculata*, como CIAGRO (local 01), CRECHE (local 02), Shopping Grande Circular (local 05) e Shopping Cidade Leste (local 06), a intensidade de infestação por *D. citri* foi maior (Figura 21). A maior densidade de plantas da mesma espécie hospedeira em um mesmo local cria condições ideais para a manutenção populacional do inseto, uma vez que amplia a oferta de brotações jovens, o que potencializa o risco em áreas com agrupamento dessas plantas. Ficando evidente que a presença simultânea de várias plantas de murta, especialmente em ambientes urbanos sem manejo fitossanitário, representa um importante fator de sustentação e disseminação da praga, elevando a ameaça à citricultura em regiões próximas (SILVA; PEREIRA; da ROCHA, 2019). Por isso, controlar e diminuir a quantidade de plantas hospedeiras sem monitoramento nas áreas urbanas se torna uma estratégia chave para evitar que a infestação avance e cause problemas nas regiões rurais.



**Figura 21:** Intensidade de infestação de *D. citri*: ovos, ninfas e adultos, na área urbana do município de Manaus, Amazonas. Legenda: 1- CIAGRO: empresa de paisagismo; 2 – CRECHE: Instituição de ensino infantil; 3 – E. M. O.: Edifício Morada Office; 4 – IFAM: Instituto Federal do Amazonas; 5 – S. G. C: Shopping Grande Circular; 6 – S. C. L.: Shopping Cidade Leste; 7 - PRAÇA: praça pública em área residencial.

### 5.7. Influência dos fatores abióticos sobre a população de *D. citri*

Os dados foram obtidos da estação convencional (82331) de Manaus, e durante o desenvolvimento deste estudo houve variações em relação aos meses estudados. A temperatura apresentou faixa térmica de 28-32,7°C, com setembro e janeiro obtendo maior e menor temperatura, respectivamente. A pluviosidade apresentou faixa de 11,4-191,8 mm, com setembro e dezembro os meses de menor e maior índice, respectivamente. Em relação à umidade a faixa obtida ao longo do estudo foi de 54,5-80,5%, e os meses de menor e maior umidade foram setembro e janeiro, respectivamente (Tabela 06).

**Tabela 06:** Fatores abióticos obtidos no período de 2023 a 2024 em Manaus, Amazonas, Brasil.

Período	Meses 2023-2024	Temperatura (°C)	Chuva (mm)	Umidade (%)
Estiagem	Julho	29,8	59,4	67,9
	Agosto	30,9	18,2	63,8
	Setembro	32,7	11,4	54,5
	Outubro	32,3	54,9	57,9
	Novembro	31,7	59,1	62,5
Chuvoso	Dezembro	28,3	191,8	77,4
	Janeiro	28,0	113,3	80,5
	Fevereiro	28,8	186,8	73,1
	Abril	28,7	168,8	78,0
	Maiο	29,2	133,1	73,8
	Junho	29,5	105,5	71,3

Os resultados indicam que a espécie demonstrou considerável capacidade de adaptação às condições térmicas locais, apresentando crescimento na densidade populacional no período mais quente na região. Sabe-se que a temperatura exerce um papel importante sobre diversos aspectos do ciclo biológico do inseto, como sua taxa de desenvolvimento, capacidade reprodutiva e dinâmica populacional (HUSSAIN et al., 2022; MILOSAVLJEVIĆ et al., 2020).

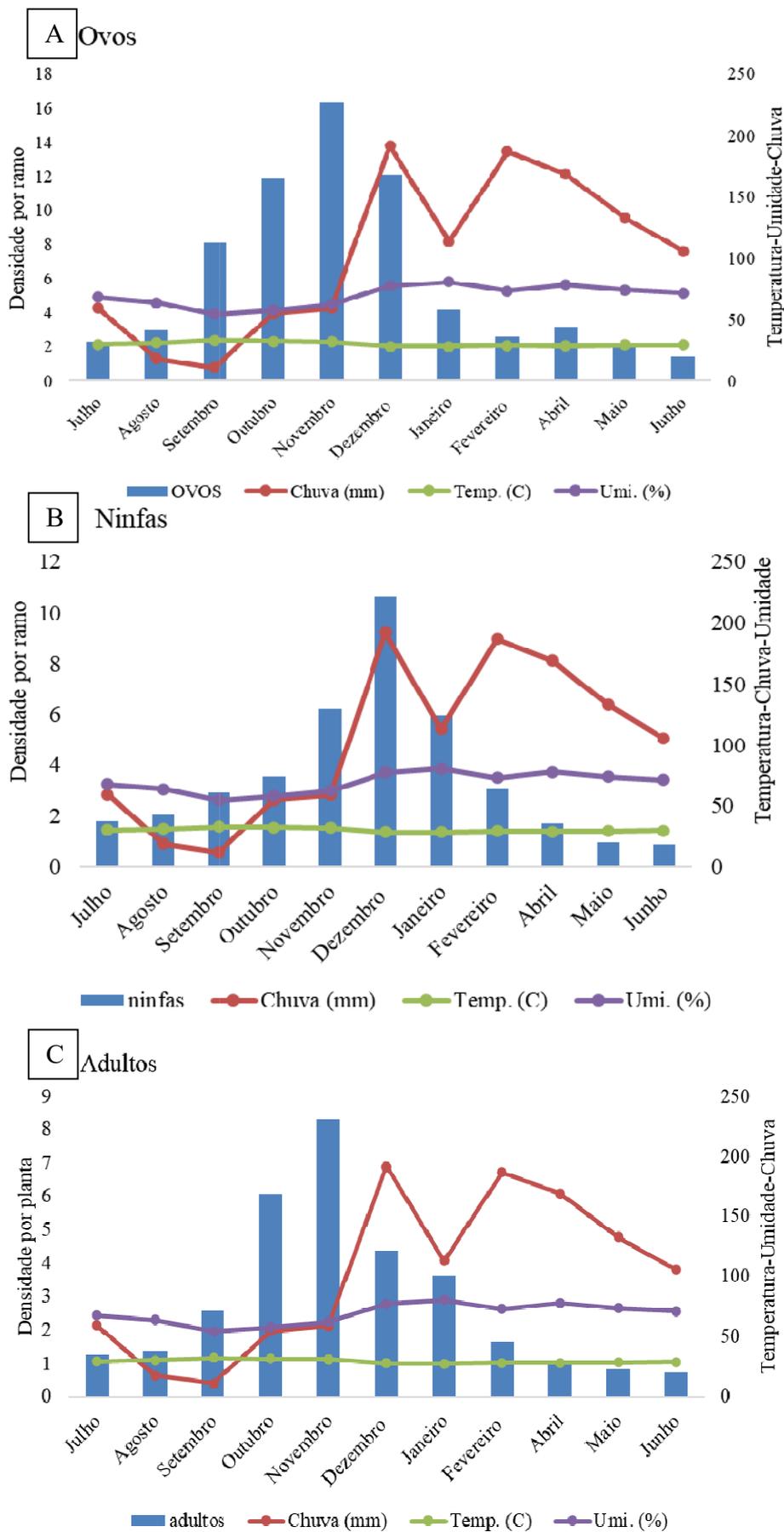
No período de julho a novembro, observou-se um aumento gradual e acentuado na densidade de ovos, partindo de 4,27 ovos/ramo em julho e alcançando o pico de 16,33 ovos/ramo em novembro (Figura 22A). Esse incremento na densidade de ovos/ramos ocorre justamente quando há a combinação do aumento progressivo da temperatura de 29,8 °C para 32,7 °C ( $\bar{x}$ = 31,48°C) nos meses com menores índices pluviométricos ( $\bar{x}$ =40,6 mm) e menores baixas na umidade relativa do ar ( $\bar{x}$ =61,32%) (Tabela 06). Essa combinação de clima quente e relativamente seco parece ser altamente favorável à oviposição, possivelmente por acelerar o metabolismo dos adultos (PÉREZ-ARTILES, 2017).

Entretanto, a partir de dezembro, a densidade de ovos passa a decrescer mesmo com temperaturas ainda dentro da faixa considerada ideal para o desenvolvimento reprodutivo da espécie (entre 28 °C a 29,5 °C). É justamente no mês de dezembro que ocorre o início do período chuvoso, que se estendendo até meados de junho. Nesse período o aumento dos índices pluviométricos ( $\bar{x}$ =149,88 mm) eleva a média da umidade relativa do ar ( $\bar{x}$ =75,68%) e diminui a média da temperatura ( $\bar{x}$ =28,75°C), essa combinação contribui diretamente para diminuição mensal da densidade de ovos/ramo até o mês de junho, quando alcança a menor densidade registrada, 2,92 ovos/ramo (Figura 22A). Altos índices de umidade e precipitação podem afetar negativamente a reprodução de *D. citri*, pois favorecem o crescimento de fungos entomopatogênicos e reduzem a aderência dos ovos às superfícies foliares, comprometendo sua viabilidade (HALL et al., 2012; AUBERT, 1987). De acordo com Parra et al. (2010), *D. citri* prefere ambientes com umidade moderada para se reproduzir com maior eficiência, evitando extremos que comprometem a sobrevivência das fases imaturas. Dessa forma, os dados revelam que a densidade de ovos de *D. citri* é mais elevada em condições de temperatura moderadamente alta, baixa precipitação e baixa umidade relativa do ar. Já em períodos chuvosos e úmidos, mesmo com temperaturas adequadas, a oviposição é significativamente reduzida. Esses resultados são consistentes com os limiares já registrados para a espécie, cujo desenvolvimento reprodutivo encontra condições ótimas

entre 28 °C a 32 °C, com umidade relativa variando de 50% a 65% (WANG, 2023; YANG et al., 2022).

Em relação à densidade de ninfas, observou-se que entre julho e dezembro ocorre um crescimento constante na quantidade de ninfas, de 3,00 para 7,43 ninfas/ramo. Esse período é marcado, mensalmente, por precipitações pluviométricas abaixo de 100 mm, baixa umidade (<70%) e temperaturas mais elevadas (29,8-32,7 °C), corroborando com os dados obtidos por Milosavljevic et al. (2020), onde constataram que temperaturas médias diárias entre 25°C a 30°C promovem aceleração significativa no crescimento das ninfas, favorecendo o ciclo de vida do inseto. Neste caso a combinação da temperatura, precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e brotações que ocorrem nessa época do ano, parece favorecer o aumento populacional das ninfas, reforçando a ideia de que o calor, especialmente acima de 30 °C, acelera o metabolismo e o ciclo de vida do inseto. Isso mostra que o calor exerce influência positiva no desenvolvimento ninfal, desde que ainda haja brotações disponíveis, pois as brotações são essenciais para o ciclo biológico do inseto, uma vez que o desenvolvimento das ninfas está diretamente vinculado à disponibilidade desses tecidos (FUNDECITRUS, 2019; FARIAS et al., 2018).

Vale ressaltar, que nesse período, a exceção foi o mês de dezembro, no qual foi registrada a maior densidade de ninfas, com o maior índice pluviométrico (191,8 mm), umidade elevada (77,4%) e temperatura menos elevada (28,3°C). No entanto, a partir do mês de dezembro a densidade de ninfas diminuiu mensalmente até atingir a quantidade mínima de 0,84 ninfas/ramo no mês de junho (Figura 22B). A esse respeito Hall et al. (2008) observaram que valores mensais de precipitação acima de 150 mm diminuem drasticamente densidade de ovos e ninfas, devido ao efeito lavagem, tendo em vista que *D. citri* oviposita na parte superior da planta, o que deixa as ninfas completamente expostas ao impacto das chuvas. Sendo assim, o que se observa é que não existe um único fator determinante e a combinação entre calor, precipitação pluviométrica, umidade e presença de brotações, são fatores que podem definir, de forma mais precisa, a dinâmica populacional das ninfas ao longo do ano.



**Figura 22:** Densidade populacional média de *D. citri*: (A) ovos, (B) ninfas e (C) adultos relacionados com os fatores abióticos: temperatura, precipitação e umidade relativa, Manaus, Amazonas, 2023-2024.

A população de adultos de *D. citri* também se mostrou sensível às variações climáticas, embora com padrão um pouco distinto do observado para as ninfas. O maior número de adultos foi registrado em novembro (8,27), coincidindo com alta umidade relativa (80,5%) e temperatura moderada (28 °C). Esse aumento pode refletir a maturação decorrente da fase ninfal do mês anterior, quando as condições favoreceram o desenvolvimento. Segundo Zavala-Zapata et al. (2022) a combinação entre temperaturas moderadas (22-28 °C) e baixos índices pluviométricos favorecem o aumento populacional de *D. citri*, corroborando com os resultados obtidos neste estudo. Além disto, de acordo com Martini e Stelinsk (2017), temperaturas a partir de 25 °C aumentam a capacidade de dispersão do inseto.

Durante os meses mais quentes e secos, como julho e agosto a densidade de adultos foi relativamente baixa, mesmo com condições aparentemente favoráveis à reprodução (Figura 22C). Isso pode indicar uma maior sensibilidade dos adultos ao estresse térmico ou à redução na disponibilidade de refúgios vegetativos. Já em novembro, a elevação simultânea de ovos e adultos sugerem uma fase de reprodução ativa, impulsionada por fatores como disponibilidade de brotações e condições climáticas amenas. A partir de dezembro, observa-se uma queda gradual nas populações adultas, possivelmente relacionada ao excesso de chuvas e à diminuição da oferta de substrato para alimentação e oviposição (Figura 22C).

Segundo García-Garduza et al. (2013), a dinâmica populacional de *D. citri*, em seus três estágios de desenvolvimento, tende a acompanhar de forma consistente a variação das brotações vegetativas e da temperatura, mas não segue o mesmo padrão de oscilação da precipitação. No entanto, ao se observar o comportamento populacional do inseto sob as condições ambientais locais deste estudo, verificou-se uma coincidência entre a variação populacional e os índices pluviométricos, principalmente no período chuvoso (Figura 22C). Essa constatação sugere que, embora não seja o principal estímulo ao crescimento populacional, a precipitação atua de forma dual na dinâmica do inseto: inicialmente como promotora do fluxo vegetativo e, posteriormente, como agente regulador, visto que as chuvas mensais, com intensidade acima de 150 mm diminuem de forma imediata a densidade de ovos e ninfas e, ao longo do período chuvoso, também afeta drasticamente a população de adultos (HALL et al., 2008), funcionando como mecanismo natural de controle.

### **5.7.1. Análise de Correlação com os Fatores Abióticos**

A análise estatística das correlações entre as fases de *D. citri* — ovos, ninfas e adultos — e as variáveis abióticas temperatura, precipitação e umidade relativa do ar não revelou associações estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) para nenhum dos parâmetros avaliados (Tabela 07). Embora tenham sido observados coeficientes de correlação de baixa magnitude, como no caso da temperatura em relação à densidade de ovos ( $r = 0,46955$ ;  $p = 0,14507$ ) e adultos ( $r = 0,45898$ ;  $p = 0,1556$ ), tais resultados não sustentam evidência robusta de influência direta dos fatores abióticos sobre a dinâmica populacional da praga nas condições avaliadas.

**Tabela 07:** Análise de Correlação de Pearson ( $p < 0,05$ ) entre a densidade de ovos, ninfas e adultos de *D. citri* com os fatores abióticos: temperatura, umidade relativa e precipitação em Manaus, Amazonas.

	Ovos	Ninfas	Adultos	Temp. (°C)	Chuva (mm)	Umidade (%)
Ovos				$p=0.14507$	$p=0.51941$	$p=0.18433$
Ninfas				$p=0.9802$	$p=0.87269$	$p=0.99748$
Adultos				$p=0.1556$	$p=0.53357$	$p=0.18102$
Temp. (°C)	<b>0.46955ns</b>	<b>-0.0085ns</b>	<b>0.45898ns</b>			
Chuva (mm)	<b>-0.2181ns</b>	<b>0.05488ns</b>	<b>-0.21093ns</b>			
Umi. (%)	<b>-0.4322ns</b>	<b>0.00108ns</b>	<b>-0.43515ns</b>			

\*ns: não houve diferença significativa.

Essa aparente ausência de correlação significativa pode estar associada à resiliência ecológica de *D. citri* frente às oscilações ambientais típicas de regiões tropicais e subtropicais, como já sugerido por estudos anteriores. De acordo com Liu e Tsai (2000), o desenvolvimento do psilídeo pode ocorrer em ampla faixa de temperatura, com tolerância que varia entre 10 °C e 33 °C, sendo que o ótimo para o desenvolvimento de ovos e ninfas situa-se entre 25 °C e 28 °C. Portanto, pequenas variações dentro desse intervalo podem não se traduzir em efeitos mensuráveis sobre a abundância das fases do inseto, especialmente em áreas onde o clima se mantém relativamente estável dentro dessa faixa térmica.

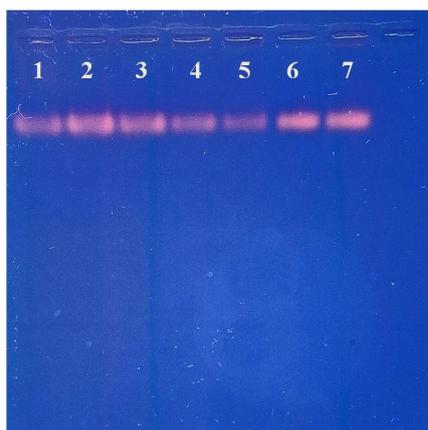
Além disso, pesquisas como as de Hall et al. (2011) e Inoue et al. (2009) apontam que a disponibilidade de brotações, mais do que os fatores abióticos

isoladamente, constitui o principal fator determinante para a oviposição e o estabelecimento de colônias de *D. citri*, dada a sua dependência de tecidos jovens para alimentação e reprodução. Assim, mesmo em condições ambientais aparentemente favoráveis, a ausência de flushes vegetativos pode limitar a ocorrência de ovos e ninfas, obscurecendo possíveis relações estatísticas com as variáveis climáticas.

Portanto, os resultados observados reforçam a ideia de que, embora o clima exerça influência sobre a biologia de *D. citri*, essa influência pode não se expressar de forma linear e direta, especialmente quando fatores como fenologia da planta hospedeira, interações ecológicas locais e práticas de manejo também desempenham papel relevante na configuração das populações do inseto

### 5.8. Detecção da bactéria *Ca. L. asiaticus* em amostras de insetos adultos de *D. citri*

A utilização do método de extração baseado em CTAB foi eficaz para obtenção de DNA genômico de qualidade (Figura 23), com rendimento satisfatório para aplicações posteriores. As concentrações obtidas (Tabela 08) foram adequadas para a realização de reações de PCR convencional, com média em ng/μl das amostras de 168,1ng/μl, indicando que a técnica adotada atende aos requisitos necessários para análises moleculares com precisão e confiabilidade. Esses resultados demonstram a eficiência do protocolo na recuperação de material genético íntegro, apto à amplificação e identificação por meio de técnicas de biologia molecular.



**Figura 23:** Eletroforese em gel de agarose: DNA extraído a partir de amostras de adultos de *D. citri* coletados em plantas de murta (1-6) e limoeiros (7) da área urbana de Manaus, Amazonas, Brasil. Legenda: 1- CIAGRO: empresa de paisagismo; 2 – CRECHE: Instituição de ensino infantil; 3 – E. M. O.: Edifício Morada Office; 4 – IFAM: Instituto Federal do Amazonas; 5 – S. G. C: Shopping Grande Circular; 6 – S. C. L.: Shopping Cidade Leste; 7 - PRAÇA: praça pública em área residencial. Foto: Carla Duarte (2024).

A análise das amostras por PCR convencional não resultou em amplificação do fragmento-alvo (563 pb) correspondente ao DNA de *Ca. L. asiaticus*, agente etiológico do Huanglongbing nas amostras avaliadas (Tabela 08). Dessa forma, os resultados obtidos foram interpretados como negativos para a presença da bactéria nas amostras testadas. A ausência de amplificação sugere que, no período e nas condições em que este estudo foi conduzido, não houve detecção do patógeno associado ao vetor *D. citri*.

**Tabela 08:** Resultado de análise, em Nanodrop e PCR convencional, realizados nas amostras de DNA extraídas de adultos de *D. citri*, obtidos em Manaus, Amazonas.

Amostras	Hospedeiro	N. de indivíduos	Proporção A260/A280	Nucleic Acid (ng/μl)	<i>Ca. L. asiaticus</i> fragmento 563pb
Local 01	Murta	10	2.06	193,2	Negativo
Local 02	Murta	10	1.94	152,7	Negativo
Local 03	Murta	10	2.13	168,9	Negativo
Local 04	Murta	10	1.83	148,4	Negativo
Local 05	Murta	10	2.15	142,9	Negativo
Local 06	Murta	10	2.16	198,8	Negativo
Local 07	Limoeiro	10	1.83	171,8	Negativo

Legenda: 1- CIAGRO: empresa de paisagismo; 2 – CRECHE: Instituição de ensino infantil; 3 – E. M. O.: Edifício Morada Office; 4 – IFAM: Instituto Federal do Amazonas; 5 – S. G. C: Shopping Grande Circular; 6 – S. C. L.: Shopping Cidade Leste; 7 - PRAÇA: praça pública em área residencial; N. de indivíduos: número de indivíduos adultos utilizados em cada amostra.

Este resultado é particularmente relevante ao considerar o risco fitossanitário associado à introdução do HLB em regiões ainda consideradas livres da bactéria. Embora o vetor tenha sido amplamente registrado na área urbana de Manaus ao longo do ano estudado, a não detecção do patógeno sugere que a bactéria ainda não se estabeleceu na região. Além disso, sabe-se que populações de *D. citri* podem permanecer livres de infecção por *CaL. asiaticus* mesmo em áreas onde o vetor está amplamente distribuído, sobretudo quando há predominância de hospedeiros alternativos ou ausência de plantas sintomáticas (PELZ-STELINSKI et al., 2010).

A constatação da presença de *D. citri* em áreas urbanas de Manaus, ainda que sem a detecção de *Ca. L. asiaticus*, acende um alerta quanto ao elevado risco fitossanitário associado à eventual introdução do huanglongbing na região. O estado do Amazonas, embora não seja reconhecido como um dos principais produtores de citros

do país apresenta crescente expansão de pomares comerciais voltados para mercados locais e regionais, especialmente em sistemas de agricultura familiar (IDAM, 2025). A introdução de *Ca. L. asiaticus* nesse contexto poderia comprometer severamente a sustentabilidade desses cultivos, dada a agressividade da doença e a dificuldade de controle em regiões tropicais úmidas, onde o ciclo do vetor é potencialmente favorecido durante todo o ano (BOVÉ, 2006; GOTTWALD et al., 2007). Além disso, o isolamento geográfico da região Norte não é suficiente para conter o avanço do patógeno, sobretudo considerando o fluxo interestadual de mudas e materiais vegetais, muitas vezes sem controle fitossanitário rigoroso (THOMAS et al., 2017). Assim, a presença consolidada do vetor aliada a medidas de vigilância ativa e manejo preventivo insuficiente pode configurar um cenário propício à introdução e rápida disseminação do HLB, colocando em risco a produção regional.

## 6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que *D. citri* encontra-se ausente nos pomares comerciais analisados, porém amplamente estabelecido na área urbana de Manaus. Embora tenha expressado baixa taxa de sobrevivência, o inseto apresentou alta taxa de infestação em plantas de murta (*M. paniculata*) com menor intensidade em limoeiros (*C. limon*). Além disto, ficou evidente que a presença simultânea de múltiplas plantas de murta em ambientes urbanos, especialmente aquelas em que não ocorre nenhum tipo de manejo fitossanitário, sustenta populações elevadas do psíldeo, criando um ambiente propício à sua multiplicação e dispersão. A metodologia utilizada nas amostragens se mostrou eficiente para captura e estimativa populacional de *D. citri*.

Foi realizado o primeiro registro do parasitoide *T. radiata*, altamente específico para ninfas de *D. citri*, em todas as áreas amostradas, expressando uma taxa de parasitismo de 6,65%. A presença frequente do parasitoide reforça sua importância como agente de controle biológico, sendo fundamental considerar sua preservação e potencial integração em programas de manejo integrado da praga.

Os fatores abióticos, temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, exerceram influência sobre a dinâmica populacional do inseto. Durante o período de estiagem, as variações de temperatura e chuvas isoladas podem ter estimulado o surgimento de novas brotações, o que provavelmente favoreceu o aumento da população. Por outro lado, no período chuvoso, a intensificação da precipitação pluviométrica e o aumento da umidade relativa do ar reduziram as densidades populacionais.

A não detecção de *Ca. L. asiaticus* nas análises moleculares indicam que, até o momento, o HLB não está presente na região. No entanto, a presença consolidada do vetor em áreas urbanas e a proximidade com áreas rurais representam um elevado risco fitossanitário. Em regiões tropicais como a Amazônia, onde o clima favorece a reprodução contínua do inseto, a eventual introdução do patógeno poderá comprometer seriamente a citricultura local e regional.

Diante desse cenário, este estudo reforça a necessidade de adoção de medidas preventivas, como o monitoramento contínuo das populações do vetor, a eliminação ou manejo adequado de plantas hospedeiras alternativas em áreas urbanas, e o fortalecimento da fiscalização fitossanitária especialmente sobre o comércio de mudas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAF - AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESTADO DO AMAZONAS. Plano de Contingência: Huanglongbing (HLB) para o Estado do Amazonas. 2021. Disponível em: <Plano-Contingência-HLB-versão-Final-1.pdf (adaf.am.gov.br)> Acesso em: Jan de 2024.

AIDOO, O. F.; COY, M. R.; DAVIS, M. J.; WILSON, M. C.; STELINSKI, L. L. Host plant effects on fitness and feeding behavior of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 103, n. 3, p. 376–381, 2020.

ALVAREZ, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's Climate Classification Map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711–728, 2013.

AMMAR, E. D.; RAMOS, J. E.; HALL, D. G.; DAWSON, W. O.; SHATTERS, R. G. J. R. Acquisition, replication and inoculation of *Candidatus Liberibacter asiaticus* following various acquisition periods on Huanglongbing infected citrus by nymphs and adults of the Asian citrus psyllid. **PLOS ONE**, v. 11, e0159594, 2016.

AUBERT, B. *Trioza erytreae* Del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psylloidea), the two vectors of *Citrus* Greening Disease: Biological aspects and possible control strategies. **Fruits**, v. 42, n. 3, p. 149-162, 1987.

BASSANEZI, R. B.; LOPES, S. A.; DE MIRANDA, M. P.; WULFF, N. A.; VOLPE, H. X. L.; AYRES, A. J. Overview of citrus huanglongbing spread and management strategies in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 45, p. 251-264, 2020.

BAYLES, B. R.; THOMAS, S. M.; SIMMONS, G. S.; DAUGHERTY, M. P. Quantifying Spillover of an Urban Invasive Vector of Plant Disease: Asian Citrus Psyllid (*Diaphorina citri*) in California Citrus. **Frontiers in Insect Science**, v. 2, p. 1-10, 2022.

BEATTIE, G. A. C.; HOLFORD, P.; HAIGH A. M.; BROADBENT, P. On the origins of *Citrus*, huanglongbing, *Diaphorina citri* and *Trioza erytreae*. Proceedings of the International Research Conference on Huanglongbing, dezembro de 2008 (ed. por TR Gottwald & JH Graham), **Plant Management Network**, Orlando, FL, EUA, p. 23–56, 2009.

BEATTIE, G. A. C.; BARKLEY, P. Huanglongbing and Its Vectors: A Pest-Specific Contingency Plan for the Citrus and Nursery and Garden Industries. **Horticulture Australia**, Sydney, Australia, v. 2, p. 272, 2009.

BOVÉ, J.M. Huanglongbing: A destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Plant Pathology Journal**, v. 88, p. 7–37, 2006.

BURCKHARDT, D.; OUVRARD, D.; PERCY, D. M. An updated classification of the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea) integrating molecular and morphological evidence. **European Journal of Taxonomy**, v. 736, p. 137–182, 2021.

- CABI COMPENDIUM. Citrus Huanglongbing (greening) disease (citrus greening). 2022. Disponível em: <cabidigitallibrary.org>. Acesso em: Jan de 2024.
- CANALE, M. C.; TOMASETO, A. F.; HADDAD, M. L.; COLETTA-FILHO, H. D.; LOPES, J. R. S. Latency and Persistence of ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’ in Its Psyllid Vector, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). *Phytopathology*, v. 107, n. 3, p. 264–272, 2017.
- CARMO-SOUSA, M.; CORTÉS, M. T. B.; LOPES, J. R. S. Understanding psyllid transmission of *Candidatus Liberibacter* as a basis for managing huanglongbing. **Tropical Plant Pathology**, v. 45, p. 572–585, 2020.
- CHAN-TECK, S. L.; FATIMAH, A.; BEATTIE, A.; KUEH JUI HENG, R.; SING KING, W. Seasonal population dynamics of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama in Sarawak. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, v. 6, n. 4, p. 527–535, 2011.
- CHOW, A.; SÉTAMOU, M. Parasitism of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) by *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) on residential citrus in Texas: Importance of colony size and instar composition. **Biological Control**, v. 165, p. 1-11, 2022.
- COSTA LIMA, A. M. **Insetos do Brasil**. Rio de Janeiro. Escola Nacional de Agronomia, Série Didática, Homoptera, p. 327, 1942.
- COSTA, G. V. D.; NEVES, C. S. V. J.; BASSANEZI, R. B.; LEITE, R. P.; TELLES, T. S. Economic impact of Huanglongbing on orange production. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, p. 35-47, 2021.
- DINIZ, A. J. F.; ALVES, G. R.; VIEIRA, J. M.; PARRA, J. R. P. Manejo do psilídeo dos citros com uso do parasitoide *Tamarixia radiata*: uma nova abordagem em controle biológico. *In: Controle biológico com parasitoides e predadores na agricultura brasileira*. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, cap. 6, 2022.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Mandioca e Fruticultura. 2021. Disponível em: <[http://www.cnpmf.embrapa.br/Base-de-Dados/index\\_pdf/dados/brasil/laranja/b1\\_laranja.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/Base-de-Dados/index_pdf/dados/brasil/laranja/b1_laranja.pdf)>. Acesso em: Abr de 2025.
- EPPO GLOBAL DATABASE. *Diaphorina citri*. **EPPO Fact Sheets on Pests Recommended for Regulation**. 2024a. Disponível em: <<https://gd.eppo.int>>. Acesso em: Out de 2024.
- EPPO GLOBAL DATABASE. PM7/24(5) *Xylella fastidiosa*. **EPPO Standard on Diagnostics**, p. 230-231, 2024b. Disponível em: <<https://gd.eppo.int>>. Acesso em: Nov de 2024.
- FARIAS, A. P.; TEODORO, A. V.; PASSOS, E. M.; SANTOS, M. C.; SILVA, F. G.; SILVA, S. S.; JUMBO, L. V. Dinâmica populacional e parasitismo natural de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) em pomares de citros em Sergipe. **Entomobrasilis**, v. 11, n. 1, p. 20-25, 2018.

FERRER, C. M.; VANACLOCHA, P. *Diaphorina citri* (Asian citrus psyllid). **CABI COMPENDIUM**, Edição 615: Compendia Data Sheets. 2022. Disponível em: <<https://www.cabi.org/cpc/datasheet/18615a>>. Acesso em: Dez de 2023.

FUNDECITRUS - FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA. Manual de Psilídeo *Diaphorina citri*: medidas essenciais de controle. Araraquara: **Fundecitrus**, 2º ed., 19 p, 2022.

FUNDECITRUS - FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA. Ciência e Sustentabilidade para a Citricultura: Greening (Huanglongbing - HLB). 2019. Disponível em: <<https://www.fundecitrus.com.br/doencas/greening>>. Acesso em: Dez de 2023.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; SPOTTI LOPES, J. R.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. FEALQ, Piracicaba-SP, v. 10, p. 625-626, 2002.

GARCIA, M. V. B.; FIGUEIREDO, E. S. De; GARCIA, T. B.; SILVA, L. F. DA. Monitoramento de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) em regiões citrícolas no Amazonas. 2014. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/266146817>>. Acesso em: Out de 2023.

GARCÍA-GARDUZA, D.; SÁNCHEZ SOTO, S.; ROMERO NÁPOLES, J.; PÉREZ FLORES, J. Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en limón persa (*Citrus latifolia*), em Huimanguillo, Tabasco, México. **Revista Colombiana De Entomología**, v. 39, n. 2, p. 201–204, 2013.

GARCIA-PEREZ, F.; ORTEGA-ARENAS, L. D.; LOPEZ-ARROYO, J. I.; GONZALEZ-HERNANDEZ, A.; LOMELI-FLORES, J. R.; ROMERO-NAPOLES, J. Morphometry of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) on six Rutaceae from Veracruz, Mexico. **Florida Entomologist**, v. 96, p. 529–537, 2013.

GARZO, E.; BONANI, J. P.; LOPES, J. R. S.; FERERES, A. Morphological description of the mouthparts of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). **Arthropod Structure & Development**, v. 41, p. 79-86, 2012.

GOMEZ-HURTADO, K. D. Evaluación de La Susceptibilidad de *Diaphorina citri* Kuwayama Insecto Vector del HLB frente a cepas fúngicas com potencial entomopatógeno em condiciones in vitro. **Trabajo de Grado**, Universidad de Santander, México, p. 1-83, 2022.

GOTTWALD, T. R.; GONZALES, C. I.; MERCADO, B. G. Analysis of the distribution of citrus greening in orchards in the Philippines. *In*: Proceedings of the 11th Conference of the International Organization of Citrus Virologists, **Riverside**, CA, USA, p. 10–15, 2019.

GOTTWALD, T. R.; DA GRAÇA, J. V.; BASSANEZI, R. B. Citrus Huanglongbing: The pathogen and its impact. **Plant Health Progress**, v. 8, p. 31, 2007.

GRAFTON-CARDWELL, E. E.; STELINSKI, L. L.; STANSLY, P. A. Biology and management of Asian citrus psyllid, vector of the Huanglongbing pathogens. **Annual Review Entomology**, v. 58, p. 413-32, 2013.

HAI-LIN, L.; XIA-LIN, Z.; ZONG-YOU, H.; WEN, L. Review of reproductive behavior in *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Homoptera: Liviidae). **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 12, p. 601–606, 2019.

HALL, D. G.; RICHARDSON, M. L.; AMMAR, E. D.; HALBERT, S. E. Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, vector of citrus huanglongbing disease. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 146, p. 207-223, 2013.

HALL, D. G.; HENTZ, M. G.; MEYER, J. M.; KRISS, A. B.; GOTTWALD, T. R.; BOUCIAS, D. G. Observations on the entomopathogenic fungus *Hirsutella citriformis* attacking adult *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in a managed citrus grove. **Biocontrol**, v. 57, n. 5, p. 663-675, 2012.

HALL D. G.; WENNINGER E. J.; HENTZ M. G. Temperature studies with the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama: cold hardiness and temperature thresholds for oviposition. **Journal of Insect Science**, v. 11, p. 1–15, 2011.

HALL, D. G., HENTZ, M. G.; ADAIR Jr., R. C. Population ecology and phenology of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in two Florida citrus groves. **Environmental Entomology**, v. 37, p. 914- 924, 2008.

HUNG, T. H.; HUNG, S. C.; CHEN, C. N.; HSU, M. H.; SU, H. J. Detection by PCR of *Candidatus Liberibacter asiaticus*, the bacterium causing citrus huanglongbing in vector psyllids: application to the study of vector pathogen relationships. **Plant Pathology**, v. 53, p. 96–102, 2004.

HUSSAIN, M.; BANO, S.; QASIM, M.; GAO, J.; ARTHURS, S. P.; WANG, L.; QIU, D.; MAO, R. Association between Temperature and Reproductive Fitness of *Diaphorina citri* Infected with *Candidatus Liberibacter Asiaticus*. **Agronomy**, v. 12, n. 4, p. 815, 2022.

IBANEZ, F.; RACINE, K.; HOYTE, A.; STELINSKI, L. L. Reproductive performance among color morphs of *Diaphorina citri* Kuwayama, vector of citrus greening pathogens. **Journal of Insect Physiology**, v. 117, p. 10-39, 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção de Laranja. 2024. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/laranja/br>>. Acesso em: Mar de 2025.

ICA - INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Sistema de Alerta Fitossanitário, 2017. Disponível em: <<http://www.ica.gov.com>> Acesso em: Mar de 2025.

IDAM - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO E FLORESTAL SUSTENTÁVEL DO AMAZONAS. Cartilha dos Citros. 2025. Disponível em <<https://www.idam.am.gov.br>>. Acesso em: Abr de 2025.

IDAM - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO E FLORESTAL SUSTENTÁVEL DO AMAZONAS. Plano Operativo 2020 da Gerência Estadual de Apoio à Produção Vegetal – GPV/DATER/IDAM. 2020. Disponível em: <<https://www.idam.am.gov.br/ater/producao-vegetal/>>. Acesso em: Out de 2023.

INOUE, H.; OHNISHI, J.; ITO, T.; TOMIMURA, K.; MIYATA, S.; IWANAMI, T.; ASHIHARA, W. Enhanced proliferation and efficient transmission of *Candidatus Liberibacter asiaticus* by adult *Diaphorina citri* after acquisition feeding in the nymphal stage. **Annals of Applied Biology**, v. 155, ed. 1, p. 29-36, 2009.

JOHNSTON, N.; STANSLY, P. A.; STELINSKI, L. L. Secondary hosts of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama: Survivorship and preference. **Journal of Applied Entomology**, v. 143, p. 921–928, 2019.

KILLINY, N. Made for Each Other: Vector-Pathogen Interfaces in the Huanglongbing Pathosystem. **Phytopathology**. v. 112, p. 26-40, 2022.

LEONG, S. S.; LEONG, S. C. T.; BEATTIE, G. A. C. Integrated Pest Management Strategies for Asian Citrus Psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) and Huanglongbing in Citrus for Sarawak, East Malaysia, Borneo. **Insects**, v. 13, n. 10, p. 960, 2022.

LEWIS-ROSENBLUM, H.; MARTINI, X.; TIWARI, S.; STELINSKI, L. L. Seasonal Movement Patterns and Long-Range Dispersal of Asian Citrus Psyllid in Florida Citrus. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 1, p. 3–10, 2015.

LI, S.; WU, F.; DUAN, Y.; SINGERMAN, A.; GUAN, Z. Citrus greening: management strategies and their economic impact. **HortScience**, v. 55, n. 5, p. 604–612, 2020.

LIU, H.; TSAI, J. H. Effects of temperature on biology and life table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). **Annals of Applied Biology**, v. 137, n. 3, p. 201-206, 2000.

LOPEZ, J. R. S.; PARRA, J. R. P.; YAMAMOTO, P. T.; BENTO, J. M. S. Psílideo-asiático-dos-citros, *Diaphorina citri* Kuwayama. In: **Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros**. Cap. 15, p. 281-296, 2015.

LÓPEZ-COLLADO, J. Análisis de riesgo de *Diaphorina citri* y HLB en México. In: Simposio nacional sobre investigación para el manejo del psílido asiático de los cítricos y el Huanglongbing en México. Monterrey, México. 2010.

LORENZI, H. **Manual de Identificação e Controle de Plantas Daninhas: plantio direto e convencional - 7ª Edição**. Plantarum, São Paulo, v. 7, ISBN: 9788586714450, p. 384, 2014.

LORENZI, H. **Manual de Identificação e Controle de Plantas Daninhas: plantio direto e convencional - 5ª Edição**. Plantarum, São Paulo, v. 5, ISBN: 9788586714108, p. 380, 2000.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. São Paulo: Ed. do Autor, p. 425, 1982.

MANN, R.; ROUSEFF, R.; SMOOT, J.; RAO, N.; MEYER, W.; LAPOINTE, S.; ROBBINS, P.; CHA, D.; LINN, C.; WEBSTER, F.; TIWARI, S.; STELINSKI, L. Chemical and behavioral analysis of the cuticular hydrocarbons from Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*. **Insect Science**, v. 20, n. 3, p. 367-378 2013.

MARTINI, X.; STELINSKI, L. L. Influence of abiotic factors on flight initiation by Asian citrus psyllid (Hemiptera: Liviidae). **Environmental Entomology**. v. 46, p. 369-375, 2017.

MARTINI, X.; HOYTE, A.; STELINSKI, L. L. The abdominal color of the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Liviidae) is associated with flight capabilities. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 107, p. 842–847, 2014.

MARYS, E.; MEJÍAS, R.; RODRÍGUEZ-ROMÁN, E.; MEJÍAS, A.; MAGO, M. Citrus huanglongbing in Venezuela: partial distribution and the relative incidence of *Candidatus Liberibacter asiaticus* in central-northern states. **Agronomía Tropical**, v. 71, p. 1-10, 2021.

MICHAUD, J. P. Natural mortality of Asian citrus psyllid (Homoptera:Psyllidae) in central Florida. **Biological Control**, Orlando, v. 29, p. 260-269, 2004.

MILOSAVLJEVIĆ, I.; MORGAN, D. J. W.; RACHAEL E. MASSIE, R. E.; HODDLE, M. S. Density dependent mortality, climate, and Argentine ants affect population dynamics of an invasive *citrus* pest, *Diaphorina citri*, and its specialist parasitoid, *Tamarixia radiata*, in Southern California, USA. **Biological Control**, v. 159 p.104-127, 2021.

MILOSAVLJEVIĆ, I.; MCCALLA, K. A.; MORGAN, D. J. W.; HODDLE, M. S. The Effects of Constant and Fluctuating Temperatures on Development of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae), the Asian Citrus Psyllid. **Journal of Economic Entomology**, v. 113, n. 2, p. 633–645, 2020.

MOHAMMAD, M. H. T.; MOSTAFA MASUDB, M. D.; JAHANC, R.; BAROID, A.; HOQUE, A. K. M. A. Identification of citrus greening based on visual symptoms: A grower's diagnostic toolkit. **Heliyon**, v. 7, e08387, 2021.

MOREIRA, H. J. da C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de Identificação de plantas infestantes: Hortifrúti**. FMC, Campinas - SP, p. 1017, 2011.

MOREIRA, H. J. da C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de Identificação de plantas infestantes: Cultivos de verão**. FMC, Campinas - SP, p. 630, 2010.

NASCIMENTO, F. E.; COLETTA-FILHO, H.; TOMASETO, A. F.; OLINDA, R. A.; LOPES J. R. S. Effect of developmental stage of *Diaphorina citri* on acquisition of *Candidatus Liberibacter asiaticus* and *Ca. L. americanus*. In: XVIII Conference of the International Organization of *Citrus* Virologists (IOCV), Campinas, São Paulo, Brazil. **Citrus Research & Technology** v. 31, n. 38, 2010.

NASCIMENTO, A. S. do; SILVA, S. X. B. da; L, F. F. Densidade populacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae), vetor do Huanglongbing (ex-greening), em

- quatro regiões indenes no Brasil. Conbraf - Congresso Brasileiro de Fitossanidade. Águas de Lindóia-SP, V. 3, p. 449-451, 2015.
- NAVA, D. E.; TORRES, M. L. G.; RODRIGUES, M. D. L.; BENTO, J. M. S.; PARRA, J. R. P. Biology of *Diaphorina citri* (Hem., Psyllidae) on different hosts and at different temperatures. **Journal of Applied Entomology**, v. 131, n. 9-10, p. 709-715, 2007.
- NORONHA, A. C. da S.; BLANCO, D. G.; ISHIDA, A. K. N; MORAES, R. F.; SAMPAIO, S. M. N. Occurrence and distribution of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) and *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) in Pará state, Brazil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 86, e0302018, p. 1-5, 2019.
- ORTEGA-ARENAS, L. D.; VILLEGAS-MONTER, Á.; RAMÍREZ-REYES, A. J.; MENDOZA-GARCIA, E. E. Seasonal abundance of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) in citrus groves in Cazonas, Veracruz, México. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 29, n. 2, p. 317–333, 2013.
- PAIVA, P. E. B. Distribuição espacial e temporal, inimigos naturais e tabela de vida ecológica de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em citros em São Paulo. **Tese de doutorado** – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. p. 64, 2009.
- PAIVA, P. E. B.; PARRA, J. R. P. Life table analysis of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) infesting sweet orange (*Citrus sinensis*) in São Paulo. **Florida Entomologist**, v. 95, n. 2, p. 278-284, 2012.
- PAIVA, P. E. B; YAMAMOTO, P. T. Survival analyses of *Diaphorina citri* immatures on young citrus orchard in São Paulo, Brazil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 86, e1302018, p. 1-7, 2019.
- PARIS, T. M.; ALLAN, S. A.; UDELL, B. J.; STANSKY, P. A. Evidence of behavior-based utilization by the Asian citrus psyllid of a combination of UV and green or yellow wavelengths. **PLOS ONE**, v. 12, n. 12, p. 1-18, 2017a.
- PARIS, T. M.; ALLAN, S. A.; HALL, D. G.; HENTZ, M. G.; CROXTON, S. D.; AINPUDI, N.; STANSKY, P. A. Effects of temperature, photoperiod, and rainfall on morphometric variation of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). **Environmental Entomology**, v. 46, p. 143–158, 2017b.
- PARRA, J. R. P.; LOPES, J. R. S.; TORRES, M. L. G.; NAVA, D. E.; PAIVA, P. E. B. Bioecologia do vetor *Diaphorina citri* e transmissão de bactérias associadas ao huanglongbing. **Citrus Research & Technology**, v. 31, n. 1, p. 37–51, 2010.
- PELZ-STELINSKI, K. S.; KILLINY, N. Better Together: Association With ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’ Increases the Reproductive Fitness of Its Insect Vector, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 4, p. 1-6, 2016.
- PELZ-STELINSKI, K. S.; BRLANSKY, R. H.; EBERT, T. A.; ROGERS, M. E. Transmission Parameters for *Candidatus Liberibacter asiaticus* by Asian Citrus Psyllid

- (Hemiptera: Psyllidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 103, n. 5, p. 1531-1541, 2010.
- PÉREZ-ARTILES, L. Aspectos bioecológicos de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) em variedades de citros. Tese de Doutorado -Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, p.72, 2017.
- PLUKE, R. W. H.; QURESHI, J. A.; STANSLY, P. A. Citrus flushing patterns, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) population and parasitism by *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) in Puerto Rico. **Florida Entomologist**, v. 91, p. 36-42, 2008.
- RAMSEY, J. S.; AMMAR, EL-D.; MAHONEY, J. E.; RIVERA, K.; JOHNSON, R.; IGWE, D. O.; THANNHAUSER, T. W.; MACCOSS, M. J.; HALL, D. G.; HECK, M. Host Plant Adaptation Drives Changes in *Diaphorina citri* Proteome Regulation, Proteoform Expression, and Transmission of ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’, the Citrus Greening Pathogen. **Phytopathology**, v. 112, n. 1, p. 101-115, 2022.
- RAMSEY, J. S.; CHAVEZ, J. D.; JOHNSON, R.; HOSSEINZADEH, S.; MAHONEY, J. E.; MOHR, J. P.; ROBISON, F.; ZHONG, X.; HALL, D. G.; MACCOSS, M. Protein interaction networks at the host-microbe interface in *Diaphorina citri*, the insect vector of the citrus greening pathogen. **Royal Society Open Science**, v. 4, n.160545, p. 1-23, 2017.
- ROHDE, B.; PARIS, T. M.; HEATHERINGTON, E. M.; HALL, D. G.; MANKIN, R. W. Responses of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) to conspecific vibrational signals and synthetic mimics. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 106, p. 392–399, 2013.
- SÉTAMOU, M.; FLORES, D.; FRENCH, J. V.; HALL, D. G. Dispersion Patterns and Sampling Plans for *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in *Citrus*. **Journal of Economic Entomology**, v. 101, n. 4, p. 1478-1487, 2008.
- SILVA, B. M. da; PEREIRA, J. de M.; ROCHA, L. C. D. da. Infestation level of *Diaphorina citri* in the Municipality of Inconfidentes, Minas Gerais State, Brazil. **Citrus Research & Technology**, v. 40, e1052, 2019.
- THOMAS, S. M.; SIMMONS, G. S.; DAUGHERTY, M. P. Spatiotemporal distribution of an invasive insect in an urban landscape: introduction, establishment and impact. **Landscape Ecology**, v. 32, p. 2041–2057, 2017.
- TIAN, Y.; KE, S.; KE, C. Polymerase Chain Reaction for Detection and Quantitation of *Liberobacter asiaticum*, the bacterium associated with Huanglongbing (greening) of Citrus in China. *In: Thirteenth IOCV Conference – Prokaryotes and Blight*, p. 252-257, 1996.
- TIWARI, S.; CLAYSON, P. J.; KUHNS, E. H.; STELINSKI L. L. Effects of buprofezin and diflubenzuron on various developmental stages of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*. **Pest Management Science**, v. 68, n. 10, p. 1405-1412, 2012.
- TSAI, J. H.; LIU, Y. H. Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on four host plants. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, n. 6, p. 1721-1725, 2000.

URBANEJA, A.; GROUT, T.; GRAVENA, S.; FENGNIAN, W.; CEN, Y.; STANSLY, P. *Citrus* pests in a global world. In: *The Genus Citrus*. **Woodhead Publishing**, p. 333–348, 2020.

VARGAS-TORVAR, J. A.; VENEGAS-BEZERRA, C. S.; LÁZARO-DZUL, M. O.; ZAVALA-ZAPATA, V. AZUARA-DOMÍNGUEZ, A. Association of Temperature, Relative Humidity, and Shoot Size Scale with the number of eggs and nymphal of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). **Advances in Entomology**, v. 13, n. 1, p. 139–151, 2025.

WANG, L. Effects of temperature and humidity on the development and survival of *Diaphorina citri*. **Insects**, v. 14, n.1, p. 80–88, 2023.

WENNINGER, E. J.; STELINSKI, L.L.; HALL, D. G. Relationship between adult abdominal color and reproductive potential in *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 102, n. 3, p. 476–483, 2009a.

WENNINGER E. J; HALL D. G.; MANKIN R. W. Vibrational communication between the sexes in *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 102, p. 547–555, 2009b.

WENNINGER, E. J.; HALL, D. G. Daily and seasonal patterns in abdominal color in *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 101, p. 585–592, 2008.

WULFF, N. A.; ECKSTEIN, B.; MARTINS, E. C.; SILVA, M. L. DA; SANCHES, M. M. Huanglongbing dos citros: sintomas, bactérias associadas, vetores e diagnóstico. EMBRAPA. **Circular Técnica 96**. Brasília, DF, ISSN 1516-4349, p. 1-34, 2021.

YANG, Y., et al. Thermal biology and reproductive performance of *Diaphorina citri* under variable temperature regimes. **Journal of Economic Entomology**, v. 115, n. 6, p. 1741–1750, 2022.

YAMAMOTO, P. T.; PAIVA, P. E. B.; GRAVENA, S. Flutuação populacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em pomares de citros na região Norte do Estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 1, p. 165–170, 2001.

ZAVALA-ZAPATA, V.; LÁZARO-DZUL, M. O.; SÁNCHEZ-BORJA, M.; VARGAS-TOVAR, J. A.; ALVAREZ-RAMOS, R.; AZUARA-DOMÍNGUEZ, A. Abundance of *Diaphorina citri* Kuwayama associated with temperature and precipitation at Tamaulipas, Mexico. **Southwestern Entomologist**, v. 47, n. 3, p. 713–722, 2022.