

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JADE CRISTYNNE FRANCO BEZERRA

EFEITO DA DIETA NOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS DE *Cleruchoides noackae*  
(Hymenoptera: Myrmaridae) EM OVOS DE *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera:  
Thaumastocoridae)

CURITIBA

2021

JADE CRISTYNNE FRANCO BEZERRA

EFEITO DA DIETA NOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS DE *Cleruchoides noackae*  
(Hymenoptera: Myrmaridae) EM OVOS DE *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera:  
Thaumastocoridae)

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção vegetal, Setor de Ciências agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Luís Amilton Foerster

Coorientador: Dr. Leonardo Rodrigues Barbosa

CURITIBA

2021

Bezerra, Jade Cristynne Franco  
Efeito da dieta nos parâmetros biológicos de *Cleruchoides noackae*  
(Hymenoptera: Myrmaridae) em ovos de *Thaumastocoris peregrinus*  
(Hemiptera: Thaumastocoridae). / Jade Cristynne Franco Bezerra. -  
Curitiba, 2021.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Setor  
de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia -  
Produção Vegetal.

Orientador: Luís Amilton Foerster.

Coorientador: Leonardo Rodrigues Barbosa.

1. Parasitóides - Controle biológico. 2. Percevejo (Inseto) -  
Parasitas. 3. Eucalipto. I. Foerster, Luís Amilton. II. Barbosa, Leonardo  
Rodrigues. III. Título. IV. Universidade Federal do Paraná.

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **JADE CRISTYNNNE FRANCO BEZERRA** intitulada: **EFEITO DA DIETA NOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS DE *Cleruchoides noackae* (Hymenoptera: Mymaridae) EM OVOS DE *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae)**, sob orientação do Prof. Dr. LUÍS AMILTON FOERSTER, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 26 de Fevereiro de 2021.

Assinatura Eletrônica

26/02/2021 17:52:33.0

LUÍS AMILTON FOERSTER

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

26/02/2021 17:03:57.0

SUSETE DO ROCIO CHIARELLO PENTEADO

Avaliador Externo (EMBRAPA FLORESTA)

Assinatura Eletrônica

26/02/2021 18:30:22.0

MARION DO ROCIO FOERSTER

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Rua dos Funcionários, 1540 - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 80035-050 - Tel: (41) 3350-5601 - E-mail: [pgapv@ufpr.br](mailto:pgapv@ufpr.br)

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 78020

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 78020

---

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná e ao programa de pós-graduação em Agronomia - produção vegetal pela oportunidade da realização do curso de Mestrado. Ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento e o suporte durante os trabalhos desenvolvidos.

Ao meu orientador, professor Dr. Luís Amilton Foerster, pela oportunidade e confiança, por ter me recebido de braços abertos no laboratório integrado de controle de insetos, por todo suporte durante a realização do trabalho, pelos conselhos, pelos cafézinhos da tarde e por todo conhecimento adquirido.

Ao meu coorientador, Dr. Leonardo Rodrigues Barbosa e toda a equipe do laboratório de entomologia da empresa Florestas, em especial a Paula Schultz Bittencourt e a Pâmela Fernanda Khun Santurio. Pelo subsídio, por toda paciência em transmirem os conhecimentos de laboratório, pelo auxílio durante os experimentos, e pela convivência agradável no dia a dia. Um obrigada especial a todos vocês.

À minha banca, a Dra Susete do Rocio Chiarello Penteado e a Dra Marion do Rocio Foerster, por terem aceitado o convite para compor a banca e pelas sugestões para melhorar a qualidade do trabalho, além de terem feito isso com toda gentileza do mundo.

Aos professores do programa de pós-graduação da produção vegetal, em especial a professora Maria Aparecida Cassilha Zawadneak e ao professor Joatan Machado da Rosa pelos ensinamentos durante as disciplinas ministradas e pela incrível experiência durante a prática docente, minha gratidão a vocês dois por ajudarem sempre que precisei.

À Secretária Lucimara Antunes, pelo profissionalismo, dedicação, e por sempre estar disposta a auxiliar nos assuntos acadêmicos do programa de pós-graduação sempre com um grande sorriso no rosto.

As amigas que fiz durante o mestrado, Thiele Sides Camargo, Tamara Akemi Takahashi, Magda Fernanda Paixão, Lorena Karine Gomes Noronha, Sâmia Rayara de Sousa Ribeiro, Marcela Maria Zanatha, mesmo com a distância física do último ano devido a pandemia vocês sempre estiveram presentes e me ajudaram, com um gesto de carinho, uma palavra amiga, bons lanchinhos e uma troca de

ideias durante os trabalhos. Me sinto extremamente contente saber que posso contar sempre com vocês. Aos amigos maravilhosos da pós-graduação de Engenharia florestal da UFPR, Emmanoella Costa Guaraná Araujo e Marks Moura pela amizade, pela parceria durante os trabalhos externos que realizamos, por toda troca de ideias científicas.

À minha família, Oscarina, Marizete e Regina por apoiarem e compreenderem minha ausência, de ter saído de tão longe em busca de um objetivo e sempre me receberem com muito carinho durante meus retornos. Por todo amor, amizade, dedicação, que vocês me dão todos os dias. Me sinto abençoada por ter vocês.

Ào Afonso e a Cassiane pelo apoio e carinho durante esses dois anos em Curitiba, gratidão.

À família Macedo, Cristina, Junior e Cássia. Obrigada por todo apoio e carinho ao longo desta caminhada. Em especial ao Ernandes Neto, saber que posso contar com você foi essencial para que eu conseguisse finalizar essa etapa. Obrigada por tudo!

“Fui à Floresta porque queria viver livre. Encarar apenas os fatos essenciais da vida (...), eu não desejei viver o que não era vida, a menos que fosse necessário.

Eu queria viver profundamente, e jogar fora tudo o que não era vida.”

(Henry David Thoreau - A Vida nos Bosques, 1854)

## RESUMO

*Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) é um inseto sugador conhecido popularmente como percevejo bronzeado, cujo controle é realizado pelo parasitoide de ovos *Cleruchoides noackae* (Hymenoptera: Mymaridae). Este parasitoide possui ciclo de vida curto; em condições controladas e alimentados com mel a 50%, vivem em média dois dias e poucas horas quando não alimentados. Entretanto, para um bom desempenho, são necessárias medidas que possam incrementar seus parâmetros biológicos. Este estudo avaliou o efeito de diferentes dietas no desenvolvimento de *C. noackae*, a fim de subsidiar seu desempenho no controle biológico de *T. peregrinus*. Foram realizados três experimentos, nos quais o primeiro consistiu em avaliar um melato (bracatinga, marca comercial Minamel) e três diferentes tipos de mel (eucalipto, marca comercial *Minamel*®, flores silvestres da marca comercial *Unimel*® e maçã, sem marca comercial). O segundo avaliou a adição de pólen *Minamel*® e néctar artificial *Alcon Club*® ao melato de bracatinga. O terceiro avaliou o desempenho do parasitoide em condições de ausência e/ou presença de alimento (melato de bracatinga com pólen) em diferentes dias de vida. Duas gerações foram avaliadas quanto aos seguintes parâmetros: parasitismo, proporção de fêmeas, período de desenvolvimento (ovo-adulto), número de ninfas do hospedeiro e probabilidade de sobrevivência dos adultos. No primeiro experimento, houve uma melhora significativa no desempenho de *C. noackae* utilizando melato de bracatinga resultando em um parasitismo médio de 60%. Os parasitoides sobreviveram até 96 horas com altos níveis de parasitismo em 24 e 72 horas. A adição de pólen no melato de bracatinga proporcionou um parasitismo de até 89,55% nas primeiras 24 horas de vida da progênie. No terceiro experimento, o tratamento 1 – mel e ovos todos os dias (controle) manteve as melhores médias de parasitismo, seguido pelo tratamento 2, mel no primeiro dia e ovos no segundo dia, que apresentou um parasitismo médio de 48%. A privação de alimentos resultou em 33,5% de parasitismo, mostrando que o parasitoide, mesmo sem alimentos, parasita alguns ovos. Entretanto, quando adequadamente alimentados, o potencial de parasitismo é maior. Em caso de eventos inesperados na liberação dos parasitoides, eles podem ser alimentados em seu primeiro dia de vida, e os ovos oferecidos no dia seguinte, mantendo taxas de parasitismo acima de 40%.

Palavras-chave: Controle Biológico. Eucalipto. Endoparasitoide. Mel. Percevejo Bronzeado. Pólen.

## ABSTRACT

*Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) is a pest popularly known as the bronze bug, whose control is performed by the egg parasitoid *Cleruchoides noackae* (Hymenoptera: Mymaridae). This one has a short life cycle; under controlled conditions and fed with 50% honey, they live on average two days and a few hours when not fed. However, for a good performance, measures that can increase its biological parameters are necessary. This study evaluated the effect of different diets on the development of *C. noackae*, to support its performance in the *T. peregrinus* biological control. Three experiments were conducted, in which the first consisted in evaluating one honeydew (bracatinga, commercial brand Minamel©) and three different types of honey (eucalyptus, commercial brand Minamel©, wildflowers, commercial brand Unimel© and apple, no commercial brand). The second evaluated the addition of Minamel© pollen and Alcon Club© artificial nectar to bracatinga melate. The third evaluated the performance of the parasitoid in conditions of absence and/or presence of food (bracatinga melato with pollen) on different days of life. Two generations were evaluated, and the parameters were parasitism, female proportion, development period, number of emerged nymphs and survival probability. In the first experiment, there was a significant improvement in the performance of *C. noackae* using bracatinga melata, reaching an average parasitism of 60%. The parasitoids survived up to 96 hours with high parasitism levels in 24 and 72 hours. The addition of pollen to the bracatinga melato provided up to 89.55% parasitism in the first 24 hours of offspring life. In the third experiment, treatment 1 - honey and eggs every day (control) maintained the best parasitism averages, followed by treatment 2, honey on day 1 and eggs on day 2, which showed an average parasitism of 48%. Food deprivation resulted in 33.5% parasitism, showing that the parasitoid, even without food, parasitizes some eggs. However, when adequately fed, the parasitism potential is higher. In case of unexpected events in the release of the parasitoids, they can be fed on their first day of life, and the eggs offered the next day, maintaining parasitism rates above 40%.

Keywords: Biological Control. Bronze Bug. Eucalyptus. Endoparasitoid. Honey. Pollen.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Méis utilizados no estudo. Tratamentos da esquerda para a direita: mel com predominância de flores de eucalipto Minamel©, mel de frutas silvestres Unimel©, melato de bracatinga Minamel© e mel com predominância macieira colhido diretamente do campo. ....28
- Figura 2 – Mel de bracatinga com adição de pólen apícola de flores Minamel© (a) e néctar artificial Alcon Club© diluído em água (b). ....29
- Figura 3 - Esquema de bioensaios relacionados ao efeito do alimento no desempenho do parasitismo de *C. noackae* em diferentes dias de vida. ....30
- Figura 4 - Boxplot das médias de parasitismo da geração parental (a), geração F1 (b) e geração F1 nas primeiras 24 horas de vida (c), respectivamente de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* para diferentes tipos de mel. Onde MB = Melato de bracatinga, ME= Mel de eucalipto, MF = mel de flores silvestres (controle), MM= mel de frutas com predominância macieira. ....33
- Figura 5 – Médias do parasitismo da geração parental (a), geração F1 (b) e geração F1 nas primeiras 24 horas de vida (c), respectivamente de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* para diferentes dietas. Medias seguidas de letras iguais não diferem entre si entre no teste de Duncan a 5% de probabilidade. Onde MB = Melato de bracatinga, ME= Mel de eucalipto, MF = mel de flores silvestres (controle), MM= mel de frutas com predominância macieira. ....35
- Figura 6 - Parasitismo no tempo da influência de diferentes tipos de mel de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus*, Onde MB = Melato de bracatinga, ME= Mel de eucalipto, MF = mel de flores silvestres (controle), MM= mel de frutas com predominância macieira.....36
- Figura 7 - Probabilidade de sobrevivência de fêmeas (a) e machos (b) adultos da geração F1 de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* alimentados com diferentes tipos de mel, Onde MB = Melato de bracatinga, ME= Mel de eucalipto, MF = mel de flores silvestres (controle), MM= mel de frutas com predominância macieira. ....37

- Figura 8 - Teste de comparação de médias do número de ninfas do hospedeiro emergidas (a), Proporção sexual de fêmeas (b) e período de desenvolvimento (ovo-adulto) (c), respectivamente da geração F1 de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* para diferentes dietas. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si no teste de Duncan a 5% de probabilidade. Onde MB = Melato de bracatinga, ME= Mel de eucalipto, MF = mel de flores silvestres (controle), MM= mel de frutas com predominância macieira.....39
- Figura 9 - Teste de comparação de médias do número de ninfas do hospedeiro emergidas (a), Proporção sexual de fêmeas (b) e período de desenvolvimento (ovo-adulto) (c), respectivamente da geração F1 de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* para diferentes dietas. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si no teste de Duncan a 5% de probabilidade. Onde MB = Melato de bracatinga, ME= Mel de eucalipto, MF = mel de flores silvestres (controle), MM= mel de frutas com predominância macieira.....41
- Figura 10 - Boxplot da influência de pólen e néctar no parasitismo da geração parental (a), geração F1 (b) e geração F1 nas primeiras 24 horas de vida (c) de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus*. Onde MB= Mel de bracatinga (Controle); MN= Mel com néctar; MP= Mel com pólen, MN = Mel com néctar. ....43
- Figura 11 - Comparação de médias do parasitismo de *C. noackae* na geração parental (a), F1 (b) e F1 nas primeiras 24 horas (c) alimentados com mel, pólen e néctar, em ovos de *T. peregrinus*. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si no teste de Duncan a nível de 5% de significância. Onde MB= Melato de bracatinga (Controle), MN= Mel com néctar; MP= Mel com pólen; NP=Néctar puro.....45
- Figura 12 - Parasitismo no tempo de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* com a influência de néctar e pólen na dieta. Onde MB= Melato de bracatinga (Controle); MN= Mel com néctar; MP= Mel com pólen; NP=Néctar puro.....46
- Figura 13 - Probabilidade de sobrevivência de fêmeas (a) e machos (b) adultos da geração F1 de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* com a influência de néctar e pólen na dieta. Onde MB= Melato de bracatinga

- (Controle); MN= Mel com néctar; MP= Mel com pólen; NP=Néctar puro.....47
- Figura 14 - Boxplot da influência de pólen e néctar nos parâmetros biológicos de *C. noackae*. (a) número de fêmeas emergidas, (b) proporção de fêmeas e (c) período de desenvolvimento (ovo-adulto). Onde MB= Mel de bracatinga (Controle); MN= Mel com néctar; MP= Mel com pólen, MN = Mel com néctar. ....48
- Figura 15 - Teste de comparação de médias do número de ninfas do hospedeiro emergidas (a), Proporção sexual de fêmeas (b) e período de desenvolvimento (ovo-adulto) (c), respectivamente da geração F1 de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* com a influência de néctar e pólen na dieta. Medias seguidas de letras iguais não diferem entre si no teste de Duncan a 5% de probabilidade. Onde MB= Melato de bracatinga (Controle), MN= Mel com néctar; MP= Mel com pólen; NP=Néctar puro. ....51
- Figura 16 – Boxplot do parasitismo geral de *C. noackae* em diferentes dias de vida. Onde: T1= Alimento fornecido todos os dias de vida para os parasitoides (Controle); T2= Alimento fornecido no primeiro dia de vida e ovos a partir do segundo dia de vida; T3= Alimento fornecido nos dois primeiros dias de vida e ovos a partir do segundo dia de vida e T4 = privação de alimento.....52
- Figura 17 – Teste de comparação de médias do parasitismo total de *C. noackae* em diferentes dias de vida. Onde: T1= Alimento fornecido todos os dias de vida para os parasitoides (Controle); T2= Alimento fornecido no primeiro dia de vida e ovos a partir do segundo dia de vida; T3= Alimento fornecido nos dois primeiros dias de vida e ovos a partir do segundo dia de vida e T4 = privação de alimento.....53
- Figura 18 - Parasitismo no tempo em diferentes dias de vida de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus*, quando alimentados com melato de bracatinga com pólen. Onde: T1= Alimento fornecido todos os dias de vida para os parasitoides (Controle); T2= Alimento fornecido no primeiro dia de vida e ovos a partir do segundo dia de vida; T3= Alimento fornecido nos dois primeiros dias de vida e ovos a partir do segundo dia de vida e T4 = privação de alimento.....53

Figura 19 - Probabilidade de sobrevivência de fêmeas (a) e machos (b) adultos da geração F1 de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* em diferentes dias de vida. Onde: T1= Alimento fornecido todos os dias de vida para os parasitoides (Controle); T2= Alimento fornecido no primeiro dia de vida e ovos a partir do segundo dia de vida; T3= Alimento fornecido nos dois primeiros dias de vida e ovos a partir do segundo dia de vida e T4 = privação de alimento.....54

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise nutricional dos alimentos utilizados na avaliação nutricional de *C. noackae*. ..... **Erro! Indicador não definido.**

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	18
1.2 OBJETIVOS .....	20
1.2.1 Objetivo geral .....	20
1.2.2 Objetivos específicos.....	20
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>21</b>
2.1 CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS FLORESTAIS .....	21
2.2 CONTROLE BIOLÓGICO DE <i>Thaumastocoris peregrinus</i> COM USO DO PARASITOIDE <i>Cleruchoides noackae</i> .....	21
2.3 O IMPACTO DA AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DOS ALIMENTOS NA DIETA DE ADULTOS PARASITOIDES EM SEUS PARÂMETROS BIOLÓGICOS .....	24
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>27</b>
3.1 CRIAÇÃO MASSAL DOS INSETOS .....	27
3.2 EFEITO DE DIFERENTES TIPOS DE MEL NA DIETA DE <i>C. noackae</i> .....	27
3.3 EFEITO DA ADIÇÃO DE PÓLEN E NÉCTAR NO MELATO DE BRACATINGA NA DIETA DE <i>C. noackae</i> .....	29
3.4 EFEITO DO ALIMENTO NO DESEMPENHO DE <i>C. noackae</i> EM DIFERENTES DIAS DE VIDA.....	30
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	31
3.6 ANÁLISES NUTRICIONAIS .....	31
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
4.1 EFEITO DE DIFERENTES TIPOS DE MEL NOS PARAMÊTROS BIOLÓGICOS DE DE <i>C. noackae</i> EM OVOS DE <i>T. peregrinus</i> .....	32
4.1.1 Parasitismo de <i>C. noackae</i> .....	32
4.1.2 Sobrevivência dos adultos.....	36
4.1.3 Número de ninfas emergidas de <i>T. peregrinus</i> , proporção de fêmeas e período de desenvolvimento (ovo-adulto) .....	37
4.2 EFEITO DO PÓLEN E NÉCTAR NO DESENVOLVIMENTO DE <i>C. noackae</i> EM OVOS DE <i>T. peregrinus</i> .....	41
4.2.1 Parasitismo de <i>C. noackae</i> .....	41
4.2.2 Sobrevivência dos adultos.....	46

4.2.3 Número de ninfas emergidas de <i>T. peregrinus</i> , proporção de fêmeas e período de desenvolvimento (ovo-adulto) .....	47
4.3 AVALIAÇÃO DO PARASITISMO DE <i>C. noackae</i> EM DE OVOS DE <i>T. peregrinus</i> EM DIFERENTES DIAS DA FASE ADULTA.....	51
4.3.1 Parasitismo de <i>C. noackae</i> .....	51
4.3.2 Sobrevivência dos adultos.....	54
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>62</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A floresta plantada no Brasil possui uma área cultivada de 9 milhões de hectares, sendo 77% ou 6,97 milhões de hectares é representado pelo *Eucalyptus*, destacando-se como o gênero mais cultivado e de maior importância econômica em todo o mundo (IBÁ, 2020; INDUFOR, 2012). As espécies do gênero *Eucalyptus* são consideradas de alto rendimento (em torno de 45 m<sup>3</sup>.ha<sup>-ano</sup> de madeira). Além disso, por ser uma planta da família Myrtaceae, no Brasil há muitas espécies pertencentes a esta família, o que facilita a adaptação da fauna nativa ao eucalipto. (STAPE et al., 2010).

Há constante registros de insetos nocivos aos plantios de eucalipto no Brasil, pelo fato da espécie ser exótica e, diferentemente do seu país de origem, não existem inimigos naturais estabelecidos para controlar as infestações de determinados insetos (WREGE et al., 2017). No Brasil, uma das pragas introduzidas que mais causam danos no eucalipto é *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae), popularmente conhecido como percevejo bronzeado, pois provoca o bronzeamento nas folhas, o que reduz a área fotossintética e conseqüentemente a produção madeireira, principalmente durante os períodos de seca (BARBOSA et al., 2005; WILCKEN et al., 2010).

O percevejo bronzeado é um inseto sugador com alta capacidade reprodutiva, podendo viver aproximadamente 60 dias (SOLIMAN et al., 2012). As fêmeas produzem aproximadamente de dois a três ovos diariamente durante sua fase adulta, facilitando sua infestação nos talhões (NOACK, A. E.; CASSIS, G.; ROSE, 2011). Nesse cenário, há uma dificuldade no controle dessa praga, uma vez que o controle químico é inviável e oneroso por ser realizado via pulverização aérea, e causa diversos problemas ambientais, acarretando na dificuldade de certificação florestal (BEZERRA et al., 2020). Assim, o controle biológico é uma das principais estratégias para o manejo de pragas florestais (GARNAS et al., 2012).

Foram realizados alguns trabalhos avaliando a eficiência no controle de *T. peregrinus* utilizando o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* VUILL. que apresentou uma mortalidade de 39% em condições de laboratório (LORENCETTI et al., 2018). Outro agente avaliado foi o predador *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopoidea), no entanto, não foi eficiente, pois a predação não

influenciou na densidade populacional das ninfas do percevejo (BARBOSA et al., 2010).

Atualmente, o agente mais promissor de controle é a microvespa *Cleruchoides noackae* Lin & Huber (Hymenoptera: Mymaridae), um endoparasitoide específico, que mede de 0,5mm de comprimento e que se reproduz a partir dos ovos do percevejo sendo um método eficaz de controle da praga (NADEL; NOACK, 2012). Além disso, o uso de parasitoides não gera danos ao meio ambiente, pois diferentemente do controle químico ou de outros agentes, tais como os predadores, parasitoides geralmente são específicos para a praga, evitando o desequilíbrio ambiental (BENELLI et al., 2017).

Contudo, o ciclo de vida de *C. noackae* é curto. Em condições controladas e alimentados com mel a 50%, vivem em média dois dias, e quando não alimentadas, sete horas (SOUZA et al., 2016), ao passo que a eficácia do controle depende do estabelecimento natural desse parasitoide em campo (MUTITU et al, 2013; ST-ONGE et al., 2016). Dessa forma, conhecer a influência da qualidade e da disponibilidade de alimentos no desenvolvimento e parasitismo de *C. noackae* é importante para incrementar seu uso no controle biológico de *T. peregrinus*.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O mel é normalmente utilizado em criações de insetos em laboratório como uma fonte energética alternativa de alimento e influenciando em sua fecundidade e longevidade. O fornecimento de alimentos adequados a parasitoides adultos é importante porque estes inimigos naturais dependam de reservas acumuladas durante o seu estágio imaturo, o que pode restringir a sua longevidade, fecundidade, taxa de parasitismo, capacidade de localizar hospedeiros e dispersão (voo) (SOUZA et al., 2016).

A escolha do tipo de alimento para uso em criação de insetos, muitas vezes depende da sua disponibilidade, custos, modo de preparo, fornecimento e fermentação (méis não frescos) e também, a alguns aspectos práticos como o fato dos parasitoides ficarem presos no alimento ou a dificuldade em ingerir alimentos sólidos, como o pólen. No entanto, a escolha deve ser baseada na questão central, ou seja, quais são os alimentos que irão fornecer o melhor desempenho e nutrição

aos parasitoides (WÄCKERS, 2003).

O mel é uma fonte de alimento composto por frutose e glicose com baixas concentrações de sacarose; além desses açúcares, pode conter pequenas concentrações de vitaminas e minerais, a depender do tipo do mel e da florada (SIDDIQUI et al., 2016). Sendo assim, sua utilização como fonte de nutrientes para parasitoides pode resultar em um melhor desempenho no controle de pragas. Desta forma, é importante avaliar a composição do mel proveniente de diferentes fontes vegetais, a fim de utilizar aquele que incremente os parâmetros biológicos desses inimigos naturais (BENELLI et al., 2017).

Enquanto que os méis florais derivam do néctar das plantas com flores, o mel de melato é obtido a partir da secreção de plantas, frutas e excreções de afídeos (honeydew). Além de apresentar coloração mais escura, o mel de melato possui valores mais elevados de pH, acidez, minerais e menores valores de glicose quando comparado ao mel floral (CASTRO-VÁZQUEZ; DÍAZ-MAROTO; PÉREZ-COELLO, 2006).

Dentre os diferentes tipos de mel avaliados neste estudo, o de flores silvestres se destaca por sua maior disponibilidade no mercado, pois é produzido pelas abelhas o ano todo, assim como o mel proveniente do eucalipto, cuja suas flores são visitadas por abelhas nos reflorestamentos, tornando-se também bastante comercializados (KOMATSU; MARCHINI; MORETI, 2002). O melato de bracinga tem grande aceitação no mercado externo, quase toda a produção é exportada. No Brasil, o produto ainda é pouco valorizado, sendo mais popular no sul do país, pois, muitos consumidores ainda desconhecem a origem do produto, optando geralmente pela aquisição de méis provenientes de néctar (BERGAMO, 2019).

Alguns trabalhos publicados com esta temática, afirmam que parasitoides que se alimentam de compostos açucarados terão um bom desempenho, tais como soluções de sacarose, frutose e glicose preparadas em laboratório ou até mesmo qualquer tipo de mel. Neste trabalho, além de avaliar os diferentes tipos de alimentos naturais e artificiais, como por exemplo o néctar artificial em pó e méis e pólen de flores silvestres naturais, serão também feitas análises sobre os compostos contidos nos alimentos e seus impactos na performance dos parasitoides. Portanto ainda se faz necessário testar a dieta ideal para melhorar sua criação massal em laboratório e conseqüentemente seu desempenho campo.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito de diferentes dietas nos parâmetros biológicos do parasitoide *C. noackae*, a fim de proporcionar melhoras do desempenho no controle biológico de *T. peregrinus*.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- I. Definir a influência do tipo de mel utilizado como alimento para *C. noackae* no parasitismo de ovos de *T. peregrinus*;
- II. Verificar o resultado da adição de pólen e néctar no mel ideal usado como alimento para *C. noackae* sobre o desempenho no controle biológico de *T. peregrinus*;
- III. Analisar se existe influência do tempo de alimentação e oferta dos ovos de *T. peregrinus* no parasitismo de *C. noackae*.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS FLORESTAIS

Entre as ferramentas do MIP destaca-se o controle biológico, o qual é classificado em conservativo, importação, e aumentativo. O conservativo se baseia em aumentar a diversidade vegetal do local para que inimigos naturais possam se estabelecer e realizar o controle de forma mais natural; O controle por importação busca introduzir inimigos naturais de outros locais em regiões afetadas por pragas, preferencialmente da região de origem da espécie invasora; e por fim, o controle aumentativo, que visa realizar liberações do agente de controle biológico por meio das táticas inoculativas e inundativas (FONTES; INGLIS, 2020).

As pragas florestais são comumente controladas por controle biológico, sendo este método de controle o mais utilizado atualmente, apesar disso, o químico ainda é bastante utilizado, no entanto, este reduz os organismos benéficos (parasitoides, predadores e polinizadores) e podem tornar a praga resistente ao princípio ativo dos defensivos (BEZERRA et al., 2020).

Neste contexto, há crescente evidência para o manejo integrado das pragas (MIP), o qual possibilita integrar métodos de controle como complementares, com vistas em reduzir as pragas com base na introdução de seus inimigos naturais no ambiente. Além disso o MIP reduz o contato dos aplicadores com os agentes químicos e acarreta em baixa suscetibilidade de poluição ambiental, favorecendo a sustentabilidade e certificação florestal (BEZERRA et al., 2020).

Desse modo, a importação como método de controle biológico proveu controle efetivo, foram mais de 2.700 inimigos naturais foram introduzidos em 196 países para o controle de artrópodes-pragas (HEIMPEL; MILLS, 2017) e raramente resultaram em efeitos ambientais negativos (VAN LENTEREN et al., 2006). Um exemplo foi o programa de controle biológico de *C. noackae*, controlando *T. peregrinus*.

### 2.2 CONTROLE BIOLÓGICO DE *Thaumastocoris peregrinus* COM USO DO PARASITOIDE *Cleruchoidea noackae*

Chalcidoidea é uma Superfamília que tem sido descrita por obter sucesso

no controle biológico aplicado de pragas. Dentre as famílias estudadas, destaca-se Mymaridae, os representantes da Família Mymaridae são insetos diminutos, conhecidos como moscas-fadas ou asas de fada, por possuir asas delicadas e com franjas longas (YOSHIMOTO, 1990).

A Família Mymaridae é caracterizada por quase todos seus membros serem parasitoides de ovos, com duas exceções conhecidas (HUBER et al. 2007), mas apenas cerca de um quarto dos gêneros possuem hospedeiros relatados. Os hospedeiros mais comuns pertencem às Ordens Hemiptera, Coleoptera, Psocoptera, Diptera e Orthoptera (HUBER, 1986). Embora os parasitoides de ovos tenham sido freqüentemente considerados ineficientes para programas de controle biológico, algumas espécies de Mymaridae têm sido responsáveis pelo sucesso do controle biológico (HUBER; SALLE, 2014).

Em 2001, duas espécies de parasitoides de ovos da Família Mymaridae foram coletados de ovos de *T. Peregrinus*, na Austrália (NOACK, 2012), e descritos como *Cleruchoides noackae* Lin & Huber e *Stethynium enock* autor da descrição (LIN et al. 2007). O gênero *Stethynium* é raramente coletado em comparação a *C. noackae* (NOACK et al., 2009) e portanto, como ainda é pouco estudado, não se sabe se existe alguma interação negativa entre os parasitoides (NADEL; NOACK, 2012).

Na Austrália, pesquisas em laboratório e de campo realizadas por Cross, (2009) constataram que *C. noackae* apresentou uma taxa de parasitismo de 40%, a qual é considerada baixa em relação a outros parasitoides utilizados em programas de controle biológico, como por exemplo espécies do gênero *Trichogramma*. No entanto, há estudos em andamento para potencializar e conseqüentemente aumentar a capacidade de parasitismo desse parasitoide, que é entre 40% e 50% em campo e laboratório, respectivamente, enquanto que sua longevidade vai de um dia sem alimento a três dias, quando alimentados com mel a 50% (BARBOSA et al., 2017; SOUZA et al., 2016).

No Brasil, a introdução de *C. noackae* e as primeiras criações massais em laboratório ocorreram em 2012, e desde então, alguns trabalhos foram publicados registrando o parasitismo apenas em espécies do grupo Thaumastocorinae (NADEL; NOACK, 2012). Apesar de se destacar como um agente de controle promissor, pouco se conhece sobre a biologia de *C. noackae*, bem como do seu comportamento de oviposição (NADEL et al., 2011).

Alguns estudos desenvolvidos com *C. noackae* no Brasil avaliou os níveis de parasitismo em campo e em laboratório, sendo constatado porcentagens de parasitismo de 53% e 52%, respectivamente (BARBOSA et al., 2017). Outro estudo avaliou-se a probabilidade de parasitismo para fêmeas acasaladas e não acasaladas em encontrar hospedeiros, onde verificou-se que as fêmeas levavam menos tempo (menos de uma hora) para encontrar o hospedeiro (BECCHI et al., 2020). Nesse contexto, as fêmeas demoram em média de 2 a 10 minutos para realizarem o parasitismo dos ovos, onde foi constatado que a densidade ideal com um maior número de parasitismo é de 20 ovos por fêmea (HAAS et al., 2018).

Além disso, outro estudo concluiu que ovos frescos de *T. peregrinus* ovipositados em papel toalha podem ser armazenados em uma temperatura de 5°C por até 12 dias sem perder sua viabilidade, sendo bem aceitos pelas fêmeas de *C. noackae*, sem afetar seus parâmetros biológicos (BARBOSA et al., 2018).

Quando a alimentação dos parasitoides, a definição da melhor concentração de mel (50%) e temperatura ideal (25°C) para a longevidade e criação massal em laboratório de *C. noackae* foi feita por Souza et al. (2016). Portanto ainda se faz necessário testar a dieta ideal para melhorar criação massal em laboratório e conseqüentemente seu desempenho campo.

A criação massal de *C. noackae* requer estudos mais aprofundados acerca de seus hábitos alimentares, pois diferentes fontes são utilizadas pelo inseto (HARVEY et al., 2012). A alimentação pode afetar positivamente sua longevidade e parasitismo ou negativamente caso o alimento não seja adequado (SOUZA et al., 2016), como demonstrado para o gênero *Thrichogramma* (Hymenoptera: Thrichomatidae) (ZHANG; ZIMMERMANN; HASSAN, 2004) e *Cotesia glomerata* (L.) (Hymenoptera: Braconidae), criados em laboratório. Foi verificado maior longevidade quando alimentados com glicose, sacarose e frutose (WÄCKERS, 2001), bem como, o parasitoide *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hymenoptera: Braconidae), que quando alimentados com néctar extrafloral apresentaram melhor desempenho (JAMONT; CRÉPELLIÈRE; JALOUX, 2013).

O controle biológico é a estratégia mais efetiva de controle de *T. peregrinus* pelo uso do parasitoide de ovos, *C. noackae*. (HARVEY; MALCICKA, 2016). Porém, programas de controle biológico com parasitoides de ovos não dependem apenas da produção de um grande número desses inimigos naturais, mas sim do sucesso do seu estabelecimento nos plantios de eucalipto (SPÍNOLA-FILHO et al.,

2014).

### 2.3 O IMPACTO DA AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DOS ALIMENTOS NA DIETA DE ADULTOS PARASITÓIDES EM SEUS PARÂMETROS BIOLÓGICOS

Diferentes fontes de recursos alimentares podem influenciar o desenvolvimento de parasitoides, bem como as características relacionadas à sua capacidade de parasitismo e produção de ovos. Isso ocorre em uma ampla variedade de espécies de himenópteros, e são fatores que ainda permanecem pouco estudados (HARVEY et al., 2017).

Na natureza, insetos adultos dependem frequentemente de nutrientes suplementares, tais como açúcares e proteínas para maximizar seu sucesso reprodutivo, bem como sua longevidade (HARVEY et al., 2012). Parasitoides podem detectar e alimentar-se de pólen e néctares florais ou extraflorais quando disponíveis (LEE; ANDOW; HEIMPEL, 2006). A maioria dos parasitoides adultos é dependente de açúcares para aumentar sua fecundidade, longevidade e sua eficiência em campo (BIANCHI; WÄCKERS, 2008; HARVEY; MALCICKA, 2016).

Parasitoides possuem uma série de mecanismos comportamentais e sensoriais que facilitam as tarefas de procura de alimentos e de seus hospedeiros. Portanto para se obter um melhor desempenho, fornecer nutrição adequada pode incrementar esses mecanismos, e dessa maneira, o efeito de açúcares e proteínas sobre a sua longevidade e fecundidade são fatores importantes que precisam ser estudados (LAHIRI et al., 2017).

Em muitas espécies, os indivíduos que não se alimentam de compostos açucarados, não sobrevivem por mais de 2 dias, em média, e apresentam taxas de oviposição drasticamente reduzidas (WINKLER et al., 2006). Uma dieta à base de mel incrementou a capacidade reprodutiva da vespa hiperparasitoide, *Gelis agilis* (Hymenoptera: Ichneumonidae), que dobraram a capacidade de parasitismo e de descendentes produzidos (HARVEY et al., 2012).

Os principais componentes nutritivos envolvidos no desenvolvimento de parasitoides são os triglicerídeos, carboidratos, proteínas e aminoácidos; dessa forma, deve-se levar em conta a quantificação desses compostos, pois estes podem levar a efeitos significativos sobre o desenvolvimento e aptidão de parasitoides adultos (DADD, 1985). Os carboidratos especificamente fornecem a

energia necessária para o desenvolvimento e também representam o mecanismo pelo qual a energia é armazenada para uso futuro, inclusive em sua longevidade (METWALLY, 2013).

Carboidratos derivados de néctares e metabólico de lipídios armazenados podem potencialmente aumentar a disposição biológica em vespas parasitoides, aumentando sua vida útil ou então mudar a alocação de recursos metabólicos armazenados para a produção de ovos (ELLERS; JERVIS, 2004; WÄCKERS, 2003). Desta forma, a disponibilidade de fontes adequadas de alimentos fornecidos por vegetais (pólen e néctar) tem um forte impacto na criação massal de parasitoides, assim como em sua eficácia como agentes de controle biológico (WÄCKERS, 2003).

Lipídios, principalmente os triglicerídios tem a função de armazenamento de energia em insetos, causando impacto direto em determinadas características biológicas, como vôo, tamanho do corpo e reprodução, de modo que estes são fatores determinantes na eficiência de parasitismo (BAUERFEIND; FISCHER, 2005; FISCHBEIN; BERNSTEIN; CORLEY, 2013).

O estudo do conteúdo dos recursos alimentares utilizados pelos adultos podem gerar benefícios para a reprodução e longevidade desses insetos (GRENIER; CLERCQ, 2003). De maneira geral, o mel tem como principal característica a diferenciação nos teores da sua composição, podendo haver variação na cor, no sabor e nos níveis de açúcares. O mel contém ácidos orgânicos, enzimas, vitaminas, flavonóides, minerais e uma extensa variedade de compostos orgânicos, que contribuem para suas características físicas e químicas (ALVES et al, 2004). Além disso, a escolha do tipo de açúcar determinará a estimulação gustativa e fisiologia (digestão e convertibilidade energética) (WÄCKERS, 1999).

Assim, torna-se importante avaliar as características nutricionais do alimento utilizado para manutenção dos adultos em criações de laboratório, pois, a análise nutricional é um indicativo para avaliar o desempenho dos parasitoides, detectando deficiências nutricionais para elaborar uma dieta adequada que supra essas necessidades (DINDO et al., 2006).

É comum se encontrarem variações do mel em sua composição físico-química, visto que existem muitos fatores que interferem na sua qualidade, como condições climáticas, espécie de abelha, processamento e armazenamento, além da

sua origem, mel ou melato (SILVA; QUEIROZ; FIGUEIRÊDO, 2004). O mel é constituído de proteínas e diferentes tipos de açúcares, predominando sacarose, glicose e frutose (MENDES; MESQUITA, 2009). Os açúcares e proteínas fornecem subsídios para os parasitoides adultos, além disso, o efeito dos carboidratos contribui para melhorar sua longevidade e fecundidade (LAHIRI et al., 2017).

A avaliação do formaldeído ou índice de formol indica um parâmetro importante no mel por avaliar o conteúdo de proteínas e aminoácidos. Esses compostos podem fornecer caracteres que distinguem méis falsificados e/ou adulterados, verificando também a existência de adição de conservantes (CRANE, 1985). Já o resíduo mineral fixo indica se o mel está contaminado, apesar de normalmente serem encontrados elementos minerais no mel; no entanto, quando em excesso, fornece informações sobre sua qualidade, ou se há contaminação por poluentes químicos, pois os méis utilizados neste estudo foram diluídos em água (SODRÉ, 2005).

A condutividade elétrica do mel está relacionada aos ácidos orgânicos e proteínas presentes no mel, além de ser um indicativo de adulteração e origem do mel, se é formado de mel ou melato, além disso, alguns dos constituintes presentes no mel aumentam a condutividade elétrica, fazendo com que o mel se torne inadequado para insetos (CRANE, 1985). Dessa forma, quantificar os teores de proteínas e açúcares, bem como realizar análises físico-químicas do mel auxilia na interpretação dos resultados deste estudo.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Entomologia da Embrapa Florestas, localizada no município de Colombo, Paraná, Brasil. Os bioensaios foram realizados em sala climatizada com temperatura de  $24 \pm 2$  °C, umidade relativa (UR) de  $70 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 12L:12D.

#### 3.1 Criação massal dos insetos

Os indivíduos de *T. peregrinus* foram criados em sala climatizada ( $22 \pm 2$  °C,  $50 \pm 10\%$  de UR e fotofase de 12 horas) e alimentados com ramos de *Eucalyptus benthamii* Maidan e Cabbage, os quais são colocados na forma de buquês, dentro de um frasco Erlenmeyer de 500 mL contendo água. A cada dois dias em média, quando os buquês começavam a secar, eles eram trocados por um novo buquê. Para a coleta das posturas, tiras de papel toalha eram colocadas diariamente sobre os ramos de eucalipto segundo a metodologia de Barbosa et al., (2018), facilitando a coleta diária dos ovos de *T. peregrinus* para serem armazenados em a 5° C, podendo serem utilizados posteriormente.

A criação de *C. noackae* na Embrapa Florestas foi iniciada com indivíduos importados da Austrália em 2012. Desde então, os parasitoides são criados em ovos de *T. peregrinus* em sala climatizada ( $24 \pm 2$  °C,  $60 \pm 10\%$  de UR e fotofase de 12 horas), onde são alocados em frascos de poliestireno de 7,0 cm de comprimento e 3,0 cm de diâmetro. A alimentação consiste de mel de frutas silvestres *Unimel*® à 50%, o qual foi fornecido em papel filtro.

#### 3.2 Efeito de diferentes tipos de mel na dieta de *C. noackae*

Os experimentos foram avaliados durante duas gerações (parental e F1); onde testaram-se quatro tipos de mel: melato de bracatinga *Minamel*®, mel com predominância de flores de eucalipto *Minamel*®, mel com predominância macieira sem marca comercial e mel de frutas silvestres *Unimel*®, como tratamento controle (Figura 1), pois este, é o mel comumente utilizado no laboratório para a criação dos insetos. A geração parental foi avaliada pela montagem de casais do parasitoide, com até quatro horas de vida, os quais foram sexados e mantidos em

frascos de 7,0 cm de comprimento e 3,0 cm de diâmetro.

Figura 1 – Méis utilizados no estudo. Tratamentos da esquerda para a direita: mel com predominância de flores de eucalipto Minamel©, mel de frutas silvestres Unimel©, melato de bracatinga Minamel© e mel com predominância macieira colhido diretamente do campo.



Fonte: O autor (2021)

Em casa frasco foram colocados dez ovos frescos (24 horas) de *T. peregrinus* e uma fita com o alimentos, que consistia de papel filtro embebido com a solução de mel. Para cada tratamento da geração parental foram realizadas vinte e duas repetições. Após vinte e quatro horas, os parasitoides foram removidos dos frascos e os ovos mantidos nas mesmas condições, de umidade, fotofase e temperatura para posterior avaliação do parasitismo. Diariamente foram avaliados a quantidade de parasitoides emergidos e retidos, bem como o número de ninfas eclodidas de *T. peregrinus*.

Para avaliar a emergência da geração F1 (progênie oriunda de parasitoides emergidos dos ovos), foram selecionados 22 casais de *C. noackae* por tratamento. Os indivíduos de *C. noackae* receberam dez ovos de *T. peregrinus* juntamente com os mesmos alimentos que a sua geração parental. As fitas com alimentos e os ovos eram substituídos diariamente até a morte dos casais. Desse modo, o parasitismo era avaliado em todos os dias de vida do parasitoide.

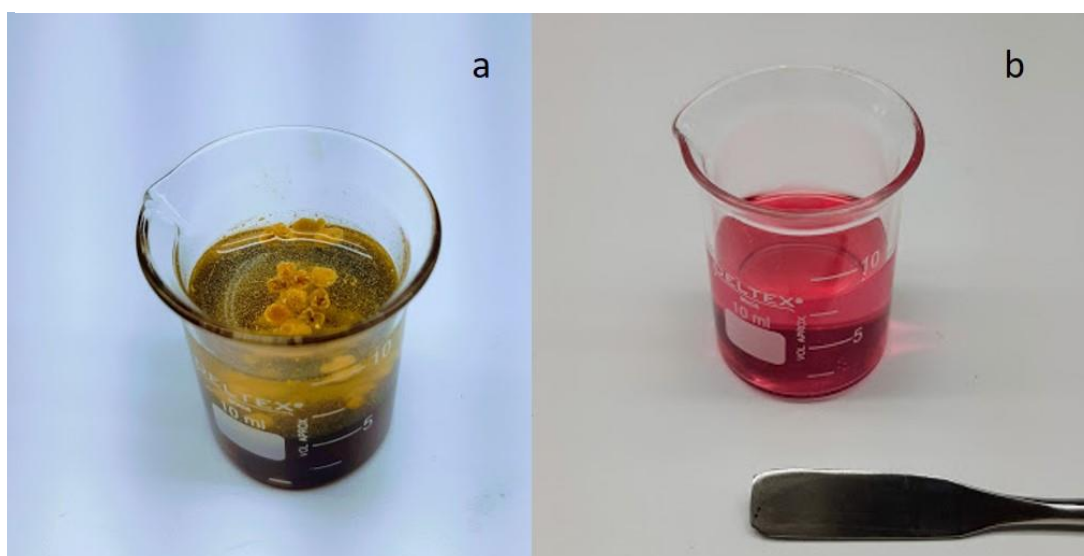
Os parâmetros avaliados para a geração F1 foram parasitismo total durante a vida adulta, parasitismo nas primeiras 24 horas, proporção de fêmeas, período de desenvolvimento (ovo-adulto) e sobrevivência dos parasitoides adultos. Foram

calculados também a quantidade de ninfas eclodidas e de ovos inviáveis de *T. peregrinus*. Para a geração parental foi avaliado apenas o parasitismo. Todos os ovos foram abertos para verificar se haviam parasitoides que não conseguiram emergir. Logo, o parasitismo avaliado foi a soma do número de parasitoides emergidos mais o número de parasitoides retidos nos ovos.

### 3.3 Efeito da adição de pólen e néctar no melato de bracatinga na dieta de *C. noackae*

Neste experimento, selecionou-se a melhor fonte de alimento do experimento anterior para adição de pólen artificial apícola de flores *Minamel*® (Figura 2a) e néctar artificial *Alcon Club*® (Figura 2b). Foram utilizados quatro tratamentos: melato de bracatinga *Minamel*® (50% em água); melato de bracatinga e pólen (10 ml de mel 50% em água e 200 g de pólen); melato de bracatinga e néctar (10 ml de mel 50% em água e 0,6 g de néctar) e néctar (10 ml de néctar 50% em água). Neste experimento usou-se a mesma metodologia do experimento anterior, bem como foram avaliados os mesmos parâmetros.

Figura 2 – Mel de bracatinga com adição de pólen apícola de flores *Minamel*® (a) e néctar artificial *Alcon Club*® diluído em água (b).

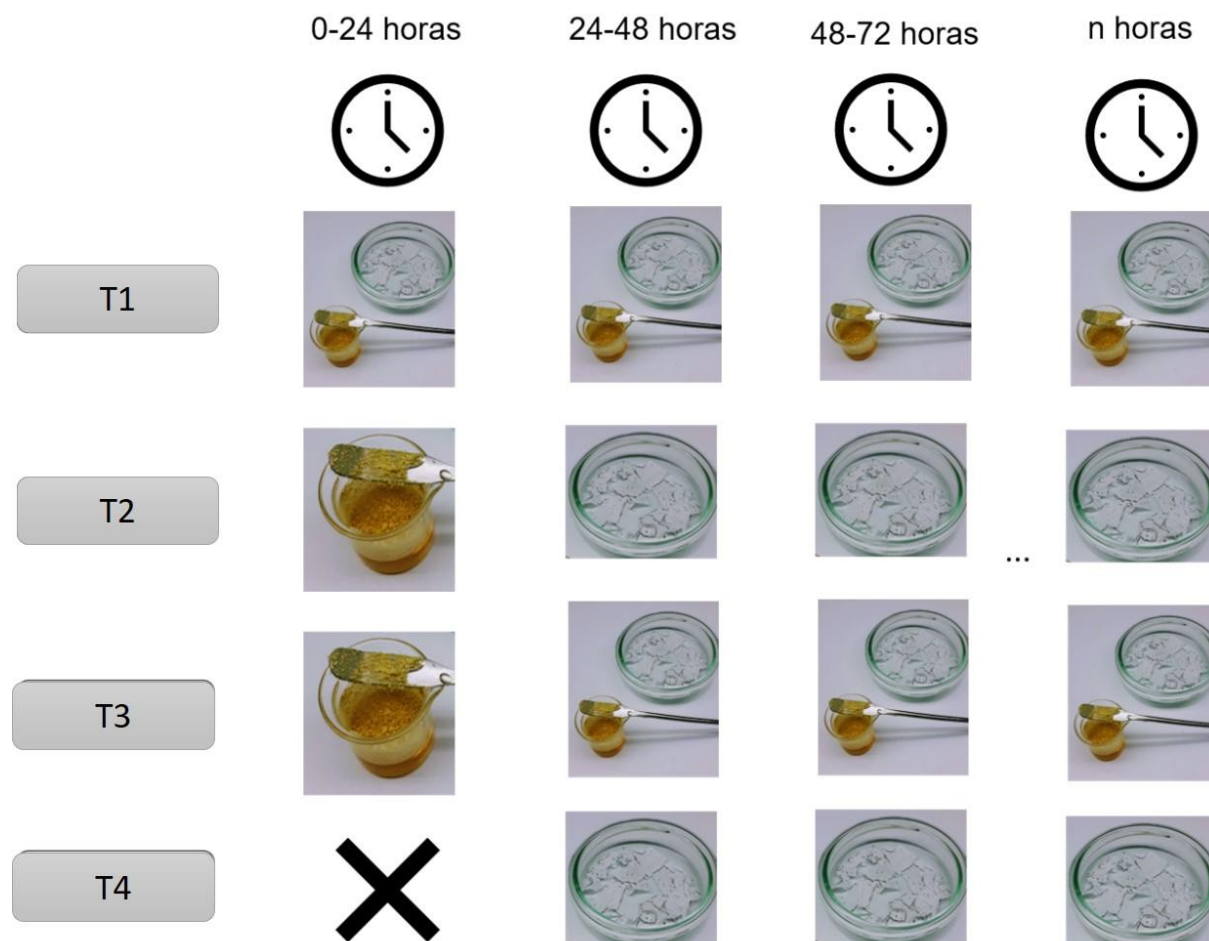


Fonte: O autor (2021).

### 3.4 Efeito do alimento no desempenho de *C. noackae* em diferentes dias de vida

Foram testados quatro tratamentos com vinte repetições, utilizando um casal dos parasitoides por repetição. O alimento utilizado foi o mel com os melhores resultados do experimento anterior, sendo ofertados juntamente 10 ovos de *T. peregrinus* por repetição. Os tratamentos foram: 1 - fornecimento de alimento e ovos de *T. peregrinus* em todos os dias de vida do parasitoide; 2 –alimento era fornecido no primeiro dia de vida e ovos fornecidos a partir do segundo dia de vida dos parasitoides; 3 – alimento era fornecido nos dois primeiros dias e os ovos a partir do segundo dia de vida dos parasitoides e 4 – não foi disponibilizado nenhum tipo de alimento, apenas ovos no seu primeiro dia (Figura 3). Uma geração foi avaliada e os parâmetros biológicos foram o parasitismo e a longevidade.

Figura 3 - Esquema de bioensaios relacionados ao efeito do alimento no desempenho do parasitismo de *C. noackae* em diferentes dias de vida.



Fonte: O autor (2021)

### 3.5 Análise estatística

Os dados de parasitismo, proporção de fêmeas, período de desenvolvimento (ovo-adulto) (ovo-adulto) e número de ninfas do hospedeiro foram analisados por modelos lineares generalizados (GLM) com distribuição quasibinomial (*logit link function*), representando uma dispersão excessiva. A sobrevivência dos adultos da geração F1 foi avaliada pelo gráfico de Kaplan-Meier, com a função *survfit*, do pacote *survival* (THERNEAU; GRAMBSCH, 2000), os quais foram comparados pelo teste de comparação múltipla de Benjamini & Hochberg (1995). O tempo de desenvolvimento do parasitoide foi analisado com distribuição *Gaussiana* (função de ligação de identidade). Para os tratamentos que apresentaram diferenças estatísticas pela GLM, aplicou-se o teste de comparação múltipla de *Duncan* ( $P > 0,05$ ), a fim de verificar qual o melhor tratamento, com auxílio do pacote *Agricolae* (MENDIBURU, 2019). As análises estatísticas foram realizadas em linguagem de programação R (R CORE, 2019).

### 3.6 Análises nutricionais

Os diferentes tipos de mel foram enviados para a quantificação e detecção dos nutrientes no laboratório de análises (LABCAL), do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Santa Catarina. Foram submetidos para análise 500g de cada tratamento utilizados nas dietas: melato de bracatinga, mel de eucalipto, mel de flores silvestres, pólen de flores silvestres e néctar sintético, com exceção do mel de macieira, pois, não havia a quantidade suficiente para ser submetido ao laboratório. As análises realizadas foram quantificação de açúcares totais, proteínas totais, formaldeído, resíduo mineral fixo e condutividade elétrica.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 EFEITO DE DIFERENTES TIPOS DE MEL NOS PARAMÊTROS BIOLÓGICOS DE DE *C. noackae* EM OVOS DE *T. peregrinus*

#### 4.1.1 Parasitismo de *C. noackae*

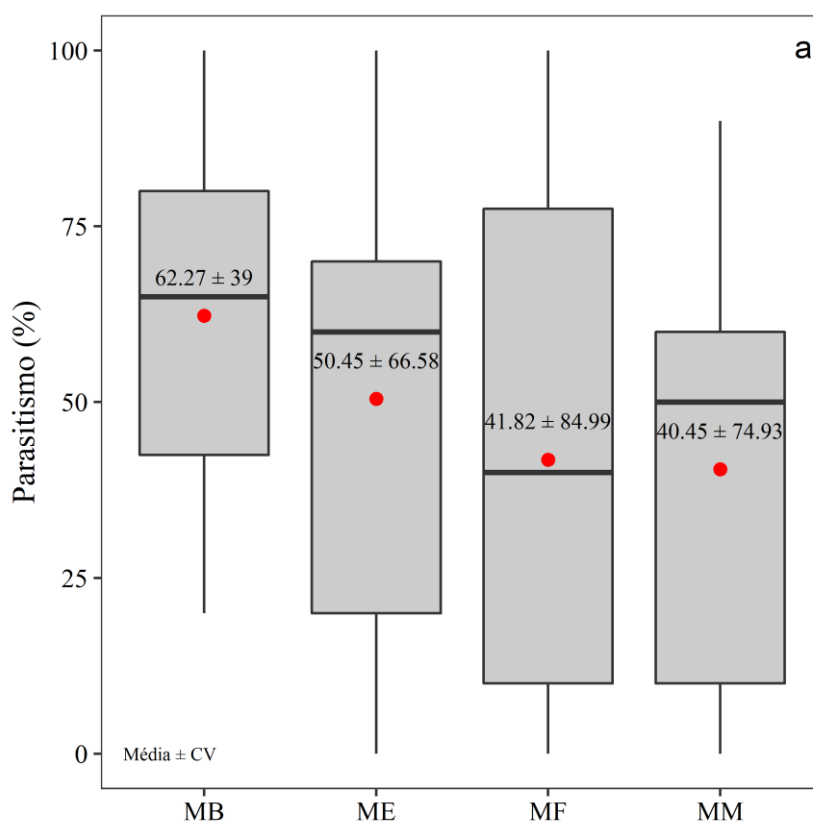
A maior média de parasitismo da geração parental foi obtida no tratamento melato de bracatinga, com 62,27% de parasitismo e coeficiente de variação (CV) de 39%. De maneira geral, o parasitismo da geração parental apresentou distribuição assimétrica à esquerda, com exceção do mel de flores silvestres, o qual tem assimetria à direita (Figura 4a). A maior variação ocorreu no tratamento mel de frutas silvestres, o qual obteve CV de aproximadamente 85%, seguido do mel de macieira que apresentou CV de 74,93%. O tratamento melato de bracatinga foi o único dos avaliados que não apresentou o mínimo valor de parasitismo igual a zero, obtendo até 100% de parasitismo em algumas repetições. Os tratamentos mel de eucalipto e mel de frutas silvestres também resultaram em 100% de parasitismo em algumas repetições (Figura 4a).

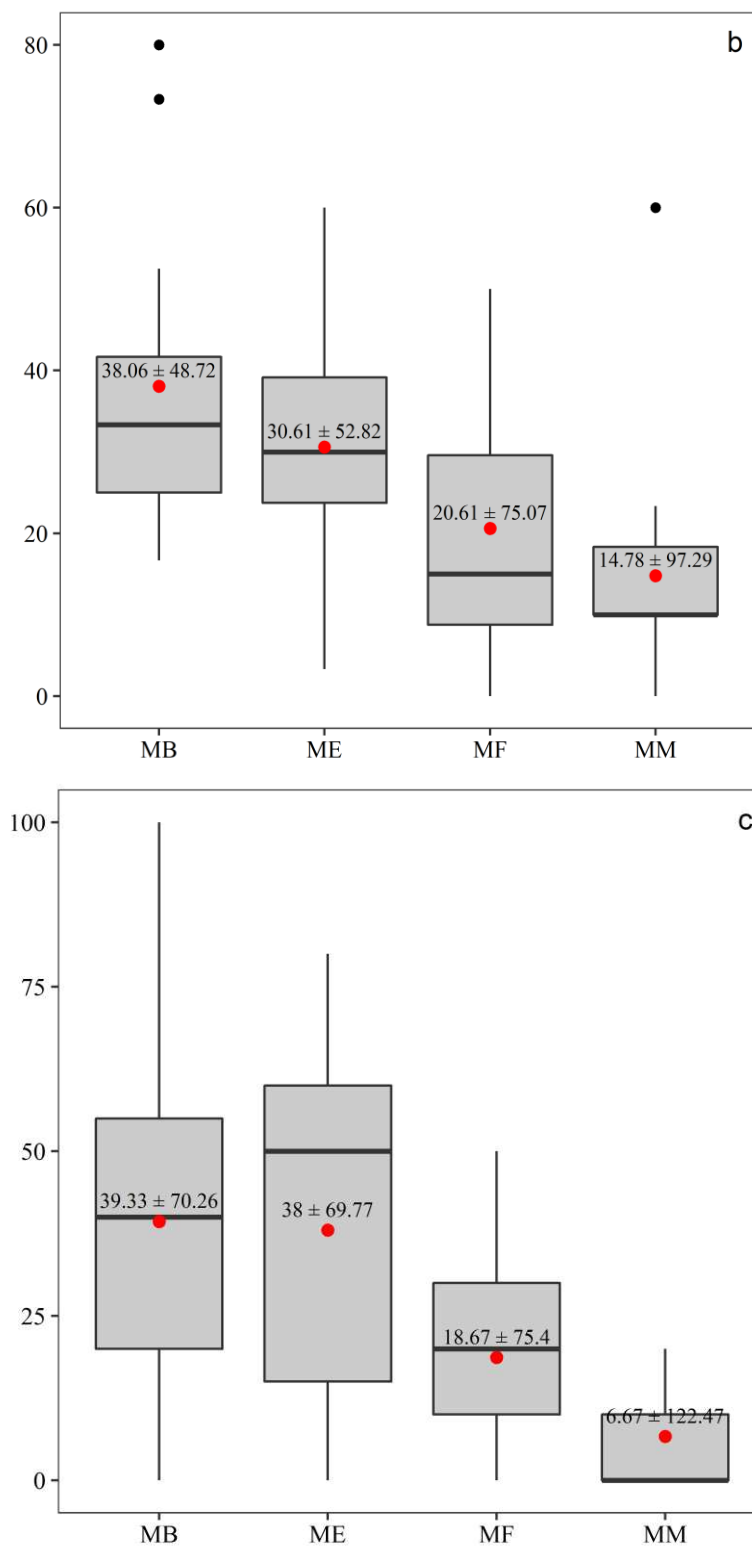
No parasitismo da geração F1, o melato de bracatinga manteve-se com a maior média (38,06%), e todos os tratamentos obtiveram distribuição assimétrica à esquerda (Figura 4b). Os maiores CV mantiveram-se para os tratamentos mel de frutas silvestres e mel de macieira, com 75,07% e 97,29%, respectivamente. Por obter menores médias, algumas repetições dos tratamentos melato de bracatinga e mel de macieira foram considerados como pontos influentes (pontos em preto – Figura 4b), os quais apresentaram taxas de parasitismo superior ao valor máximo presente nas demais repetições dos respectivos tratamentos. O valor mínimo manteve-se próximo a 0% para os tratamentos mel de eucalipto, mel de frutas silvestres e mel de macieira. O máximo de parasitismo foi de 80%, para o melato de bracatinga e abaixo de 60%, para os demais tratamentos (Figura 4b).

Nas primeiras 24 horas, a geração F1, alimentada com melato de bracatinga, obteve as maiores médias de parasitismo (38%). Apenas o mel de eucalipto apresentou distribuição assimétrica à direita (Figura 4c). A maior variação foi evidenciada no tratamento mel de frutas, com CV de 75,04%, seguido do melato de bracatinga e mel de eucalipto, e CV de 70,26% e 69,77%, respectivamente. O mel de macieira apresentou um CV maior que 100%, o que se deve ao desvio padrão

dos dados ser superior à média, bem como elevado número de repetições com parasitismo de 0% (Figura 4c). Nas primeiras 24 horas da geração F1, o tratamento melato de bracatinga resultou em um parasitismo mínimo de 0% e máximo de 100%. Nos demais tratamentos o parasitismo mínimo foi de 0% e máximo inferior a 75% (Figura 4c).

Figura 4 - Boxplot das médias de parasitismo da geração parental (a), geração F1 (b) e geração F1 nas primeiras 24 horas de vida (c), respectivamente de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* para diferentes tipos de mel. Onde MB = Melato de bracatinga, ME= Mel de eucalipto, MF = mel de flores silvestres (controle), MM= mel de frutas com predominância macieira.



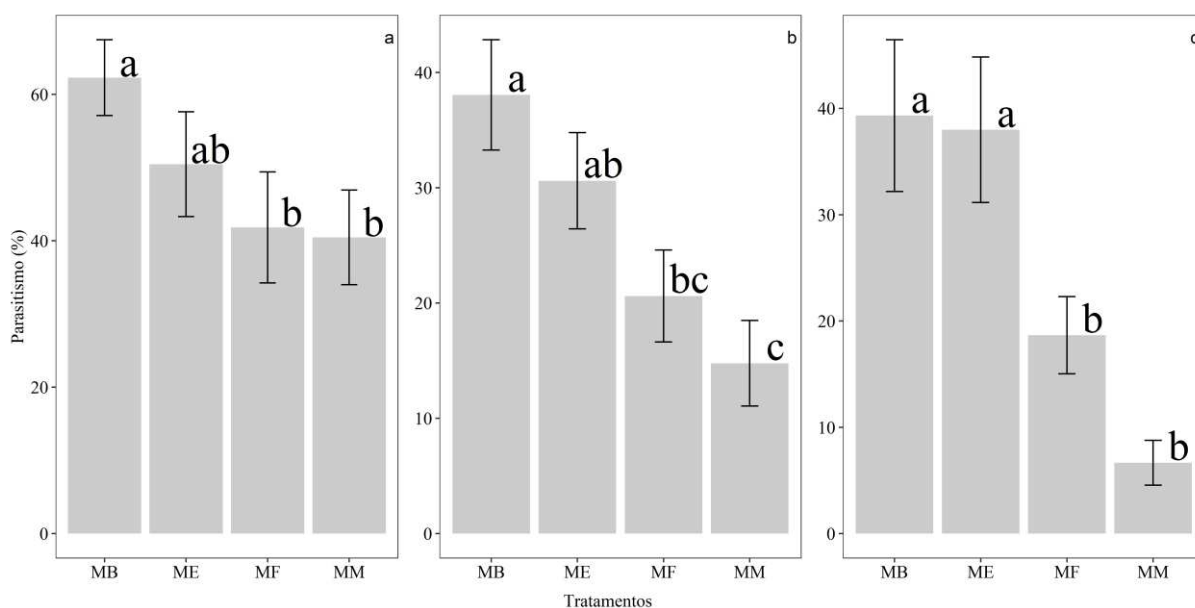


Fonte: O autor (2021).

Não houve diferenças estatísticas entre o melato de bracatinga e o mel de eucalipto, destacando o primeiro por apresentar maiores médias de parasitismo em todos as gerações avaliadas (Figura 5). Para este tratamento houve um incremento de aproximadamente 20% do parasitismo em relação ao tratamento controle (Mel de flores silvestres), o qual obteve média de parasitismo de 41,82% e erro padrão de 6,46 na geração parental (Figura 5a). O mel de macieira apresentou as menores médias de parasitismo na geração F1 (Figura 5b e 5c).

Houve uma redução do parasitismo total da geração F1 em relação à parental, de modo que o melato de bracatinga manteve-se superior aos demais, com taxa de 38,06% e EP de 4,79, seguido pelo mel de eucalipto com 30,61% de parasitismo e EP de 4,17 sendo estes estatisticamente semelhantes (Figura 5b). O mel de macieira resultou em baixo parasitismo, com média de 14,38% e EP de 3,71, sendo estatisticamente diferente dos demais (Figura 5b). Nas primeiras 24 horas, a geração F1 obteve médias semelhantes no parasitismo total dessa progênie em todos os tratamentos, com exceção do mel de macieira, que foi consideravelmente baixo nas primeiras 24 horas, com média de 6,67% com EP de 2,11 (Figura 5c), destacando o melato de bracatinga por apresentar as maiores médias.

Figura 5 – Médias do parasitismo da geração parental (a), geração F1 (b) e geração F1 nas primeiras 24 horas de vida (c), respectivamente de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* para diferentes dietas. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si entre no teste de Duncan a 5% de probabilidade. Onde MB = Melato de bracatinga, ME= Mel de eucalipto, MF = mel de flores silvestres (controle), MM= mel de frutas com predominância macieira.

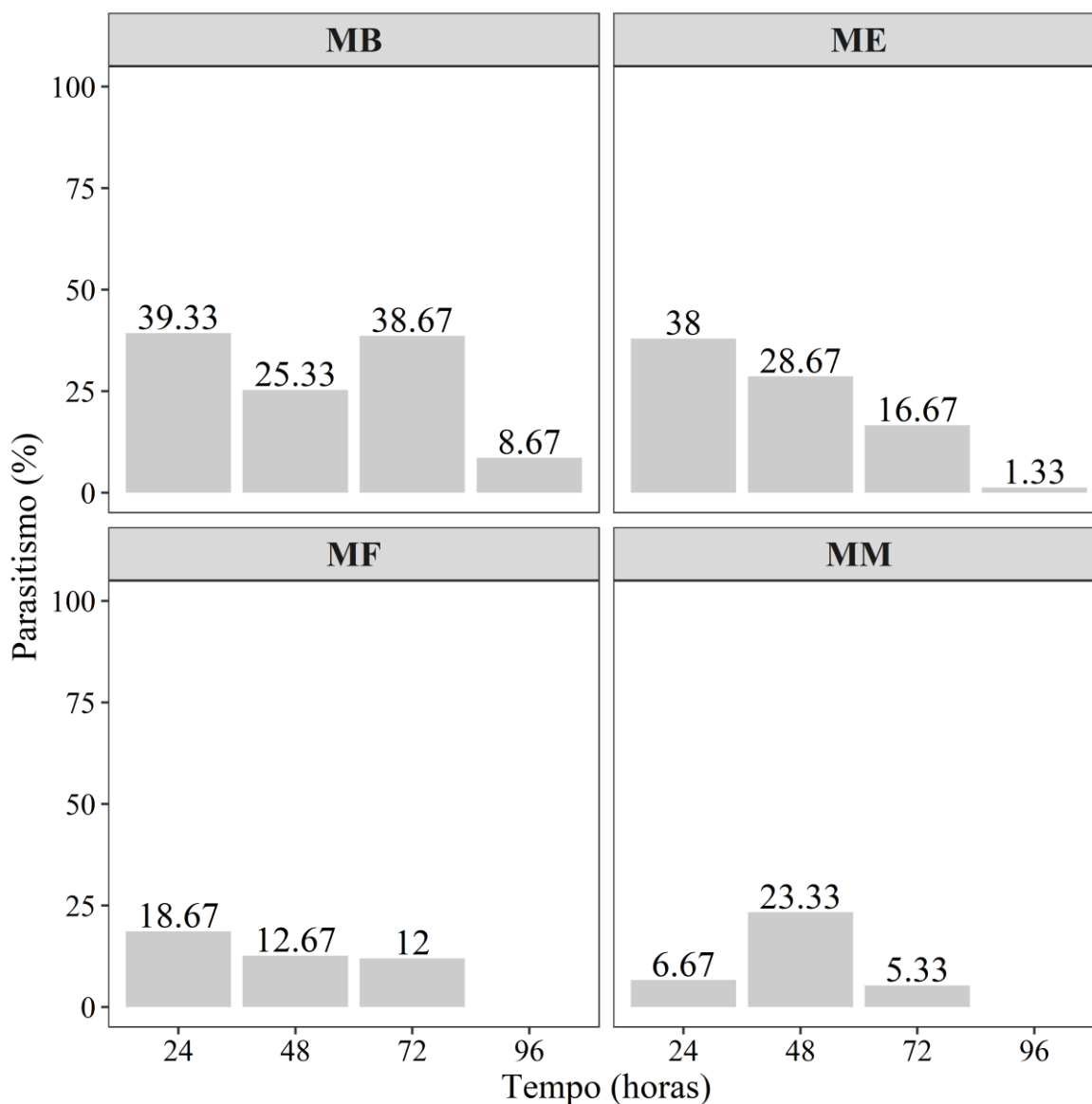


Fonte: O autor (2021).

Houve um decréscimo no parasitismo à medida em que a sobrevivência dos adultos de *C. noackae* aumentou, exceto para o melato de bracatinga, que manteve uma taxa constante de parasitismo em quase todos os dias de vida, com exceção para as 96 horas de vida. O mel de eucalipto apesar de apresentar taxas semelhantes de parasitismo em relação ao melato de bracatinga apresentou decréscimo nos quatro dias avaliados, evidenciando uma taxa de parasitismo de

1,33% nas 96 horas de vida. A maior taxa de parasitismo ocorreu nas primeiras 24 horas de vida em todos os tratamentos, com exceção do tratamento mel de macieira, em que ocorreu nas 48 horas, com parasitismo de 23,33% (Figura 6).

Figura 6 - Parasitismo no tempo da influência de diferentes tipos de mel de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus*, Onde MB = Melato de bracatinga, ME= Mel de eucalipto, MF = mel de flores silvestres (controle), MM= mel de frutas com predominância macieira.



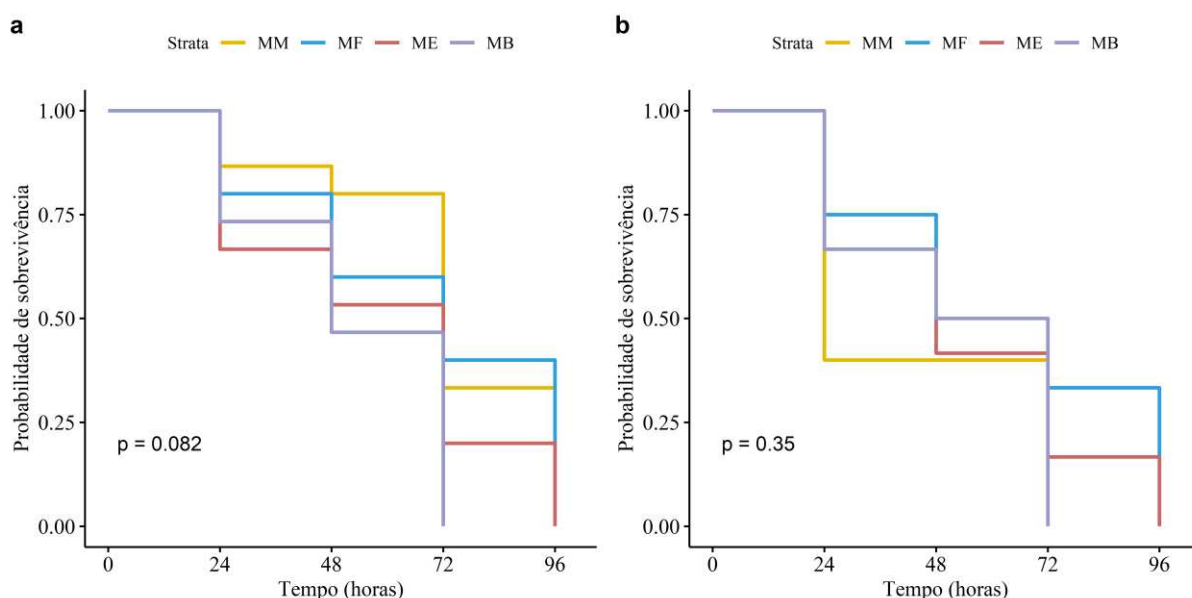
Fonte: O autor (2021)

#### 4.1.2 Sobrevivência dos adultos

Para o melato de bracatinga, houve alta probabilidade de sobrevivência das fêmeas (Figura 7a) e machos (Figura 7b) adultos nas primeiras 24 horas de vida,

enquanto que, após 48 horas, a probabilidade de sobrevivência deste tratamento se reduz à metade e se torna baixa às 72 e 96 horas de vida. No mel de eucalipto, a probabilidade é superior a 75% para as primeiras 24 horas para ambos os sexos, sendo reduzida gradativamente no decorrer das 96 horas. O mel de frutas silvestres apresentou probabilidades semelhantes ao mel de eucalipto. O melato de bracatinga foi o tratamento que aliou altas taxas de parasitismo com uma maior sobrevivência dos adultos.

Figura 7 - Probabilidade de sobrevivência de fêmeas (a) e machos (b) adultos da geração F1 de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* alimentados com diferentes tipos de mel, Onde MB = Melato de bracatinga, ME= Mel de eucalipto, MF = mel de flores silvestres (controle), MM= mel de frutas com predominância macieira.



Fonte: O autor (2021)

#### 4.1.3 Número de ninfas emergidas de *T. peregrinus*, proporção de fêmeas e período de desenvolvimento (ovo-adulto)

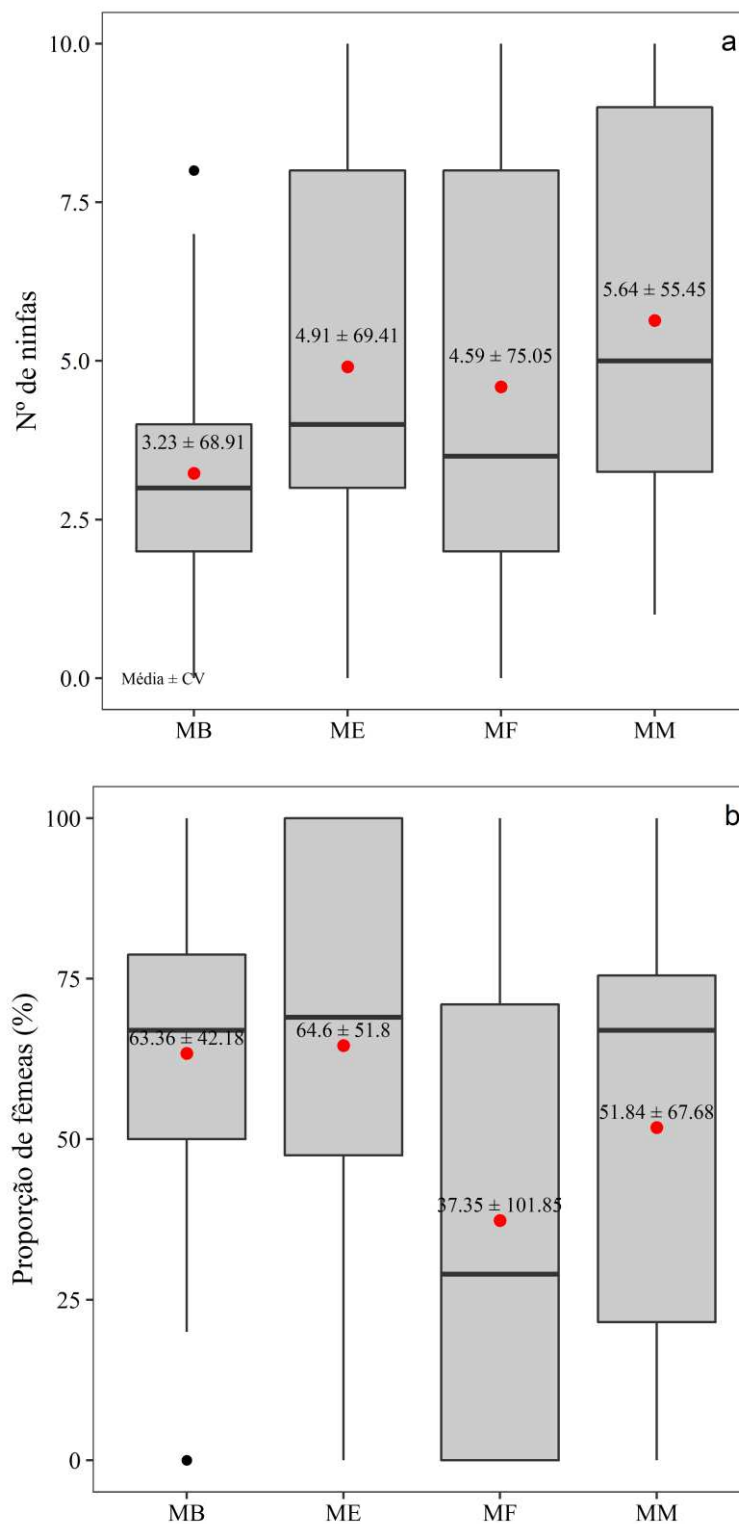
O número de ninfas do hospedeiro apresentou maior média para o tratamento com menor parasitismo - mel de macieira, com média de 5.64 ninfas do hospedeiro, seguido pelo mel de eucalipto (4,91 ninfas) e mel de frutas com média de 4,59 ninfas do hospedeiro. O menor número de ninfas do hospedeiro foi obtido no tratamento melato de bracatinga que apresentou maior parasitismo. A maior variação no número de ninfas do hospedeiro foi apresentada pelo mel de frutas,

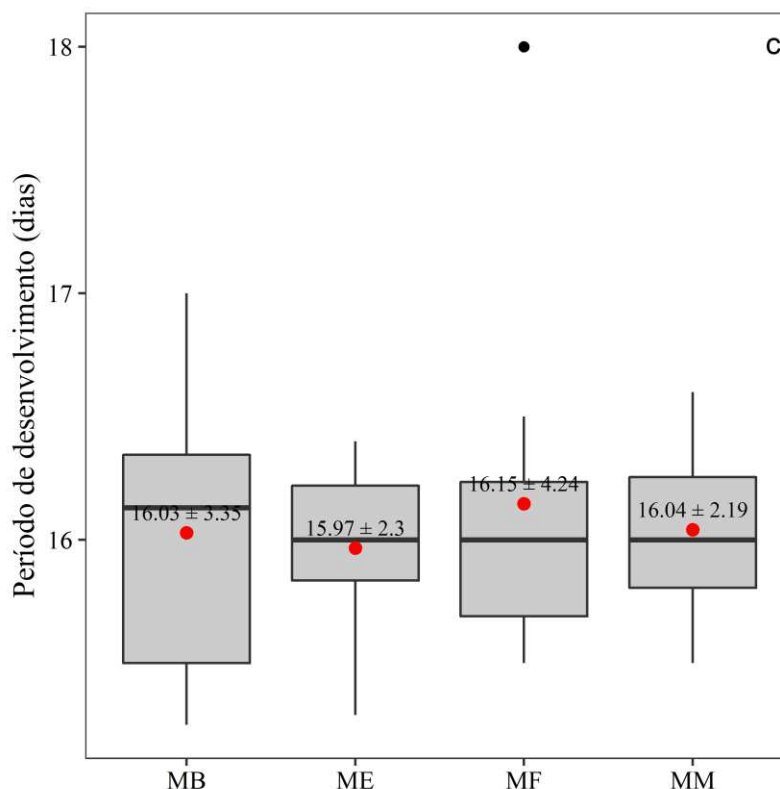
seguido do mel de eucalipto e melato de bracatinga. Esses três tratamentos apresentaram valor mínimo de ninfas do hospedeiro igual a 0. Com exceção do melato de bracatinga, os tratamentos resultaram em um número máximo de ninfas do hospedeiro igual a 10 (Figura 8a). Todos os tratamentos apresentaram distribuição assimétrica negativa.

A maior proporção de fêmeas foi obtida pelo melato de bracatinga, com 63,36% resultando em um CV de 42,18%, sendo este o menor valor em relação aos demais tratamentos. A menor proporção de fêmeas foi obtida pelo tratamento mel de frutas que apresentou maior CV. No tratamento melato de bracatinga, a repetição que obteve 0% de fêmeas foi considerada como ponto influente, enquanto os demais tratamentos apresentaram ausência de fêmeas em algumas repetições. Todos os tratamentos resultaram em um valor máximo de 100% de fêmeas em suas repetições. Os tratamentos melato de bracatinga e mel de macieira apresentaram distribuição assimétrica positiva, enquanto que os demais, assimétrica negativa (Figura 8b).

O período de desenvolvimento (ovo-adulto) foi de aproximadamente 16 dias para todos os tratamentos, com baixo coeficiente de variação e distribuição assimétrica negativa para melato de bracatinga e mel de flores silvestres, enquanto que o mel de eucalipto e macieira apresentaram distribuição assimétrica positiva (Figura 8c).

Figura 8 - Teste de comparação de médias do número de ninfas do hospedeiro emergidas (a), Proporção sexual de fêmeas (b) e período de desenvolvimento (ovo-adulto) (c), respectivamente da geração F1 de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* para diferentes dietas. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si entre no teste de Duncan a 5% de probabilidade. Onde MB = Melato de bracatinga, ME= Mel de eucalipto, MF = mel de flores silvestres (controle), MM= mel de frutas com predominância macieira.



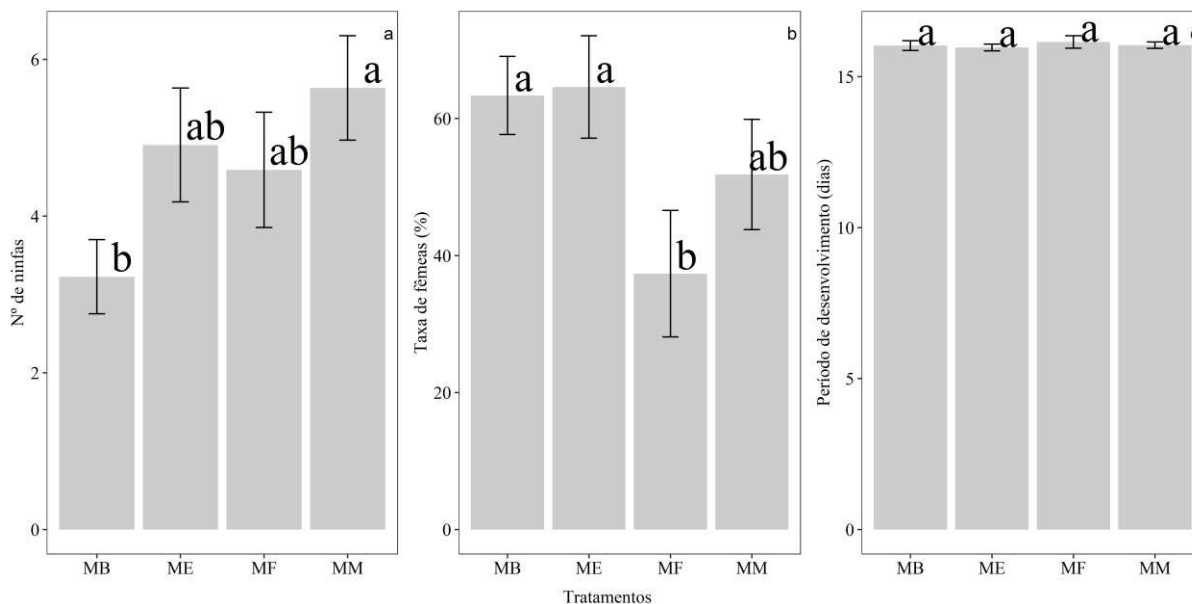


Fonte: O autor (2021)

O número de ninfas emergidas do hospedeiro (Figura 9a) foi inversamente proporcional à taxa de emergência dos parasitoides. Neste parâmetro, apenas o melato de bracatinga se distinguiu dos demais. O EP manteve-se acima de 0,65 para os tratamentos, exceto para o melato de bracatinga, o qual apresentou um EP de 0,47. O melato de bracatinga apresentou maior proporção de fêmeas, com média de 64,6% e EP de 5,69, seguida pelo mel de eucalipto com EP de 63,3% e 7,48 de EP não apresentando diferença estatística. O mel de flores silvestres apresentou menor proporção de fêmeas, com 37,3% e 9,22 de EP, sendo este tratamento estatisticamente diferente dos demais (Figura 9b).

Não houve efeito do tipo de mel sobre o período de desenvolvimento (ovo-adulto) da fase jovem do parasitoide; para todos os tratamentos da geração F1, a média de emergência foi de aproximadamente 16 dias, com EP entre 0,10 e 0,16, apresentando baixa variação nos dados (Figura 9c). Não foram observados ovos inviáveis de *T. peregrinus*.

Figura 9 - Teste de comparação de médias do número de ninfas do hospedeiro emergidas (a), Proporção sexual de fêmeas (b) e período de desenvolvimento (ovo-adulto) (c), respectivamente da geração F1 de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* para diferentes dietas. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si entre no teste de Duncan a 5% de probabilidade. Onde MB = Melato de bracatinga, ME= Mel de eucalipto, MF = mel de flores silvestres (controle), MM= mel de frutas com predominância macieira.



Fonte: O autor (2021)

## 4.2 EFEITO DO PÓLEN E NÉCTAR NO DESENVOLVIMENTO DE *C. noackae* EM OVOS DE *T. peregrinus*

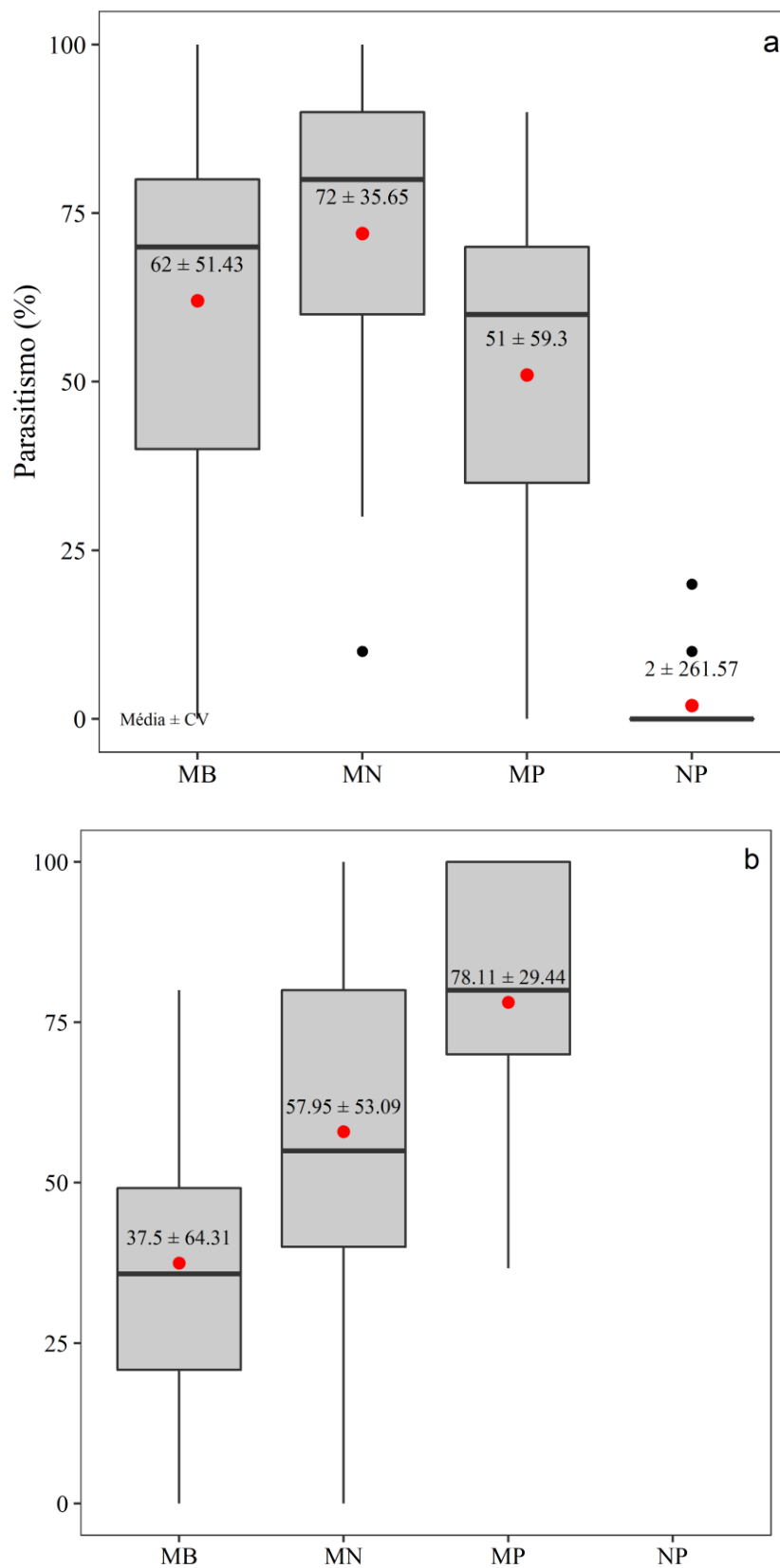
### 4.2.1 Parasitismo de *C. noackae*

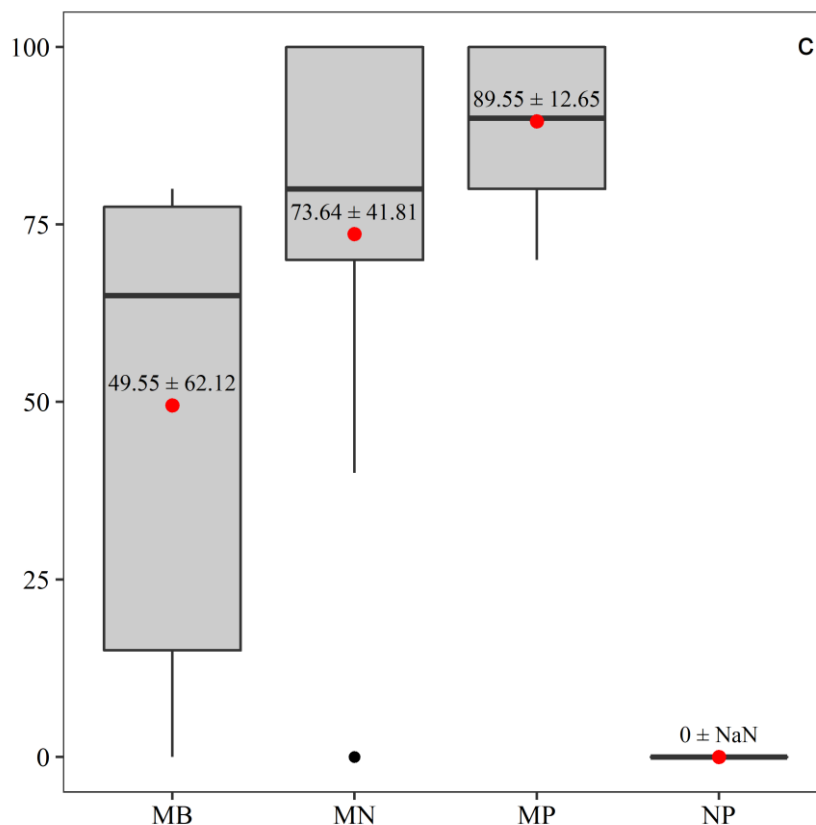
Na geração parental a maior média foi obtida pelo melato de bracatinga adicionado de pólen, com 72% de parasitismo e CV de 35,65, seguido pelo melato de bracatinga puro, com 62% de parasitismo e CV de 51,43%. O melato de bracatinga adicionado de pólen resultou em um parasitismo de 51% e CV de 59,3%. O néctar puro resultou em 2% de parasitismo e grande quantidade de repetições com parasitismo 0 (Figura 10a). Apenas o mel com néctar não resultou mínimo parasitismo igual a 0, enquanto que o melato de bracatinga adicionado de pólen e néctar puro foram os tratamentos que não resultaram em parasitismo máximo igual a 100%. Para o tratamento melato de bracatinga + pólen, o parasitismo máximo foi de 90%. Todos os tratamentos apresentaram distribuição assimétrica positiva (Figura 10a).

Na geração F1, o melato de bracinga + pólen resultou nas maiores taxas médias de parasitismo e menor CV, sendo 78,11% e 29,44%, respectivamente. Esse tratamento apresentou muitas repetições com 100% de parasitismo e o valor mínimo foi de 36,7%, denotando alta performance dessa prôgenie. O melato com néctar resultou em média de 57,95% de parasitismo, com alta variação (CV = 53,03), além de mínimo parasitismo 0%. O melato de bracinga puro resultou média de parasitismo 37,5% e CV de 64,31%, com mínimo de 0% e máximo de 80%. A distribuição foi assimétrica negativa para todos os tratamentos (Figura 10b).

Nas primeiras 24 horas da geração F1, o melato de bracinga adicionado de pólen parasitou em média 89,55% dos ovos de *T. peregrinus*, com baixa variação (CV = 12,65%), enquanto o melato de bracinga + néctar resultaram em média de 73,64% de parasitismo e CV de 41,81%, seguido de 49,55% de ovos parasitados para melato de bracinga puro, com CV de 62,12%, com mínimo de 0% e máximo de 80%. A menor taxa de parasitismo do melato de bracinga adicionado de pólen foi de 70%, enquanto o máximo foi 100%. A distribuição foi simétrica para o tratamento melato + pólen, assimétrica negativa para melato + néctar e assimétrica positiva para melato de bracinga puro (Figura 10c).

Figura 10 - Boxplot da influência de pólen e néctar no parasitismo da geração parental (a), geração F1 (b) e geração F1 nas primeiras 24 horas de vida (c) de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus*. Onde MB= Mel de bracatinga (Controle); MN= Mel com néctar; MP= Mel com pólen, MN = Mel com néctar.



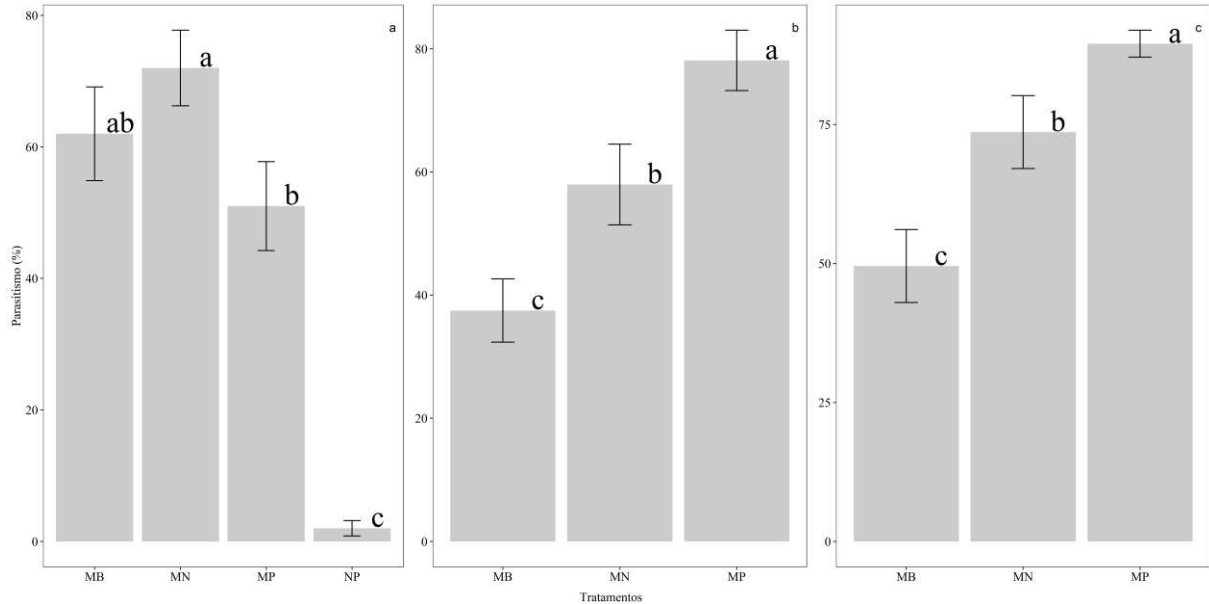


Fonte: O autor (2021)

Na geração parental, o melato de bracatinga com néctar apresentou maior parasitismo, sendo estatisticamente semelhante com melato de bracatinga puro (Figura 11a). O EP variou entre 1,16 para o néctar puro e 7,13 para o melato de bracatinga puro. Na geração F1, o melato de bracatinga com pólen foi o que apresentou maior parasitismo, diferindo estatisticamente dos demais (Figura 11b), sendo este o que apresentou menor EP (4,90), enquanto mel com néctar obteve o maior EP (6,56). Nas primeiras 24 horas dessa geração, o melato com pólen diferiu dos demais tratamentos e promoveu um parasitismo médio de 89% e EP de 2,41, sendo 50% maior que o melato de bracatinga puro, o qual obteve 6,56 de EP (Figura 11c).

O néctar puro foi inferior aos demais tratamentos avaliados, pois não apresentou taxas de parasitismo significativas. Na geração parental, de todas as repetições avaliadas, observaram-se apenas um casal emergidos, dos quais não foram originados progênes.

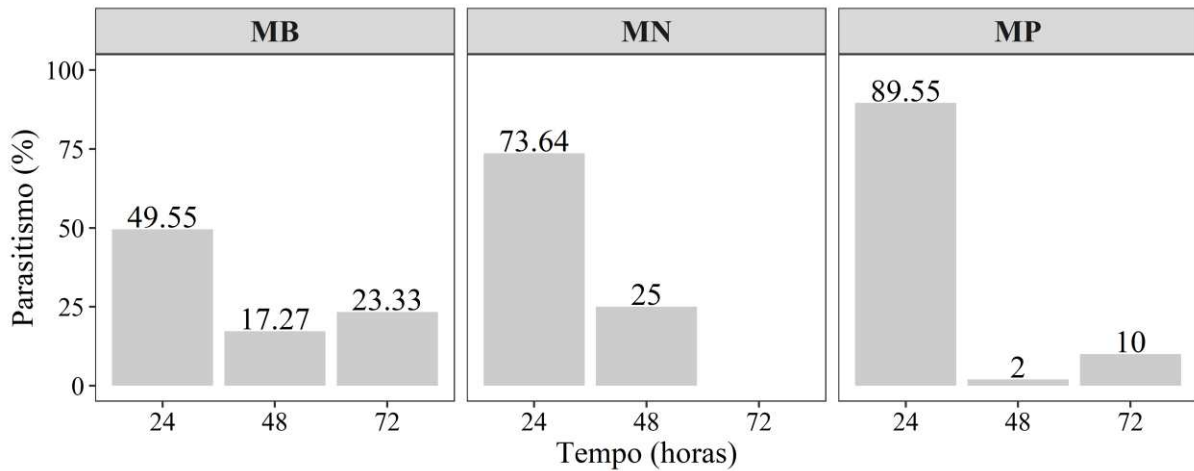
Figura 11 - Comparação de médias do parasitismo de *C. noackae* na geração parental (a), F1 (b) e F1 nas primeiras 24 horas (c) alimentados com mel, pólen e néctar, em ovos de *T. peregrinus*. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si no teste de Duncan a nível de 5% de significância. Onde MB= Melato de bracatinga (Controle), MN= Mel com néctar; MP= Mel com pólen; NP=Néctar puro.



Fonte: O autor (2021)

As maiores taxas de parasitismo ocorreram nas primeiras 24 horas de vida de *C. noackae*, decaindo significativamente após 48h de vida das fêmeas. As fêmeas alimentadas com pólen adicionado ao mel parasitaram aproximadamente 90% nas primeiras 24 horas, seguidas das fêmeas alimentadas de mel com néctar, que parasitaram cerca de 74% dos ovos. No entanto, nesse tratamento, os indivíduos não chegaram a atingir 72 horas de vida, diferente do que ocorreu com os demais tratamentos (Figura 12).

Figura 12 - Parasitismo no tempo de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* com a influência de néctar e pólen na dieta. Onde MB= Melato de bracatinga (Controle); MN= Mel com néctar; MP= Mel com pólen; NP=Néctar puro.

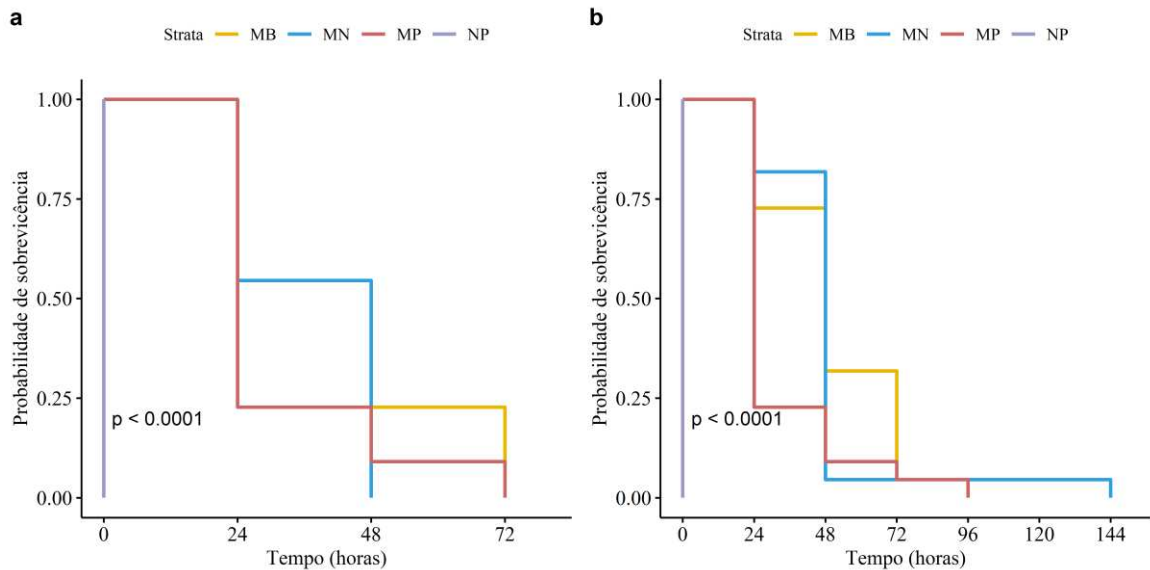


Fonte: O autor (2021)

#### 4.2.2 Sobrevivência dos adultos

As chances de sobrevivência do parasitoides adultos nas primeiras 24 horas de vida foram de 100% quando alimentados com melato de bracatinga e pólen, tanto para os machos como para as fêmeas. Também notou-se que as fêmeas sobreviveram até às 72 horas e os machos, até as 96 horas. As fêmeas alimentadas com melato e néctar sobreviveram até 48 horas (Figura 13a). Os machos alimentados com mel e néctar sobreviveram até 144 horas, enquanto no melato de bracatinga puro, tanto os machos quanto as fêmeas viveram até 72 horas (Figura 13b).

Figura 13 - Probabilidade de sobrevivência de fêmeas (a) e machos (b) adultos da geração F1 de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* com a influência de néctar e pólen na dieta. Onde MB= Melato de bracatinga (Controle); MN= Mel com néctar; MP= Mel com pólen; NP=Néctar puro.



Fonte: O autor (2021)

#### 4.2.3 Número de ninfas emergidas de *T. peregrinus*, proporção de fêmeas e período de desenvolvimento (ovo-adulto)

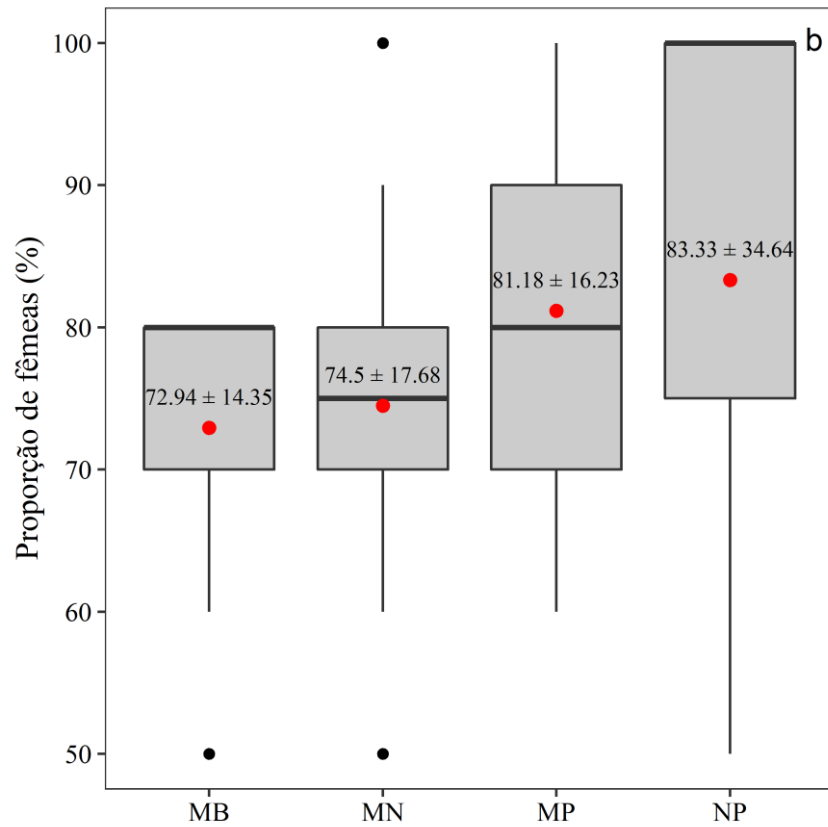
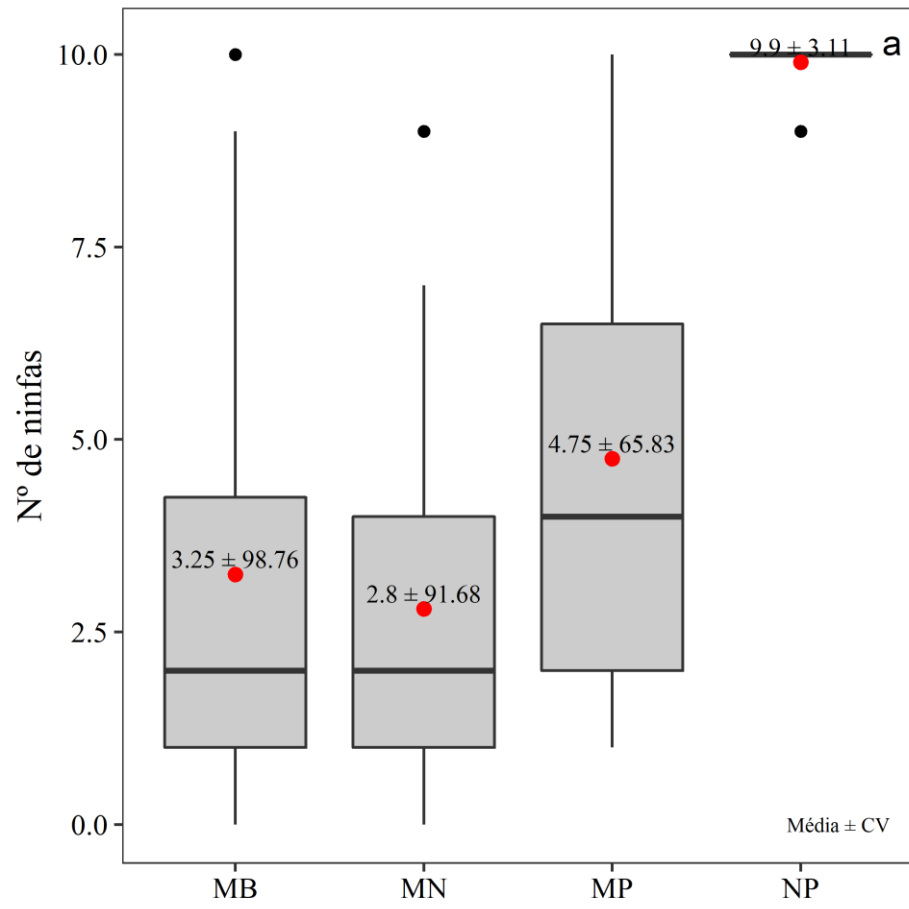
O maior número de ninfas do hospedeiro de *T. peregrinus* foi observado no tratamento néctar puro, o qual apresentou menores taxas de parasitismo, com média de 9,9 ninfas do hospedeiro e 3,11% de coeficiente de variação. O menor número de ninfas do hospedeiro foi obtido no melato de bracatinga + néctar, com média de 2,8 ninfas do hospedeiro e alta variação (CV = 91,68%), a qual pode estar relacionada à média deste tratamento ser menor que o seu desvio padrão. O melato de bracatinga puro obteve média de 3,25 ninfas do hospedeiro e 98,76% de coeficiente de variação, o qual pode estar relacionado à baixa média. O melato de bracatinga + pólen obteve média de 4,75 ninfas do hospedeiro e 65,83% de coeficiente de variação. As distribuições de todos os tratamentos foram assimétricas negativas (Figura 14a).

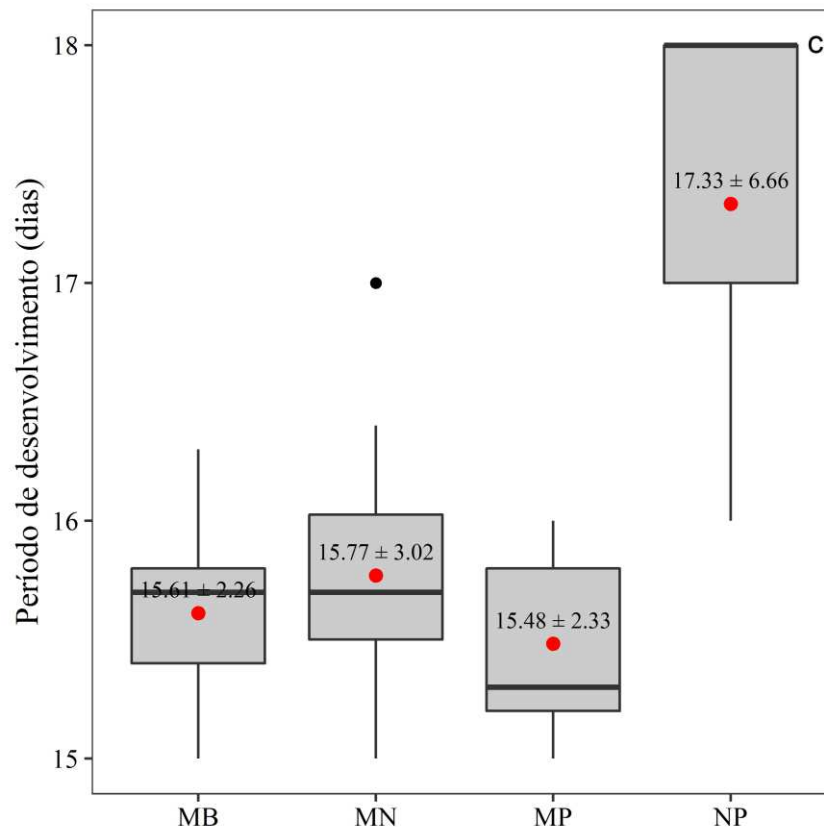
O néctar puro foi o que resultou em maior proporção de fêmeas do parasitoide, com média de 83,33% e coeficiente de variação de 34,64%. Porém, este tratamento resultou em baixa emergência e, essa média está relacionada com o pequeno número de amostras obtidas. Por tal motivo, o melato de bracatinga +

pólen com média de parasitismo de 81,18% e 16,23% de coeficiente de variação pode ser considerado o tratamento com maior proporção de fêmeas, com valor mínimo de 60% e máximo de 100%. A menor proporção de fêmeas foi obtida pelo melato de bracatinga puro, com média de 72,94% e coeficiente de variação de 14,35%. O melato + néctar resultou em média de 74,5% de fêmeas e coeficiente de variação de 17,68%. O melato + pólen e melato + néctar resultaram em distribuição simétrica, enquanto que o melato puro e néctar puro apresentaram distribuição assimétrica positiva (Figura 14b).

O néctar puro propiciou o aumento do período de desenvolvimento (ovo-adulto) dos parasitoides, com média de 17,33 dias e CV de 6,66%. Os demais tratamentos apresentaram média de aproximadamente 15 dias, com coeficiente de variação inferior a 3%. Apenas o néctar puro apresentou distribuição assimétrica positiva, sendo que os demais tratamentos apresentaram distribuição assimétrica negativa (Figura 14c).

Figura 14 - Boxplot da influência de pólen e néctar nos parâmetros biológicos de *C. noackae*. (a) número de fêmeas emergidas, (b) proporção de fêmeas e (c) período de desenvolvimento (ovo-adulto). Onde MB= Mel de bracatinga (Controle); MN= Mel com néctar; MP= Mel com pólen, MN = Mel com néctar.

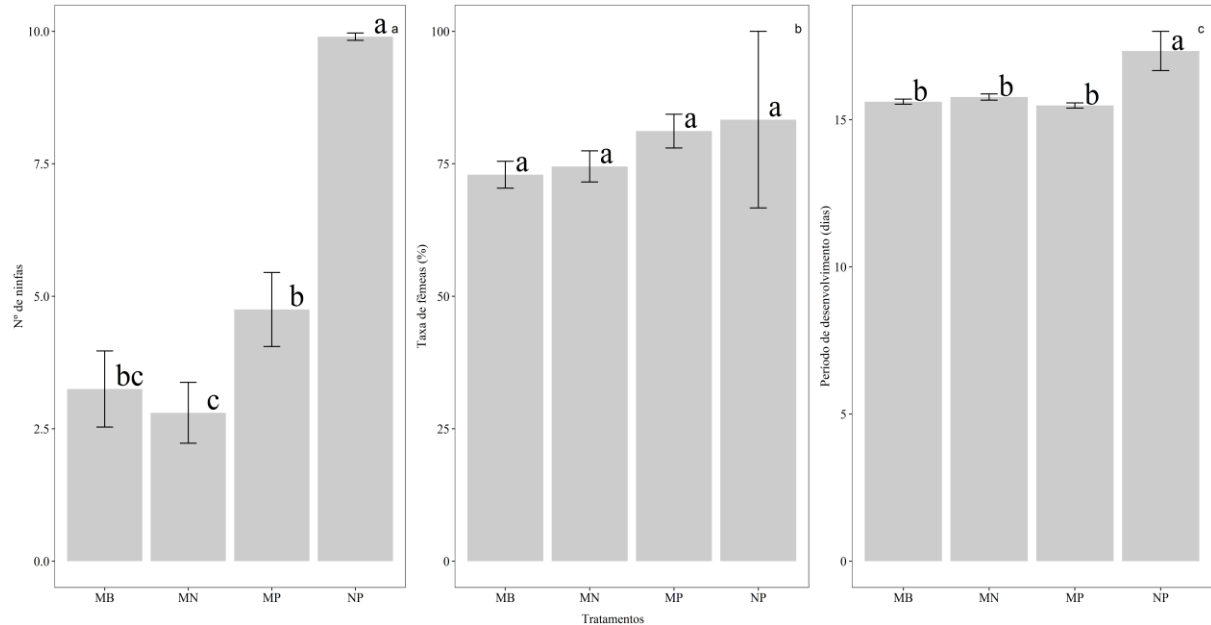




Fonte: O autor (2021)

A maior taxa de emergência de ninfas do hospedeiro ocorreu no tratamento néctar puro, com o menor EP de (0,06), enquanto que os demais apresentaram baixa emergência. O maior EP foi observado no tratamento de melato de bracatinga (0,71) (Figura 15a). Os tratamentos não influenciaram na proporção de fêmeas de *C. noackae*, com médias estatisticamente semelhantes para todos os tratamentos (Figura 15b). Apesar disso, o néctar puro apresentou EP de 16,66, o qual pode estar relacionado ao baixo número de repetições deste tratamento, devido ao baixo parasitismo. Os demais tratamentos resultaram em um EP entre 2,53 e 3,19 (melato puro e melato com pólen, respectivamente). O néctar puro proporcionou um aumento no período de desenvolvimento (ovo-adulto) para cerca de 17 dias, enquanto os demais tratamentos mantiveram o período de aproximadamente 16 dias (Figura 15c).

Figura 15 - Teste de comparação de médias do número de ninfas do hospedeiro emergidas (a), Proporção sexual de fêmeas (b) e período de desenvolvimento (ovo-adulto) (c), respectivamente da geração F1 de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* com a influência de néctar e pólen na dieta. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si no teste de Duncan a 5% de probabilidade. Onde MB= Melato de bracatinga (Controle), MN= Mel com néctar; MP= Mel com pólen; NP=Néctar puro.



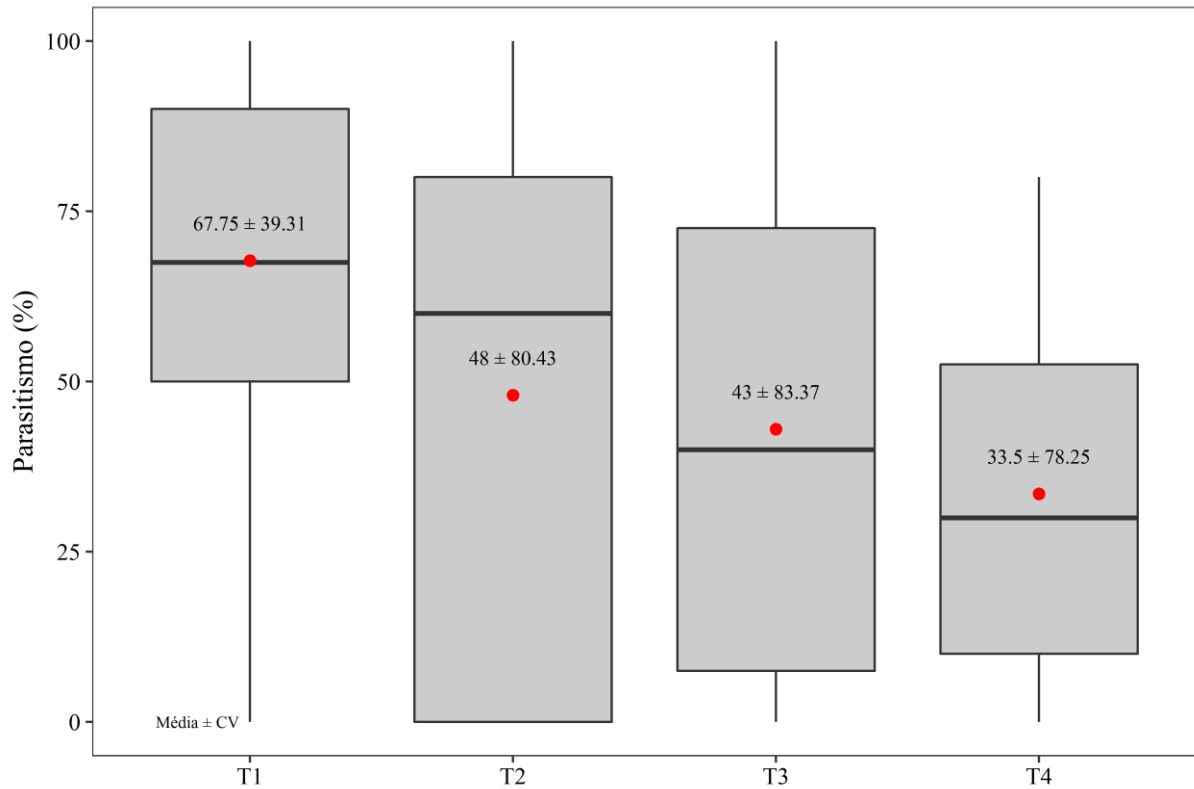
Fonte: O autor (2021)

### 4.3 AVALIAÇÃO DO PARASITISMO DE *C. noackae* EM DE OVOS DE *T. peregrinus* EM DIFERENTES DIAS DA FASE ADULTA

#### 4.3.1 Parasitismo de *C. noackae*

O tratamento 1 (fornecimento de alimento e ovos em todos os dias de vida do parasitoide) resultou em parasitismo médio de 67,75%, com CV de 39,31, com um parasitismo máximo de 100% e mínimo de 0%, além de distribuição assimétrica negativa. O tratamento 2 (fornecimento de alimento no primeiro dia e ovos a partir do segundo dia) resultou em média de 48% de parasitismo, 80,43% de coeficiente de variação e distribuição assimétrica positiva. O tratamento 3 (fornecimento de alimentos nos dois primeiros dias e ovos a partir do segundo dia) resultou em média de 43%, com CV de 83,37% e distribuição assimétrica negativa. As menores médias foram observadas no tratamento com privação de alimento, com parasitismo médio de 33,5%, CV de 78,25% e distribuição assimétrica negativa (Figura 18).

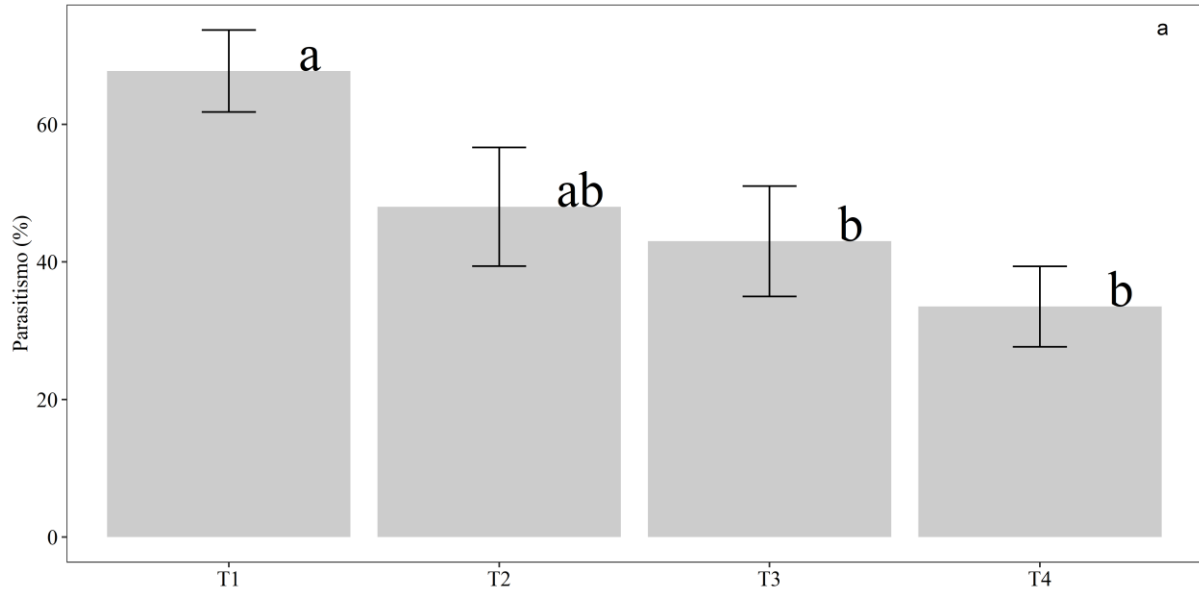
Figura 16 – Boxplot do parasitismo geral de *C. noackae* em diferentes dias de vida. Onde: T1= Alimento fornecido todos os dias de vida para os parasitoides (Controle); T2= Alimento fornecido no primeiro dia de vida e ovos a partir do segundo dia de vida; T3= Alimento fornecido nos dois primeiros dias de vida e ovos a partir do segundo dia de vida e T4 = privação de alimento.



Fonte: O autor (2021)

Houve semelhança estatística entre os tratamentos T3 e T4, os quais diferiram estatisticamente de T1, que se destacou por apresentar taxa de parasitismo de aproximadamente 68%. O T2 foi estatisticamente semelhante ao T1, T3 e T4, com média de parasitismo de 48% e EP de 8,63. O tratamento T1 apresentou menor EP, com 5,95, enquanto que o T3 e T4 resultaram em EP de 8,01 e 5,96, respectivamente (Figura 19).

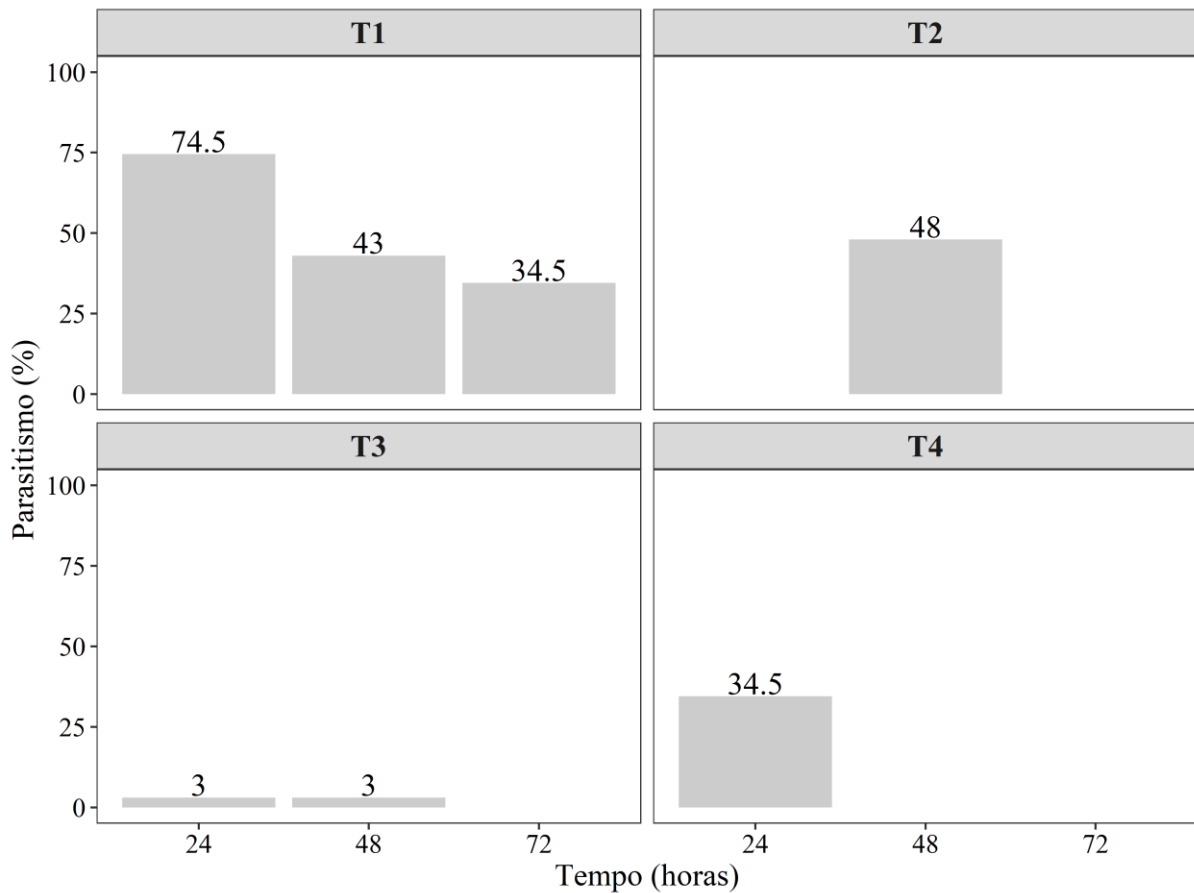
Figura 17 – Teste de comparação de médias do parasitismo total de *C. noackae* em diferentes dias de vida. Onde: T1= Alimento fornecido todos os dias de vida para os parasitoides (Controle); T2= Alimento fornecido no primeiro dia de vida e ovos a partir do segundo dia de vida; T3= Alimento fornecido nos dois primeiros dias de vida e ovos a partir do segundo dia de vida e T4 = privação de alimento.



Fonte: O autor (2021)

No T1, a taxa de parasitismo no intervalo de 0 a 24 horas foi de 74,5%, mantendo a taxa de parasitismo do experimento anterior (Efeito do pólen e néctar no desenvolvimento de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus*), ao passo que nos dias subsequentes essa taxa decresceu significativamente, passando para 3% de parasitismo nos intervalos de 24-48 e 48-72 horas. No tratamento T2, apresentou um parasitismo de 48%, ocorrendo a mortalidade total dos parasitoides no dia seguinte. O tratamento T3 resultou em um parasitismo de 43 e 34,5%, no intervalo de 0-24 e 24-48 horas, respectivamente, mantendo taxas semelhantes de parasitismo mesmo alimentados somente nas primeiras 24 horas de vida. No T4 em que não foi ofertado alimento, as fêmeas parasitaram 34,5% dos ovos e, apresentaram mortalidade de 100% nas primeiras 24 horas de vida (Figura 20).

Figura 18 - Parasitismo no tempo em diferentes dias de vida de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus*, quando alimentados com melato de bracatinga com pólen. Onde: T1= Alimento fornecido todos os dias de vida para os parasitoides (Controle); T2= Alimento fornecido no primeiro dia de vida e ovos a partir do segundo dia de vida; T3= Alimento fornecido nos dois primeiros dias de vida e ovos a partir do segundo dia de vida e T4 = privação de alimento.

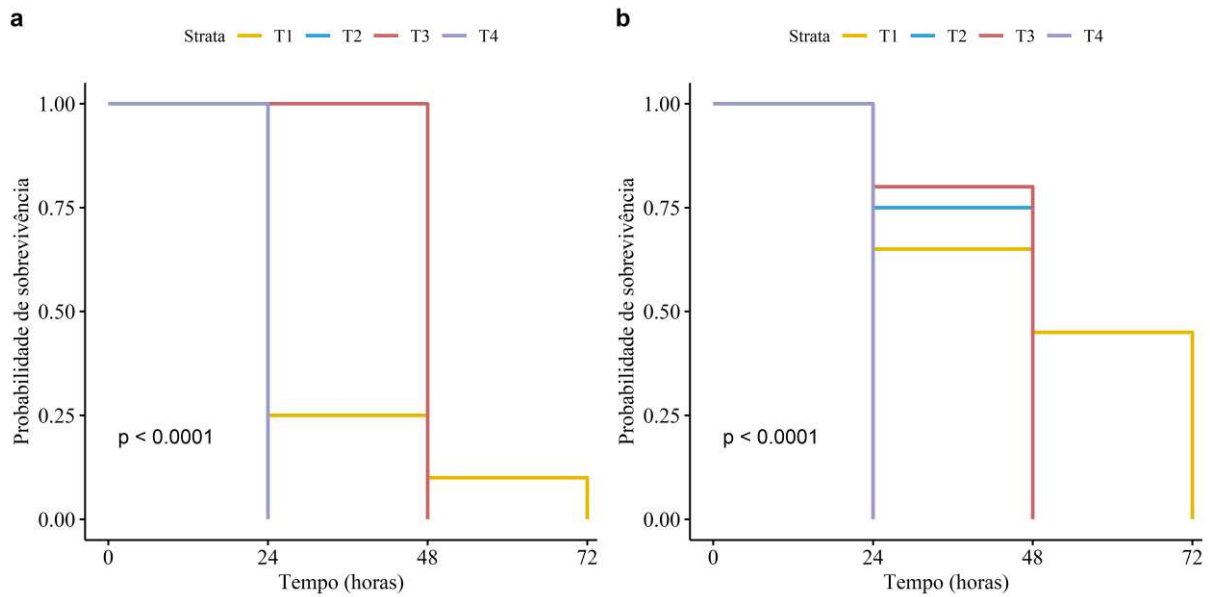


Fonte: O autor (2021)

#### 4.3.2 Sobrevivência dos adultos

A menor sobrevivência dos adultos foi registrada para o tratamento 4, com mortalidade de 100% das fêmeas (Figura 21a) e machos (Figura 21b) nas primeiras 24 horas. As fêmeas e machos de T1 foi o único tratamento que apresentou sobrevivência até 72 horas, sendo a maior probabilidade de sobrevivência registrada para os machos nesse experimento. As fêmeas dos tratamentos 2 e 3 apresentaram probabilidades idênticas de sobrevivência, com longevidade de 48 horas. Os machos do tratamento 2 e 3 apresentaram sobreviveram até 48 horas.

Figura 19 - Probabilidade de sobrevivência de fêmeas (a) e machos (b) adultos da geração F1 de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* em diferentes dias de vida. Onde: T1= Alimento fornecido todos os dias de vida para os parasitoides (Controle); T2= Alimento fornecido no primeiro dia de vida e ovos a partir do segundo dia de vida; T3= Alimento fornecido nos dois primeiros dias de vida e ovos a partir do segundo dia de vida e T4 = privação de alimento.



Fonte: O autor (2021)

A menor sobrevivência dos adultos foi registrada para o tratamento 4, com mortalidade de 100% das fêmeas (Figura 20a) e machos (Figura 20b) nas primeiras 24 horas. As fêmeas e machos de T1 foi o único tratamento que apresentou sobrevivência até 72 horas, sendo a maior probabilidade de sobrevivência registrada para os machos nesse experimento. As fêmeas dos tratamentos 2 e 3 apresentaram probabilidades idênticas de sobrevivência, com longevidade de 48 horas. Os machos do tratamento 2 e 3 apresentaram sobreviveram até 48 horas.

## 5 DISCUSSÃO

### Efeito do alimento no parasitismo e longevidade de *C. noackae*

Proporcionar uma dieta ideal aos parasitoides adultos é importante para incrementar seus parâmetros biológicos. Normalmente, em criações em laboratório, é utilizado o mel, que pode ser ofertado puro ou diluído em água (SOUZA et al., 2016). Entretanto, neste estudo, os melhores resultados obtidos pelo melato de bracatinga (Figura 5) podem estar relacionados ao maior teor de proteínas apresentado por este composto (Tabela 1) em relação ao mel floral (BARTH, 1989).

As maiores taxas de parasitismo registradas neste estudo, como resultado dos três experimentos realizados, de 62%, 89% e 67%, são superiores à média de parasitismo (50%) reportada para *C. noackae* por Barbosa et al., (2017). Esses

resultados evidenciam que as dietas utilizadas neste estudo, sobretudo o melado de bracatinga adicionado ao pólen, são indispensáveis para fomentar o máximo desempenho da microvespa no controle de *T. peregrinus*. Picciau; Alma; Ferracini, (2019) estudaram o efeito de diferentes dietas na vida útil e parasitismo de *Torymus sinensis* (Hymenoptera, Torymidae) no controle de *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera, Cynipidae) e, constataram que quando os parasitoides eram alimentados com mel e pólen ocorria um aumento na vida útil em 33 vezes, e a fecundidade aumentava em 2,3 vezes no quarto dia, em relação às vespas não alimentadas, ratificando os resultados encontrados neste estudo.

Observou-se um incremento da longevidade dos casais de *C. noackae* quando alimentados com melado de bracatinga, com até 48 horas a mais de vida em relação ao mel de flores silvestres, que proporciona uma longevidade média de 3 dias (SOUZA et al., 2016) para até 5 dias. Apesar da semelhança estatística entre o melado de bracatinga e o mel de eucalipto, selecionou-se o melado de bracatinga por proporcionar maiores médias de parasitismo e longevidade (Figura 5). Tal resultado pode estar relacionado com a nutrição fornecida pelo melado de bracatinga, pois apresentou os maiores teores de proteínas em relação aos demais meios.

O pólen é uma fonte de compostos nitrogenados com níveis de proteína que variam de 2,5% até 60% (ROULSTON; CANE, 2000). Em outros estudos, altos teores de proteínas e açúcares acarretaram no incremento do parasitismo, a depender da biologia do parasitoide, bem como da sua fase de desenvolvimento (WÄCKERS, 2003). A quantidade de açúcares presente apenas no mel não favorece uma dieta ideal para os casais de *C. noackae*, necessitando de maiores teores de proteínas, os quais podem ser encontrados no pólen. Assim, o melado de bracatinga aliado ao pólen fornece um teor satisfatório de açúcares e proteínas ao parasitoide.

O pólen fornece proteínas, vitaminas e sais minerais, sendo um alimento essencial para as abelhas, principalmente para as larvas pois, em sua ausência, pode levar à extinção da colméia (BASTOS; SILVEIRA, V. M.; SOARES, 2003). Dessa forma, as altas taxas de parasitismo observadas nos tratamentos com a utilização de pólen apícola de flores adicionado ao melado de bracatinga e também de néctar comercial diluído em melado de bracatinga, pode estar relacionado aos nutrientes destas soluções, as quais totalizaram, 100 g.100g<sup>-1</sup> de açúcares e 18,42 g.100g<sup>-1</sup> em proteínas, e 164,9 g.100g<sup>-1</sup> de açúcares e aproximadamente 0,68 g.100g<sup>-1</sup> em proteínas, respectivamente (Tabela 1). Em parasitoide do gênero

*Trichogramma*, o pólen incrementou a fecundidade e longevidade dos insetos (ZHANG; ZIMMERMANN; HASSAN, 2004), o que possivelmente aconteceu com *C. noackae*.

Neste estudo foi observada menor sobrevivência das fêmeas de *C. noackae* nos primeiros dias de vida no primeiro experimento (Parasitismo de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus* sob diferentes tipos de mel) e no segundo experimento (Efeito do pólen e néctar no desenvolvimento de *C. noackae* em ovos de *T. peregrinus*) (Figuras 6 e 14), provavelmente por conta das altas taxas de parasitismo nas primeiras horas de vida quando alimentados com pólen e melato de bracatinga. (Figura 10). Contrapondo, o tratamento melato de bracatinga com néctar artificial proporcionou o aumento da sobrevivência dos parasitoides adultos, sobretudo dos machos, o que corrobora com Mutitu et al, (2013); Jacob; Joder; Batchelor, (2006), os quais obtiveram maiores longevidades para as famílias Braconidae e Myrmaridae, quando alimentados com néctares florais de origem natural.

As informações obtidas neste estudo podem contrapor os resultados encontrados em outros trabalhos que abordam que todos os compostos açucarados são adequados para alimentação de parasitoides. O fraco desempenho de *Cotesia glomerata* (Hymenoptera: Braconidae) quando alimentadas com melato mostra que composto pode ser uma fonte alimentar inferior quando comparada com mel floral ou sacarose (WÄCKERS, 2000). Esse resultado é contrário aos apresentados neste estudo, destacando o melato de bracatinga como mais adequado para ser fornecido ao *C. noackae*.

A falta de resposta do parasitismo, a alta incidência de ninfas do hospedeiro e maior período de desenvolvimento (ovo-adulto) (figura 12c) no tratamento água e néctar (Figura 12a) pode ser explicado pelo baixo teor nutricional desse alimento, o que corrobora com GENG et al. (2006) que verificaram que as fêmeas de *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) alimentadas com pólen de milho e água obtiveram baixas taxas de parasitismo.

O composto néctar floral possui cerca de 75% de açúcares, principalmente, sacarose, frutose e glicose, bem como vitaminas D, E, K, B, B1, B6, B12 e C, os quais podem ser os fatores que incrementaram o parasitismo e longevidade de *C. noackae* (THOMPSON, 1999). No entanto, a análise realizada sobre sua composição, neste estudo, indicou que este, apresentou teor proteico inferior a 0,3 g.100g<sup>-1</sup> (Tabela 1). O baixo teor proteico do mel com néctar pode ter sido o

responsável pelas menores taxas de parasitismo na geração F1 (Figuras 8b e 8c), podendo-se inferir que o alto teor de açúcar e proteínas do mel com pólen promove altas taxas de parasitismo na geração parental e suas progênes. Tal fator foi imprescindível para a definição do melato de bracatinga com adição de pólen como alimento ideal para a dieta de *C. noackae*.

O efeito do mel em baixas concentrações, diluído em água, pode ocasionar equilíbrio de energia, uma vez que o excesso de energia reduziria a sobrevivência dos parasitoides (SALMAH; IDRIS, 2012), além de que devido ao pequeno tamanho dos parasitoides, o mel quando ofertado sem diluições pode ocasionar a morte da população. Tais fatores ratificam os resultados encontrados neste estudo, salientando a importância de se diluir o mel a 50% como encontrado no trabalho de Souza et al, (2016).

A alimentação e o fornecimento de ovos contínuos é uma forma de se promover um bom desempenho de *C. noackae* (Figura 17), o qual pode parasitar até 74,5% dos ovos (Figura 18). Isto se deve ao fato de que a microvespa recebe uma alta carga energética na forma de alimento e logo consegue utilizá-la para controlar os indivíduos de *T. peregrinus*. Contudo, nos dias subsequentes, a taxa de parasitismo será baixa devido ao gasto excessivo de energia nas primeiras 24 horas de vida (Figura 18).

Os resultados evidenciam que os parasitoides podem ser alimentados em um dia e liberados em outro com taxas de parasitismo acima de 40% (ex. tratamentos 2 e 3), denotando que se o indivíduo de *C. noackae* se alimentar previamente com a dieta ideal, este reservará energia para realização de um parasitismo eficaz, independente do dia de fornecimento dos ovos, apesar do parasitismo cair quase pela metade nos dias posteriores (Figura 18).

#### **Efeito do alimento na razão sexual e período de desenvolvimento de *C. noackae***

De maneira geral, a proporção de fêmeas e o período de desenvolvimento (ovo-adulto) não foram afetados pelos diferentes tipos de mel (Figuras 7b e 7c), *C. noackae* possui partenogênese arrenóica, onde fêmeas na ausência de machos, apenas produzem machos. Assim, o principal fator que afeta a proporção sexual é a qualidade dos ovos do hospedeiro (VINSON, 1997). No entanto, dependendo da espécie de parasitoide, elas são capazes de controlar esta proporção

(KRAAIJEVELD, A. R.; GODFRAY, 1997).

No entanto, a adição de pólen no melato de bracatinga aumentou a proporção de fêmeas (Figura 11b), divergindo de Mutitu et al, (2013), os quais observaram que fêmeas de *C. noackae* alimentadas com uma dieta rica em açúcares, produzem mais machos, enquanto que a produção de fêmeas é maior quando há privação de alimento. Neste estudo, a dieta rica em açúcares e proteínas favoreceu a maior emergência de fêmeas, o que favorece o controle biológico de *T. peregrinus*. No entanto, em um trabalho realizado por Barbosa et al., (2018) foi constatado que no laboratório e no campo, a proporção sexual deste parasitoide quando alimentado com o mel de flores silvestres (tratamento controle deste estudo), era de 76% e 65%, para fêmeas e machos, respectivamente.

Houve semelhança estatística entre os tratamentos 1 e 2, no qual se fornece alimento e ovos todos os dias e alimento no primeiro dia e ovos a partir do segundo dia de vida, respectivamente. Ressalta-se a importância do resultado do tratamento 2, uma vez que, não sendo possível realizar a imediata liberação em campo dos indivíduos de *C. noackae*, estes parasitam os ovos de *T. peregrinus*, com taxa acima de 40% (Figura 17).

### **Análises nutricionais**

O teste de formaldeído foi realizado para avaliar o índice de formol presente nos diferentes tipos de mel utilizados; este teste é importante pois é um indicativo de adulteração, e pode comprovar a autenticidade do mel (FRÍAS; HARDISSON, 1992). A presença do formaldeído podem interferir no desempenho dos parasitoides; no entanto, os meis utilizados neste estudo testaram negativo para a presença desta substância.

A condutividade elétrica do mel pode indicar a sua pureza e se ele é proveniente de néctar floral ou de melato. Além disso, pode fornecer informações se ele é adequado para uso como alimento para os insetos, uma vez que há alguns compostos inadequados que aumentam a condutividade elétrica do mel (CRANE, 1978). Neste trabalho, a condutividade elétrica apresentou valores de 6,1  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  para o melato de bracatinga e 1512  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  para o pólen apícola de flores silvestres. Não existem valores estabelecidos na norma vigente pela legislação brasileira sobre os valores ideais para condutividade elétrica permitida (SODRÉ, 2005). No entanto, o Comitê sobre Aditivos Alimentícios e Contaminantes (CODEX,

2001), estabelece-se um valor mínimo de  $0,8 \text{ mS cm}^{-1}$  para os méis de melato e um valor máximo de  $0,8 \text{ mS cm}^{-1}$  para os méis florais.

Na região da Bahia, Espírito Santo e São Paulo foi constatado valores de condutividade elétrica variando de 100 a  $2103 \mu\text{S.cm}^{-1}$  (HORNS, 1996), os quais são semelhantes ao encontrados no pólen e divergem de outras dietas avaliados neste estudo. Esse tipo de análise além de detectar excesso de material orgânico na amostra (BERGAMO, 2019), pode também detectar a acidez no mel, a qual, encontrou-se extremamente baixa em relação aos alimentos estudados (méis, pólen e néctar).

Há uma grande variedade de vitaminas no mel, logo, existe uma gama de elementos químicos, de maneira que quando em excesso são considerados prejudiciais para os insetos (VASCONCELOS, 2014). Neste estudo, o resíduo mineral foi apenas quantificado, não sendo possível fazer a indentificação de cada composto. Sendo assim, a menor taxa de resíduo mineral encontrada foi no néctar comercial, o que diverge das indicações no rótulo do produto. Dentre os méis, o mel de flores silvestres apresentou taxas de  $0,6 \text{ g.100g}^{-1}$ , sendo avaliado com a menor taxa de resíduo. O pólen avaliado apresentou  $2,29 \text{ g.100g}^{-1}$ .

A utilização adequada do alimento traz benefício específico de acordo com a necessidade do parasitoide. A adição de alimentos específicos podem aumentar a sobrevivência dos adultos e a fecundidade, ou causar efeito contrário a depender da espécie do parasitoide estudado. O fornecimento de suplementos alimentares também pode ajudar no desempenho do inimigo natural, especialmente se forem à base de proteínas.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que existe influência do tipo de alimento oferecido na dieta de *C. noackae* com relação ao desempenho no parasitismo dos ovos de *T. peregrinus*, sendo o melato de bracatinga o que proporcionou o melhor desempenho. A adição de pólen ao melato de bracatinga favoreceu altas taxas de parasitismo na geração parental e de suas progênes, o que pode facilitar o estabelecimento desse inimigo natural em campo, uma vez que seus descendentes, quando bem alimentados parasitarão com taxas superiores a 75%.

A alimentação de *C. noackae* nas primeiras 24 horas de vida é fundamental para garantir um bom parasitismo no período de 48 horas. Assim, caso existam imprevistos na liberação imediata de *C. noackae* em campo, este deverá ser bem alimentado para que possa ser eficiente no controle de *T. peregrinus*.

A dieta ideal para *C. noackae* é o melato de bracatinga, a 50 % com adição de pólen de flores silvestres, pois promove melhor desempenho no controle biológico de *T. peregrinus*, podendo ser utilizados em protocolos de criação massal em laboratório e liberações em campo. Proporcionando um incremento do parasitismo de 40% para até 89,55%, com sobrevivência por até 72 horas, mantendo taxas constantes de parasitismo em todos os dias de vida do parasitoide.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, ROGÉRIO; CARVALHO, CARLOS; SOUZA, BRUNO; SODRÉ, GENI; MARCHINI, L. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona asilvai* (Hymenoptera: Apidae). **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1623–1624, 2004.
- BARBOSA, L. R., SANTOS, F., BARDDAL, H. P., MACHADO, B. O., & WILCKEN, C. F. Predação de *Thaumastocoris peregrinus* por *Chrysoperla externa*. **Comunicado técnico**, n. 257, p. 0–3, 2010.
- BARBOSA, L. R., RODRIGUES, Â. P., DA SILVA SOLER, L., FERNANDES, B. V., E CASTRO, B. M. D. C., WILCKEN, C. F., ZANUNCIO, J. C. Establishment in the field of *Cleruchoides noackae* (Hymenoptera: Mymaridae), an exotic egg parasitoid of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae). **Florida Entomologist**, v. 100, n. 2, p. 372–374, 2017.
- BARBOSA, L. R., RODRIGUES, Â. P., DE SOUZA, L. N., FOERSTER, L. A., DE SOUZA, A. R., E CASTRO, B. M. D. C., ZANUNCIO, J. C. Development of *Cleruchoides noackae*, an egg-parasitoid of *Thaumastocoris peregrinus*, in eggs laid on different substrates, with different ages and post-cold storage. **BioControl**, v. 63, n. 2, p. 193–202, 2018.
- BARBOSA, V. S., LEAL, I. R., IANNUZZI, L., ALMEIDA-CORTEZ, J. Distribution pattern of herbivorous insects in a remnant of Brazilian Atlantic Forest. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 5, p. 701–711, 2005.
- BARTH, O. M. **O Pólen no Mel Brasileiro**. Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, p. 50–65, 1989.
- BASTOS, E. M. A. F.; SILVEIRA, V. M.; SOARES, A. E. E. Pollen spectrum of honey produced in cerrado areas of Minas Gerais state (Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, n. 4, p. 599–615, 2003.
- BAUERFEIND, S. S.; FISCHER, K. Effects of adult-derived carbohydrates, aminoacids and micronutrients on female reproduction in a fruit-feeding butterfly. **Journal of Insect Physiology**, v. 51, n. 5, p. 545–554, 2005.
- BECCHI, L. K., JORGE, C., DE CAMARGO, G. F., BARBOSA, L. R., SOARES, M. A., SERRÃO, J. E., WILCKEN, C. F. Oviposition behaviour of mated or unmated *Cleruchoides noackae* (Hymenoptera: Mymaridae). **PLoS ONE**, v. 15, n. 10 October, p. 1–12, 2020.
- BENELLI, G., GIUNTI, G., TENA, A., DESNEUX, N., CASELLI, A., CANALE, A. The impact of adult diet on parasitoid reproductive performance. **Journal of Pest Science**, v. 90, n. 3, p. 807–823, 2017.
- BERGAMO, G. Marcadores de autenticidade para diferenciação entre méis de melato de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benthann) e florais produzidos no estado de Santa Catarina. **Tese de doutorado**, Universidade Federal de Santa Catarina, 190p, 2019.

- BEZERRA, J. C. F., CAMARGO, T. S., DA CUNHA NETO, E. M., GOUVEIA, D. M., ARAUJO, E. C. G., DE ANDRADE, C. M., ALVES, G. A. R. **Controle biológico em florestas plantadas: conceitos, avanços e perspectivas**. In: ATENA (Ed.). A produção do conhecimento na engenharia florestal. v. 11p. 128–137. 2020.
- BIANCHI, F. J. J. A.; WÄCKERS, F. L. Effects of flower attractiveness and nectar availability in field margins on biological control by parasitoids. **Biological Control**, v. 46, n. 3, p. 400–408, 2008.
- CASTRO-VÁZQUEZ, L.; DÍAZ-MAROTO, M. C.; PÉREZ-COELLO, M. S. Volatile composition and contribution to the aroma of spanish honeydew honeys. Identification of a new chemical marker. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 13, p. 4809–4813, 2006.
- CODEX, A. **Draft revised standard for standard for honey (at step 10 of the Codex procedure)**. Alinorm, v. 01, n. 25, p: 19-26, 2001.
- CRANE, E. **Honey: a comprehensive survey**. Heinemann ed. 24 London, 24, p. 287-374. 1978.
- CRANE, E. **O livro do mel**. 2a edição. São Paulo, 226p.1985.
- CROSS, D. **The parasitoids of *Thaumastocoris* spp. in the Sydney region**. [s.l.] University of Sydney, Australia., 2009.
- DADD, R. H. **Nutrition: organisms**. In '**Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology**. 4. ed. [s.l.] Eds G Kerkut, L Gilbert, 1985.
- DINDO, M. L., GRENIER, S., SIGHINOLFI, L., & BARONIO, P. Biological and biochemical differences between in vitro- and in vivo-reared *Exorista larvarum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 120, n. 3, p. 167–174, 2006.
- ELLERS, J.; JERVIS, M. A. Why are so few parasitoid wasp species pro-ovigenic? **Evolutionary Ecology Research**, v. 6, n. 7, p. 993–1002, 2004.
- FISCHBEIN, D.; BERNSTEIN, C.; CORLEY, J. C. Linking reproductive and feeding strategies in the parasitoid *Ibalia leucospoides*: Does feeding always imply profit? **Evolutionary Ecology**, v. 27, n. 3, p. 619–634, 2013.
- FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Controle biológico de pragas da agricultura**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia - Livro técnico (INFOTECA-E). 1º ed, 514p. 2020.
- FRÍAS, I.; HARDISSON, A. Estudio de los parámetros analíticos de interés en la miel. II: Azúcares, cenizas y contenido mineral y color. **Alimentaria**, v. 28, p. .41-43, 1992.
- GARNAS, J. R., HURLEY, B. P., SLIPPERS, B., WINGFIELD, M. J. Biological control of forest plantation pests in an interconnected world requires greater international focus. **International Journal of Pest Management**, v. 58, n. 3, p. 211–223, 2012.

GENG, J. H., SHEN, Z. R., SONG, K., ZHENG, L. Effect of pollen of regular cotton and transgenic Bt+CpTI Cotton on the Survival and Reproduction of the Parasitoid Wasp *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in the Laboratory. **Environmental Entomology**, v. 35, n. 6, p. 1661–1668, 2006.

GRENIER, S; CLERCQ, P. **Comparison of artificially vs. naturally reared natural enemies and their potential for use in biological control**. In: LENTEREN, J. C. VAN (Ed.). Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures. 2003.

HAAS, J., BARBOSA, L. R., POTRICH, M., LOZANO, E. R., MAZARO, S. M. Oviposition Behaviour of *Cleruchoides noackae* (Hymenoptera: Mymaridae) in the Laboratory. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 1, p. 30–33, 2018.

HARVEY, J.A., CLOUTIER, J., VISSER, B., ELLERS, J., WÄCKERS, FL, GOLS, R. The effect of different dietary sugars and honey on longevity and fecundity in two hyperparasitoid wasps. **Journal of Insect Physiology**, v. 58, n. 6, p. 816–823, 2012.

HARVEY, J.A., ESSENS, TA, LAS, RA, VAN VEEN, C., VISSER, B., ELLERS, J., GOLS, R. Honey, and honey-based sugars partially affect reproductive trade-offs in parasitoids exhibiting different life-history and reproductive strategies. **Journal of Insect Physiology**, v. 98, p. 134–140, 2017.

HARVEY, J. A.; MALCICKA, M. Nutritional integration between insect hosts and koinobiont parasitoids in an evolutionary framework. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 159, n. 2, p. 181–188, 2016.

HEIMPEL, G. E.; MILLS, N. J. **Biological control – Ecology and applications**. Cambridge University Press, 1ª ed. 379p, 2017.

HORNS, H. DURÁN, J., CORTOPASSI-LAURINO, M., ISSA, M., TOLEDO, V. D., BASTOS, E., & SOARES, A. Méis brasileiros: resultados de análises físico-químicas e palinológicas. Teresina: In: **Congresso Brasileiro de Apicultura**, 403-429, 1996.

HUBER, J. T. Systematics, biology, and hosts of the Mymaridae and Mymarommatidae (Insecta: Hymenoptera): 1758-1984. **Entomography**, v. 4, n. October, p. 185–243, 1986.

HUBER, J. T.; SALLE, J. LA. **The Australian Genera of Mymaridae (Hymenoptera: Chalcidoidea)**. Ed. Zootaxa, Auckland 1346, 2007.

IBÁ. **Brazilian Tree Industry Annual Report 2018**. (Nota técnica). Livro, p. 80, 2019.

INDUFOR. **Forest Stewardship Council (FSC) - Strategic Review on the Future of Forest Plantations**. p. 121, 2012.

JACOB, H. S.; JODER, A.; BATCHELOR, K. L. Biology of *Stethynium* sp. (Hymenoptera: Mymaridae), a native parasitoid of an Introduced Weed Biological Control Agent. **Environmental Entomology**, v. 35, n. 3, p. 630–636, 2006.

JAMONT, M.; CRÉPELLIÈRE, S.; JALOUX, B. Effect of extrafloral nectar provisioning on the performance of the adult parasitoid *Diaeretiella rapae*. **Biological Control**, v. 65, n. 2, p. 271–277, 2013.

KOMATSU; MARCHINI; MORETI. Análises físico-químicas de amostras de méis de flores silvestres, de eucalipto e de laranjeira, produzidos por *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae) no estado de São Paulo, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas v. 1758, n. 2, p. 143–146, 2002.

KRAAIJEVELD, A. R.; GODFRAY, H. C. J. Trade-off between parasitoid resistance and larval competitive ability in *Drosophila melanogaster*. **Nature**, v. 389, n. September, p. 278–280, 1997.

LAHIRI, S., ORR, D., CARDOZA, Y. J., & SORENSON, C. Longevity, and fecundity of the egg parasitoid *Telenomus podisi* provided with different carbohydrate diets. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 162, n. 2, p. 178–187, 2017.

LEE, J. C.; ANDOW, D. A.; HEIMPEL, G. E. Influence of floral resources on sugar feeding and nutrient dynamics of a parasitoid in the field. **Ecological Entomology**, v. 31, n. 5, p. 470–480, 2006.

LORENCETTI, G. A. T., POTRICH, M., MAZARO, S. M., LOZANO, E. R., BARBOSA, L. R., MENEZES, M. J. S., GONÇALVES, T. E. Eficiência de *Beauveria bassiana* vuill. e *Isaria* sp. para o controle de *Thaumastocoris peregrinus* carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae). **Ciencia Florestal**, v. 28, n. 1, p. 403–411, 2018.

MENDES, C. D. G.; MESQUITA, L. X. DE. As Análises De Mel: Review. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 7–14, 2009.

MENDIBURU, F. DE. **Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural ResearchR package**, 2019.

METWALLY, M. M., EL-KORDY, M. W., MOHAMED, H. A., EL-SEBAI, A., ATTA, A. A. Effect of temperature, photoperiod, biological and chemical factors of three host species on the performance of the egg parasitoid *Trichogramma evanescens* WEST. **Journal of Plant Protection and Pathology**, v. 4, n. 9, p. 781–793, 2013.

MUTITU, ESTON; GARNAS, HURLEY; WINGFIELD; HARNEY, BUSH, S. Biology and rearing of *Cleruchoidea noackae* (Hymenoptera: Mymaridae), an egg Parasitoid for the Biological Control of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae). **Journal of Economic Entomology**, v. 106, n. 5, p. 1979–1985, 2013.

NADEL, R. L., WINGFIELD, M. J., SCHOLE, M. C., LAWSON, S. A., NOACK, A. E., NESER, S., & SLIPPERS, B. Mitochondrial DNA diversity of *Cleruchoidea noackae* (Hymenoptera: Mymaridae): A potential biological control agent for *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae). **BioControl**, v. 57, n. 3, p. 397–404, 2011.

NADEL, R. L.; NOACK, A. E. Current understanding of the biology of *Thaumastocoris peregrinus* in the quest for a management strategy. **International Journal of Pest Management**, v. 58, n. 3, p. 257–266, 2012.

NOACK, A. E.; CASSIS, G.; ROSE, H. A. Systematic revision of *Thaumastocoris Kirkaldy* (Hemiptera: Heteroptera: Thaumastocoridae). **Zootaxa**, v. 3121, p. 1–60, 2011.

NOACK, A. E., KAAPRO, J., BARTIMOTE-AUFFLICK, K., MANSFIELD, S., & ROSE, H. A. Efficacy of imidacloprid in the control of *Thaumastocoris peregrinus* on *Eucalyptus scoparia* in Sydney Australia. **Arboriculture and Urban Forestry**, v. 35, n. 4, p. 192–196, 2009.

PICCIAU, L.; ALMA, A.; FERRACINI, C. Effect of different feeding sources on lifespan and fecundity in the biocontrol agent *Torymus sinensis*. **Biological Control**, v. 134, n. April, p. 45–52, 2019.

R CORE, T. **A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing**, 2019. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>

ROULSTON, T. H.; CANE, J. H. Pollen nutritional content and digestibility for animals. **Plant Systematics and Evolution**, v. 222, n. 1–4, p. 187–209, 2000.

SALMAH, M.; IDRIS, A. B. Effects of honey and sucrose on Longevity and Fecundity of *Apanteles metesae* (Nixon), a Major Parasitoid of the Oil Palm Bagworm, *Metisa plana* (Walker) **Sains Malaysiana**, n.12 1543–154 December 2012.

SIDDIQUI, A. J., MUSHARRAF, S. G., & CHOUDHARY, M. I. Application of analytical methods in Authentication and Adulteration of Honey. **Food Chemistry**, v. 217, p. 687-698, 2017.

SILVA, C. L. DA; QUEIROZ, A. J. DE M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. DE. Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 2–3, p. 260–265, 2004.

SODRÉ, G. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS E POLÍNICAS DE AMOSTRAS DE MÉIS DE *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae) DOS ESTADOS DO CEARÁ E PIAUÍ POLÍNICAS DE AMOSTRAS DE MÉIS DE *Apis mellifera* L., **Ciência Rural**. 1758. v. 1758, 2005.

SOLIMAN, E. P., WILCKEN, C. F., PEREIRA, J. M., DIAS, T. K., ZACHÉ, B., DAL POGETTO, M. H., BARBOSA, L. R. Biology of *Thaumastocoris peregrinus* in different eucalyptus species and hybrids. **Phytoparasitica**, v. 40, n. 3, p. 223–230, 2012.

SOUZA, A. R., CANDELARIA, M. C., BARBOSA, L. R., WILCKEN, C. F., CAMPOS, J. M., SERRÃO, J. E., ZANUNCIO, J. C. Longevity of *Cleruchoides noackae* (Hymenoptera: Mymaridae), an egg parasitoid of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae), with Various Honey Concentrations and at Several Temperatures. **Florida Entomologist**, v. 99, n. 1, p. 33–37, 2016.

SPÍNOLA-FILHO, P. R. DE C. et al. Effects of duration of Cold Storage of Host Eggs on Percent Parasitism and Adult Emergence of Each of Ten Trichogrammatidae (Hymenoptera) Species. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 1, p. 14–21, 2014.

ST-ONGE, M., CORMIER, D., TODOROVA, S., LUCAS, E. Conservation of *Ephestia kuehniella* eggs as hosts for *Trichogramma ostrinae*. **Journal of Applied Entomology**, v. 140, n. 3, p. 218–222, 2016.

STAPE, J. L. et al. The Brazil *Eucalyptus* potential productivity project: Influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. **Forest Ecology and Management**, v. 259, n. 9, p. 1684–1694, 2010.

THERNEAU, T. M.; GRAMBSCH, P. M. **Modeling Survival Data: Extending the Cox Model**. 1. ed. New York: Springer-Verlag, 2000.

THOMPSON, S. N. **NUTRITION AND CULTURE OF ENTOMOPHAGOUS INSECTS**. Annual Reviews, Department of Entomology, University of California, Riverside, California, 561-592p, 1999.

VAN LENTEREN, J. C., BALE, J., BIGLER, F., HOKKANEN, H. M. T., LOOMANS, A. J. M. Assessing risks of releasing exotic biological control agents of arthropod pests. **Annual Review Entomology**, v. 51, p. 609-634, 2006.

VASCONCELOS, W. S. Determinação De Metais Pesados Em Méis De Abelha De Algumas Mesorregiões Do Estado De Pernambuco Por Voltametria De Redissolução Anódica. **Tese de doutorado**. In: Universidade Federal de Pernambuco, 80p, 2014.

VINSON, S.B. Comportamento de selção hospedeira de parasitoides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In PARA, J. R. P, ZUCCHI, R.A. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap.4, p.67-120

WÄCKERS, F. L. Do oligosaccharides reduce the suitability of honeydew for predators and parasitoids? A further facet to the function of insect synthesized honeydew sugars. *Oikos*, v. 90, n. 1, p. 197–201, 2000.

WÄCKERS, F. L. A comparison of nectar and honeydew sugars with respect to their utilization by the hymenopteran parasitoid *Cotesia glomerata*. **Journal of Insect Physiology**, v. 47, n. 9, p. 1077–1084, 2001.

WÄCKERS, F. L. The Parasitoids' Need for Sweets: Sugars in Mass Rearing and Biological Control. In: **Journal of Chemical Information and Modeling**. v. 53p. 1689–1699, 2003.

WÄCKERS, F. L. Gustatory response by the hymenopteran parasitoid *Cotesia glomerata* to a range of nectar and honeydew sugars. **Journal of Chemical Ecology**, v. 25, n. 12, p. 2863-2877, 1999.

WILCKEN, C. F., SOLIMAN, E. P., NOGUEIRA DE SA, L. A., BARBOSA, L. R., DIAS, T. K. R., FERREIRA FILHO, P. J., OLIVEIRA, R. J. Bronze bug *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero and Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae)

on Eucalyptus in Brazil and its distribution. **Journal of Plant Protection Research**, v. 50, n. 2, p. 201–205, 2010.

WILCKEN, C. F., LIMA, A. C. V., DIAS, T. K. R., MASSON, M. V., FERREIRA FILHO, P. J., DAL POGETTO, M. H. F. A. **Guia Prático de Manejo de Plantações de Eucalipto**. v1, 19p. Botucatu: 2008.

WINKLER, K. et al. Sugar resources are vital for *Diadegma semiclausum* fecundity under field conditions. **Basic and Applied Ecology**, v. 7, n. 2, p. 133–140, 2006.

WREGGE, M. S., BARBOSA, L. R., AUER, C. G., DOS SANTOS, A. F. **Influência das mudanças climáticas nas zonas de ocorrência do percevejo bronzeado do eucalipto**. Embrapa Florestas-Capítulo em livro científico (ALICE), v. 2006, p. 440–452, 2017.

YOSHIMOTO, C. A review of the genera of New World *Mymaridae* (Hymenoptera: Chalcidoidea). (Flora & F ed. Gainesville: Sandhill **Crane Press** Inc., 1990.

ZHANG, G.; ZIMMERMANN, O.; HASSAN, S. A. Pollen as a source of food for egg parasitoids of the genus *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biocontrol Science and Technology**, v. 14, n. 2, p. 201–209, 2004.