



**PEDRO HENRIQUE BATISTA COELHO**

**CAPACIDADE DE PREDACÃO DE *Euborellia annulipes*  
(DERMAPTERA: ANISOLABIDIDAE) SOBRE  
MOSCAS-DAS-FRUTAS *Ceratitis capitata* (DIPTERA:  
TEPHRITIDAE)**

**LAVRAS – MG**

**2020**

**PEDRO HENRIQUE BATISTA COELHO**

**CAPACIDADE DE PREDACÃO DE *Euborellia annulipes* (DERMAPTERA: ANISOLABIDIDAE) SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS *Ceratitis capitata* (DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para obtenção do título de Bacharel.

**Orientadora**

Prof<sup>a</sup> Dra. Rosangela Cristina Marucci

**Coorientadora**

Ms. <sup>a</sup> Rosamara Souza Coelho

**LAVRAS – MG  
2020**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente e principalmente a Deus, pela vida que me deu, família, amigos e capacidade para superar mais este desafio.

À minha família, especialmente meus pais e irmã, que sempre me deram suporte e ajudaram, mesmo que indiretamente.

Aos amigos que estiverem próximos e me acompanharam em diferentes fases da vida, não somente nessa mais recente.

Aos colegas que tive em diferentes setores na faculdade, aos integrantes do LCBIOL que foram tão receptivos e amigáveis.

E em especial: à Rosângela, que foi minha orientadora durante todo o trabalho, à Rosamara que possibilitou e acompanhou o mesmo, à Mariana que auxiliou nos experimentos, e Marvin, pela parte estatística.

À UFLA, pelos professores e estrutura que possibilitaram minha formação.

## RESUMO

Este trabalho tem por objetivo testar a efetividade do predador *Euborellia annulipes* (Diptera: Anisolabididae), no controle da mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), considerada uma das espécies de mosca-das-frutas mais nocivas à fruticultura mundial. Para isso, foram utilizados machos e fêmeas de *E. annulipes*, os quais foram ofertados com larvas de 2º ínstar, 3º ínstar e pupas da mosca-das-frutas. Cada espécime constituiu uma repetição, totalizando, 07 repetições para cada tratamento alimentar. As avaliações ocorreram por 10 dias consecutivos, sendo as larvas de 2º ínstar, 3º ínstar e pupas substituídas diariamente. Após 24 horas, determinou-se o número de presas consumidas, e a proporção de presas consumidas por adulto, sendo então analisados os seguintes parâmetros: (I) taxa de predação em um período de 24 horas (nº inicial de presas oferecidas – nº final de presas em cada repetição); (II) proporção de imaturos consumidos após 24 horas de exposição (nº de presas predadas / nº total de presas oferecidas); (III) Consumo diário ao longo de 10 dias de observação, (IV) consumo total (nº total de presas consumidas durante os 10 dias) e (V) proporção total de imaturos consumidos para machos e fêmeas. Verificou-se que o predador *E. annulipes* consome mais larvas do que pupas e o consumo varia de acordo com a idade das larvas de *C. capitata*. Em virtude da ausência de aplicação de predadores que possam atuar efetivamente na regulação populacional das espécies de moscas-das-frutas no solo, os resultados deste trabalho subsidiarão futuros trabalhos a respeito do papel de *E. annulipes* como agente de controle biológico de *C. capitata*.

**Palavras Chave:** Controle biológico, Tesourinha, Predação, Frutíferas, Mosca do mediterrâneo

## ABSTRACT

This work aims to test the effectiveness of the predator *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae), in the control of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae), considered one of the most harmful fruit fly species in the world. For this, males and females of *E. annulipes* were used, which were offered with larvae of 2nd instar, 3rd instar and pupae of fruit flies. Each specimen constituted one repetition, totaling, 07 repetitions for each food treatment. The evaluations took place for 10 consecutive days, with the 2nd instar, 3rd instar and pupae being replaced daily. After 24 hours, the number of prey consumed and the proportion of prey consumed per adult were determined, and the following parameters were then analyzed: (I) predation rate over a 24-hour period (initial number of prey offered - final number) prey in each repetition); (II) proportion of immatures consumed after 24 hours of exposure (number of preyed prey / total number of prey offered); (III) daily consumption over 10 days of observation, (IV) total consumption (total number of prey consumed during the 10 days) and (V) total proportion of immature consumed for males and females. It was found that the predator *E. annulipes* consumes more larvae than pupae, and consumption varies according to the age of *C. capitata* larvae. Due to the absence of applied predators that can act effectively in the population regulation of fruit fly species in the soil, the results of this work will subsidize future work regarding the role of *E. annulipes* as a biological control agent for *C. capitata*.

**Key Words:** Biologic Control, Earwig, Predation, Fruit Trees, Mediterranean Fly

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. Moscas das frutas no Brasil .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2. Controle biológico de moscas-das-frutas com parasitoides .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3. Ordem Dermaptera, predadores de solo .....</b>	<b>12</b>
<b>2.4. <i>Euborellia annulipes</i> .....</b>	<b>13</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Local de estudo .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2. Obtenção e criação <i>E. annulipes</i> .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3. Obtenção e criação da presa <i>C. capitata</i> .....</b>	<b>16</b>
<b>3.4. Capacidade de predação de <i>E. annulipes</i> sobre <i>C. capitata</i> .....</b>	<b>18</b>
<b>3.5. Delineamento experimental e análise estatística .....</b>	<b>19</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>29</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A fruticultura presencia significativas mudanças no que se refere a qualidade e sustentabilidade da produção. Influenciada por um mercado cada vez mais exigente, pesquisas são feitas em busca de novas ferramentas que viabilizem uma produção segura e produtiva, além da diminuição dos custos. Um dos maiores empecilhos da produção frutícola mundialmente é a incidência de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). A plasticidade ecológica e evolutiva destas espécies, atrelada às favoráveis condições climáticas e grande extensão territorial do Brasil, permitem que estas estejam presentes no campo em quase todos os períodos do ano (PARANHOS; NASCIMENTO; WALDER, 2009).

A mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae), é relatada infestando 94 espécies frutíferas no Brasil, distribuídas em 27 famílias, incluindo espécies de elevada importância econômica e nativas. Só não há registros de *C. capitata* nos estados do Amapá e Amazonas (ZUCCHI; MORAES, 2008; BARRETO *et al.*, 2020), reafirmando seu alto potencial adaptativo.

O seu manejo tem sido realizado predominantemente com uso de inseticidas aplicados por cobertura e/ou na forma de isca-tóxica (PARANHOS; NAVA; MALAVASI, 2019). Entretanto, nas últimas décadas, o aumento da conscientização sobre questões de segurança alimentar intensificou os regulamentos e normas fitossanitárias, relacionadas à qualidade das frutas comercializadas, tornando-os mais restritivos para as exportações e impondo um ônus aos países exportadores (MELO *et al.*, 2014).

Na busca por ferramentas ambientalmente seguras, o controle biológico por meio de parasitoides já demonstra resultados favoráveis no controle da moscas-das-frutas. Contudo, apenas a utilização de parasitoides têm limitações, visto que os imaturos das moscas podem escapar do parasitismo. Em regiões onde *C. capitata* é predominante, apenas a utilização de parasitoides parece não ser suficiente para seu controle efetivo, devendo-se empregar, sempre que possível, ao menos um agente de controle para cada estágio do ciclo de vida mosca, viabilizando a supressão das gerações futuras (PARANHOS; NAVA; MALAVASI, 2019). Sendo assim, um controle complementar se mostra necessário, que prede larvas/pupas que não sofreram a ação dos parasitoides.

Insetos da Ordem Dermaptera são terrestres, possuem hábitos noturnos e estão largamente distribuídos nos mais diversos ambientes, com cerca de 1800 espécies conhecidas registradas nas regiões tropicais e subtropicais, incluindo várias espécies predadoras (BUZZI,

2010). *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) (Dermaptera: Anisolabididae) foi verificada predando estágios imaturos de *C. capitata* no pomar de frutos da UFLA, Lavras-MG, e, partindo desta observação, buscou-se investigar a sua eficiência como agente regulador desta importante praga. Adultos de *E. annulipes* podem apresentar potencial no consumo larvas e pupas presentes no solo, dentro ou fora dos frutos hospedeiros, que por ventura possam ter escapado do parasitismo natural por espécies de parasitoides presentes no campo.

O conhecimento da capacidade predatória de *E. annulipes* sobre *C. capitata* é primordial para a compreensão do seu potencial como agente de controle natural a ser agregado ao pacote de Manejo Integrado desta praga. A pesquisa a seguir teve como objetivo verificar o potencial predatório de adultos de *E. annulipes* sobre imaturos de *C. capitata*.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Moscas das frutas no Brasil

O Brasil é um grande produtor mundial de frutas, porém, a alta produtividade é seriamente ameaçada pela presença das moscas-das-frutas. É importante mencionar que estas moscas ocasionam perdas significativas na produção, elevam os custos de controle e, especialmente, deixam barreiras de exportação significativas para mercados onde a praga é quarentenária, como algumas partes dos Estados Unidos e Europa (SZYNISZEWSKA; TATEM, 2014). Os danos causados constituem principalmente a queda prematura dos frutos pela atividade larval, e a marca deixada pela oviposição da fêmea, reduzindo o valor no mercado (LO VERDE, 2011). As principais espécies de moscas-das-frutas de importância econômica presentes em território nacional pertencem a espécie *Ceratitis capitata* e ao gênero *Anastrepha* (ZUCCHI *et al.*, 2004).

Atualmente existem 121 espécies do gênero *Anastrepha* registradas no Brasil, dentre as quais apenas 61 com hospedeiros conhecidos, sendo *A. fraterculus* (Wiedemann, 1830) e *A. obliqua* (Macquart, 1835) as espécies com um maior número de hospedeiros associados, com 116 e 51 hospedeiros, respectivamente (ZUCCHI; MORAES, 2008). Alguns dos hospedeiros de maior importância econômica incluem a laranja, tangerina, café, pêssego e ameixa (SILVA; LEMOS; ZUCCHI, 2011). *Anastrepha grandis* (Macquart, 1846), somada a estas duas espécies, correspondem ao grupo de espécies, deste gênero, que apresenta restrições quarentenárias para países importadores (MALAVASI; NASCIMENTO, 2003).

O gênero *Bactrocera* compreende uma espécie de alta relevância à fruticultura brasileira. A mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* (Drew e Hancock, 1994), foi oficialmente detectada no Brasil em 1996, no município de Oiapoque, no Estado do Amapá, faixa de fronteira com o Suriname (GODOY *et al.*, 2011). Esta espécie está categorizada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como praga quarentenária presente no país, estando distribuída nos estados do Amapá, Pará e Roraima. Entretanto, ainda com distribuição restrita e sob controle oficial, a mosca-da-carambola constitui um importante risco à economia agrícola brasileira (SILVA *et al.*, 2005).

*Ceratitis capitata* é originada do continente Africano e considerada uma das espécies mais prejudiciais à fruticultura, especialmente devido a sua fácil adaptação a novos hospedeiros e ambientes (PARANHOS; NASCIMENTO; WALDER, 2009). Esta espécie foi detectada pela

primeira vez no Brasil em 1901, no município de São Paulo-SP, infestando laranjas (IHERING, 1901). Atualmente, há 94 espécies hospedeiras registradas, distribuídas em 27 famílias, dentre as quais destacam-se, pela importância econômica: Myrtaceae, Rutaceae, Rosaceae, Anacardiaceae e Sapotaceae.

A distribuição de *C. capitata* em território nacional também é ampla, visto que apenas os estados do Amapá e Amazonas não possuem registro desta praga (ZUCCHI; MORAES, 2008; BARRETO *et al.*, 2020), reafirmando seu alto potencial adaptativo. Além disso, a diversidade de espécies frutíferas somadas às características climáticas do Brasil, permitem a constante disponibilidade de frutos maduros, favorecendo a manutenção das populações de adultos de *C. capitata* em níveis elevados durante praticamente todo o ano (PARANHOS; NASCIMENTO; WALDER, 2009).

A regulação das populações de mosca-das-frutas tem sido realizada predominantemente com uso de inseticidas aplicados por cobertura e/ou na forma de isca-tóxica (PARANHOS; NAVA; MALAVASI, 2019). Entretanto, atualmente há uma busca constante por métodos sustentáveis, que possibilitem atender as novas exigências do mercado nacional e internacional, especialmente de países que consideram esta mosca uma praga quarentenária.

Dentre as técnicas inseridas no Manejo Integrado de Pragas (MIP), o controle biológico é considerado uma das ferramentas de grande importância, e que vem recebendo significativa atenção nos últimos anos. Este tipo de controle é considerado um componente da sustentabilidade (PARRA, 2019), e, somado ao controle cultural, constitui dois dos pilares do MIP, sendo uma medida primordial que viabiliza a manutenção das populações de moscas-das-frutas abaixo dos níveis de dano econômico. Ademais, as vantagens do controle biológico incluem ainda, o seu efeito sinérgico com outras ferramentas, tais como a Técnica do Inseto Estéril (PARANHOS; NAVA; MALAVASI, 2019).

Os inimigos naturais, em especial os parasitoides por sua especificidade, constituem uma ferramenta amplamente estudada para o controle destas espécies-praga no Brasil e no mundo. Entretanto, o emprego de técnicas isoladas de controle parece não ter um bom resultado, reafirmando, portanto, a necessidade e importância da combinação de técnicas que viabilizem o manejo eficaz.

## **2.2. Controle biológico de moscas-das-frutas com parasitoides**

O controle biológico com a utilização de parasitoides assume, atualmente, importância significativa na regulação das populações de moscas-das-frutas. Estão registradas no Brasil, até o momento, 25 espécies nativas de parasitoides que atacam moscas-das-frutas. Embora esse número seja provavelmente muito maior, visto que muitas espécies podem permanecer sem descrição (PARANHOS; NAVA; MALAVASI, 2019).

Existem hoje muitas informações referentes a distribuição e ocorrência de espécies de parasitoides nativos em algumas regiões do Brasil, entretanto, a escassez de informações de ecologia potencial de parasitismo afeta a implementação destas espécies nativas em programas de controle aplicado. Além disso, para que se obtenha avanços nos estudos com estas espécies nativas, é primordial ter uma colônia bem adaptada às condições de laboratório e, até o momento, não se obteve sucesso considerável (PARANHOS; NAVA; MALAVASI, 2019).

Dentre os parasitoides de maior importância, *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae) constitui a espécie nativa mais abundante no país (LEONEL; ZUCCHI; WHARTON, 1995), e demonstra potencial para uso em programas de controle biológico de moscas do gênero *Anastrepha* (LEONEL; ZUCCHI; WHARTON, 1995). Além disso, recentemente no Brasil, foi possível estabelecer algumas colônias desta espécie em laboratório usando *A. fraterculus* como hospedeiro (NUNES *et al.*, 2011).

Algumas espécies também foram introduzidas em território nacional para o controle das moscas-das-frutas, sendo *Tetrastichus giffardianus* (Silvestri, 1915) (Hymenoptera: Eulophidae) a primeira espécie introduzida para controle de *C. capitata* (FONSECA; AUTUORI, 1940). A segunda introdução ocorreu em 1994, com a espécie *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae), para o controle de *C. capitata* e espécies do gênero *Anastrepha* (GARCIA; RICALDE, 2012) e, mais recente, em 2012, *Fopius arisanus* (Sonan, 1932) (Hymenoptera: Braconidae) foi introduzido visando o controle da mosca-da-carambola, *B. carambolae*, no Amapá (SANTOS *et al.*, 2014).

A espécie *D. longicaudata*, possui eficiência em pomares (PACHECO, 2016; VARGAS *et al.*, 1993), além de ser considerada o agente de maior significância em programas para o controle da mosca-das-frutas na América Latina (GONZÁLEZ *et al.*, 2006). Porém, mesmo com seu bom desempenho, alguns hospedeiros ainda escapam do seu parasitismo (SÁNCHEZ *et al.*, 2016), especialmente em frutos maiores, visto que o ovipositor das fêmeas pode não atingir larvas localizadas mais profundamente (SIVINSKI, 1991), preferindo larvas de 3º ínstar

que estão próximas da casca, potencialmente deixando a praga acima do nível de controle econômico.

O controle biológico com parasitoides, exclusivamente, não é suficiente para manter baixos os níveis de infestação por moscas-das-frutas, havendo, portanto, a necessidade de implementar estratégias de gerenciamento complementares ao controle destas espécies-praga (PARANHOS; NAVA; MALAVASI, 2019).

Os predadores possuem significativo potencial no controle biológico de pragas em uma diversidade de cultivos (LUFF, 1983). Dentre eles, a ordem Dermaptera é de reconhecida importância na manutenção da população de importantes pragas agrícolas (CARROLL; HOYT, 1984).

### **2.3. Ordem Dermaptera, predadores de solo**

Há carência de estudos com predadores no controle de moscas-das-frutas, tendo apenas alguns exemplos, como: identificação de predadores de ocorrência natural (URBANEJA *et al.*, 2006), capacidade de predação de formigas (ESKAFI; KOLBE, 1990) e aranhas (MONZÓ *et al.*, 2010).

Dentre as maiores ordens de insetos predadores, está a Dermaptera, que abrange quase 1800 espécies, com ampla distribuição pelo mundo, sendo, em sua maioria, registradas nas regiões tropicais e subtropicais (BUZZI, 2010). Estes insetos são popularmente conhecidos como “tesourinhas” devido aos cercos característicos no final do abdômen, que possui função de ataque/defesa e auxílio no momento da cópula. Os cercos também constituem uma das principais distinções visíveis do dimorfismo sexual destas espécies (WALKER; FELL, 2001).

No Brasil existe uma grande variedade de representantes desta ordem, com espécies de diferentes subfamílias, como *Pygidicraninae* e *Anataelinae* (POPHAM E. J., 2000). São insetos de características distintas: terrestres, com hábitos noturnos, alta voracidade, sendo considerados insetos subsociais devido ao cuidado materno (SHEPARD; WADDILL; KLOFT, 1973).

Possui grande importância na manutenção natural de populações de pragas agrícolas em várias partes do mundo (KLOSTERMEYER, 1942). Seu uso em controle biológico ocorre

geralmente regulando as fases imaturas de insetos de diferentes ordens, como Lepidoptera, Hemiptera (Auchenorrhyncha) e Coleoptera (SILVA; BATISTA; BRITO, 2009).

Por serem predadores generalistas, não há informações sobre as possíveis presas preferenciais a serem reguladas (DIB et al., 2011). Porém, devido a essa mesma particularidade, podem acabar por interferir negativamente no ambiente agrícola, predando espécies não alvo.

Apesar destas características, há carência de estudos para com o uso destes insetos como forma de controle efetive e comercialmente viável.

#### **2.4. *Euborellia annulipes***

A espécie *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) (Dermaptera: Anisolabididae) é uma efetiva predadora de insetos-praga em grandes cultivos agrícolas (LANGSTON *et al.*, 1975), o que a torna uma espécie potencial para utilização em programas de controle biológico aplicado. Esta espécie consegue acessar partes protegidas da planta, ou até mesmo o interior de frutos caídos no solo, especialmente em virtude do seu tigmotropismo positivo, comportamento que a faz buscar locais úmidos e escuros (JARVIS; HAAS; WHITING, 2005).

Esta espécie de tesourinha possui coloração preta e castanha, antenas também de coloração castanhas, com artículos distais brancos e pronoto com maior comprimento que espessura. Não possui braquiélitros ou asas. Fórceps (cercos) curtos e assimétricos nos machos, e simétricos nas fêmeas. A fase de ninfa é muito semelhante à adulta, diferindo quase exclusivamente em tamanho e maturidade sexual. Os primeiros estágios de desenvolvimento podem ser diferenciados pelo número de segmentos das antenas (PINTO; STORCH; COSTA, 2005).

Há alguns trabalhos que demonstram a capacidade no controle biológico desta espécie, revelando potencial para regular pragas de grande importância econômica, como de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), onde a *E. annulipes* apresentou consumo crescente de ovos de acordo com o estágio de desenvolvimento (SILVA; BATISTA; BRITO, 2009). Em um trabalho com *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), foi observado comportamento similar, com predação mais intensa para com larvas do que com pupas (NUNES, 2018). E o potencial de predação para com *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), onde foi observado consumo de ovos e lagartas acima de 20 presas ao dia (RIBEIRO *et al.*, 2017).

Para avaliar se um predador é compatível com uma presa é primordial a avaliação da sua capacidade de predação. Esta é determinada ao isolar variáveis comuns encontradas no campo, como a temperatura, competição, abrigo, inimigos naturais e presas alternativas. Por um lado, este isolamento garante que apenas a presa potencial seja avaliada. Porém, há limitações: os fatores ambientais que tanto a presa quanto o predador serão submetidos no ambiente, não ocorrem em laboratório. Assim sendo, o teste de capacidade de predação, deve ser usado como uma verificação da possibilidade de usar determinado inseto no controle biológico, requerendo estudos posteriores em campo para averiguar a sua eficácia.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de frutos especialmente da família Myrtaceae coletados no solo, possibilitaram a prospecção de organismos entomófagos potenciais à regulação de estágios imaturos da mosca-das-frutas, como *Anastrepha* sp. e *C. capitata*. Foi verificado que frutos infestados serviram como substrato de oviposição para fêmeas de *E. annulipes*. Além disso, observações de campo e laboratório permitiram constatar a predação de larvas e pupas de moscas por adultos de *E. annulipes*.

#### 3.1 Local do estudo

O experimento foi conduzido nas instalações do Laboratório de Controle Biológico – LCBIOL, localizado no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG.

#### 3.2 Obtenção e criação do predador *E. annulipes*

A criação teve início com a coleta de insetos adultos (cerca de 70 indivíduos) provenientes de amostras de frutos, especialmente da família Myrtaceae, obtidos no solo do pomar do Campus Experimental da UFLA, os quais foram identificados utilizando a chave de identificação morfológica proposta por Brindle (1979). Estes foram mantidos em caixas de acrílico retangulares e transparentes (22,5 x 15 x 6 cm), nas instalações do LCBIOL (Figura 1A), sob condições controladas ( $25 \pm 2$  °C,  $50 \pm 10\%$  umidade relativa e fotofase de 12 h). Cada caixa de criação foi revestida externamente por papel pardo, visando proteger contra a incidência de luz e favorecer a adaptação dos insetos. No interior das caixas, foi adicionado papelão sanfonado, usado como abrigo artificial, e canudos, que serviram de substrato de oviposição, feitos de polipropileno semitransparente com dimensões 100 x 8 mm, fechados em uma de suas extremidades com algodão (Figura 1B). O fundo das caixas de criação foi revestido por papelão visando facilitar o caminhar das tesourinhas. A manutenção das colônias foi realizada semanalmente, e consistiu na limpeza do fundo das caixas, reposição ou substituição dos alimentos, umidificação dos algodões dos abrigos artificiais e/ou inserção de novo abrigos, mantendo-as sempre em condições assépticas. Tanto os adultos como as ninfas de *E. annulipes* foram alimentadas com uma dieta artificial adaptada de Cruz (2000), composta por 35% de ração de gato @MaxCat; 27% de farelo de trigo; 23% de levedo de cerveja; 14% de leite em

pó; 0,5% de nipagin e 0,5% de ácido sórbico, triturados e homogeneizados em liquidificador. Após a constatação da ocorrência de posturas, as fêmeas, juntamente com os ovos, eram transferidas para um novo recipiente, contendo no seu interior, dieta, abrigo artificial e um chumaço de algodão umedecido com água destilada, onde permaneciam juntos até três dias após a eclosão das ninfas. Após este período, as fêmeas foram devolvidas à caixa de criação de adultos, e as ninfas provenientes daquela postura com idade conhecida foram mantidas até a emergência dos adultos.

Figura 1 - Criação de *Euborellia annulipes*. A) Vista de fora da gaiola B) Vista interna.



Fonte: Arquivo pessoal (Letícia Pereira Silva) (2020).

### 3.3 Obtenção e criação da presa *C. capitata*

Os espécimes de *C. capitata* necessários para o experimento foram obtidos através de colônias estabelecidas no Laboratório de Patologia e Controle Microbiano de Insetos, localizados no Departamento de Entomologia da UFLA, fornecidos ao LCBIOL (Figura 2A). Para manutenção e multiplicação das colônias de *C. capitata*, utilizaram-se gaiolas de acrílico retangulares e transparentes (22,5 x 15 x 6 cm), com uma das faces revestida apenas com tecido *voil*, para a deposição de ovos pelas fêmeas (Figura 2B). Na face superior foi colocada ainda, um tecido em forma de manga como abertura para manipulação dos insetos. No interior das gaiolas foram adicionadas duas garrafas plásticas (250 mL) contendo água deionizada, com fita absorvente (Spontex®) que serviram de bebedouro para as moscas adultas. Foram adicionadas também, três placas de Petri (9,0 x 1,5 cm): duas contendo dieta artificial para adultos (4:1, açúcar: levedura de cerveja) e uma contendo esponja com solução de mel a 30%, como fonte de proteína. A manutenção da criação foi realizada diariamente. A fêmea introduz o ovipositor através da malha do tecido *voil* para a deposição de ovos (oviposição). Os ovos caem por gravidade em bandejas de isopor (20 x 5 x 3,5 cm), adjacentes à gaiola, contendo água. Aqueles ovos que ficavam presos a malha eram removidos com o auxílio de um pincel. Lâmpadas de

luz fria com ciclo de 12 horas, simulando dia e noite, foram colocadas nas laterais para estimular a oviposição. Os ovos de *C. capitata* foram coletados a cada 24 h, em Béquer (2 L), retirados da água após a decantação com o auxílio de uma pipeta, e em seguida medido o volume. Foram distribuídos 0,5 mL de ovos sobre 250 g de uma dieta artificial para larvas, em recipientes plásticos (250 mL) cobertos com papel alumínio. Este recipiente contendo dieta foi colocado dentro de outro recipiente plástico (1000 mL), onde a tampa continha uma abertura superior fechada por *voil*, permitindo aeração, e vedado com filme plástico. A dieta artificial utilizada foi adaptada de Albajes; Santiago-Álvarez (1980) (Tabela 1).

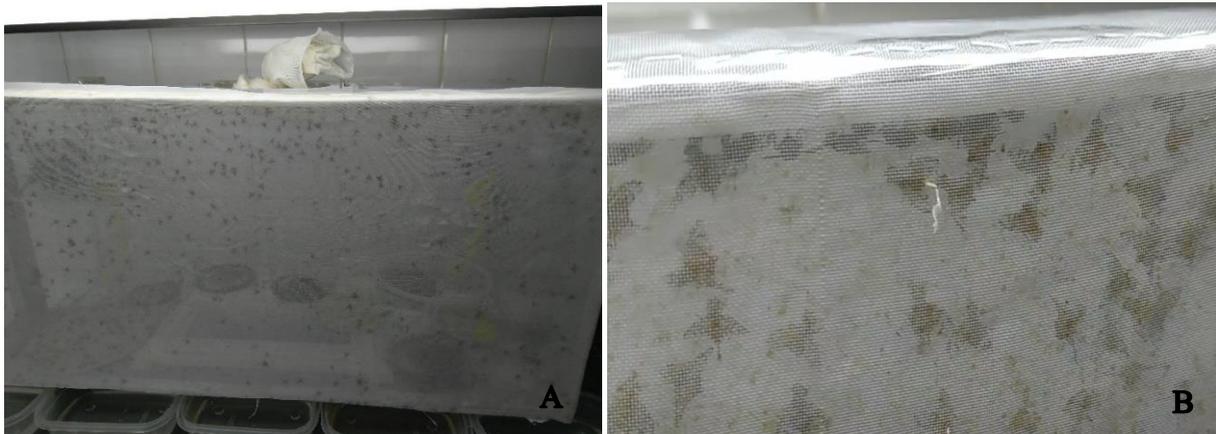
Tabela 1 - Composição da dieta artificial fornecida para larvas de *Ceratitis capitata* – Lavras – 2020.

<b>Componentes</b>	<b>Quantidades</b>
Açúcar	308g
Água	1.700ml
Benzoato de sódio	11g
Farelo de trigo	1.100g
Levedura de cerveja	159,7g
Metilparaben (nipagin)	12,32g
Propilparabeno sódico	12,32

Fonte: Albajes e Santiago-Álvarez (1980).

As larvas eclodidas desenvolveram-se na dieta artificial, alcançando seu desenvolvimento máximo no 3º ínstar, quando então, saltaram da dieta para o fundo do recipiente, ocorrendo a formação das pupas. As pupas formadas foram então recolhidas e acondicionadas às novas gaiolas de adultos, como descritas anteriormente, iniciando-se uma nova geração. Semanalmente foram montadas novas gaiolas de adultos.

Figura 2 - Gaiola de criação de *Ceratitis capitata* A) vista externa B) fêmea ovipositando.



Fonte: Do autor (2020).

### 3.4 Capacidade de predação de *E. annulipes* sobre *C. capitata*

Para garantir que o número de imaturos de *C. capitata* fornecido fosse em quantidade superior à consumida diariamente pelo predador *E. annulipes*, realizou-se um experimento preliminar, de modo a determinar o número máximo de larvas e pupas predadas por dia de consumo. Estes resultados preliminares forneceram um número seguro de presas a serem ofertadas, possibilitando que a capacidade de predação diária fosse definida (Tabela 2). Foram utilizados 42 espécimes de *E. annulipes*, 14 dos quais alimentados com larvas de 2º ínstar; 14 com larvas de 3º ínstar, e os 14 restantes alimentados com pupas de *C. capitata*. Dos 42 espécimes, 21 eram fêmeas e 21 eram machos. Os predadores foram individualizados em recipientes de plástico (500 mL) forrados com papel filtro e cobertos com tecido *voil*. Cada predador constituiu uma repetição. Dentro dos recipientes foram oferecidas presas, segundo cada tratamento alimentar, em fôrmãs de papel (3 cm x 2,5 cm). Adicionalmente, aos tratamentos alimentares constituídos por larvas, foi disponibilizada uma quantidade de dieta artificial, visando garantir a nutrição das larvas até o momento da predação (Figura 3A). Como refúgio para as tesourinhas, disponibilizou-se um canudo de polipropileno com uma das extremidades coberta com algodão umedecido. Água foi borrifada sobre as repetições para garantir umidade e estas foram mantidas em câmaras climatizadas do tipo B.O.D (Figura 3B) ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $60 \pm 10\%$  de umidade relativa e 12 h de fotoperíodo). Após 24 horas, os adultos de *E. annulipes* foram retirados dos recipientes plásticos e quantificado o número de larvas ou pupas de *C. capitata*, para determinação do número de larvas/pupas consumidas ( $n^\circ$  inicial de larvas/pupas oferecidas –  $n^\circ$  final de larvas/pupas em cada repetição). As avaliações foram

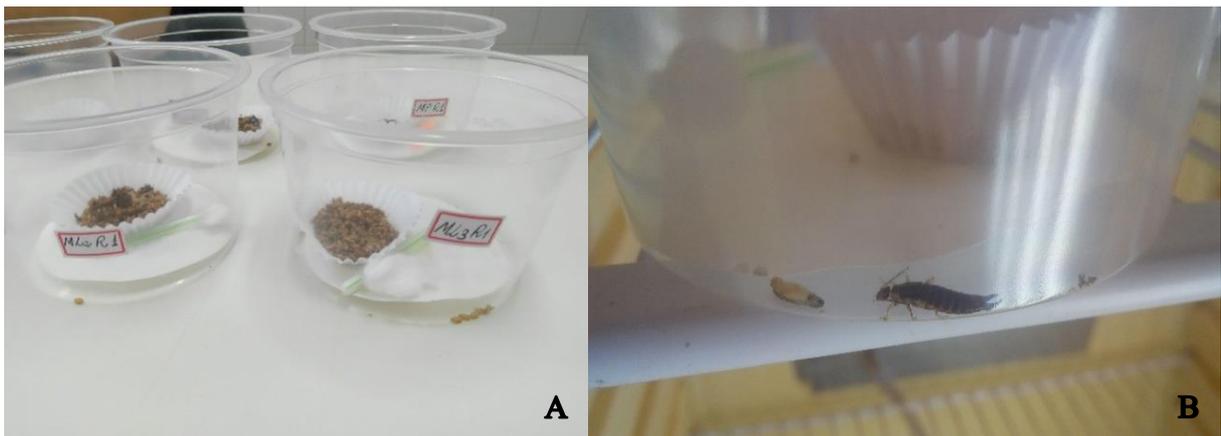
realizadas por um período total de 10 dias, sendo as larvas de 2º, 3º ínstar e pupas, substituídas diariamente.

Tabela 2 - Número de imaturos de *Ceratitis capitata* ofertados ao predador *Euborellia annulipes* – Lavras – 2020.

Predador	Nº de presas		
	Larva 2º Ínstar	Larva 3º Ínstar	Pupa
<i>E. annulipes</i> ♂	20	15	10
<i>E. annulipes</i> ♀	20	15	10

Fonte: Do autor (2020)

Figura 3 - Recipientes utilizados no bioensaio de predação A) Vista dos recipientes abertos B) Vista lateral da larva de *Ceratitis capitata* e *Euborellia annulipes*.



Fonte: Arquivo pessoal (do autor / Daiane Lopes) (2020).

### 3.5 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2, sendo o fator principal os tratamentos alimentares (larvas de 2º ínstar, 3º ínstar, e pupas de *C. capitata*) e o fator secundário o sexo do predador *E. annulipes*, com sete repetições. Cada adulto de *E. annulipes* constituiu uma repetição e o experimento foi avaliado diariamente por um total de 10 dias. Para as variáveis: número total de presas consumidas e presas consumidas após 24 horas de exposição ao predador foi utilizado um modelo linear generalizado (GLM), com distribuição de erros binomial negativa e função de ligação “log”. As variáveis proporção de consumo em 24 horas de exposição e a proporção total de consumo foram analisadas com um modelo GLM, distribuição de erro quase-binomial (para explicar a sobredispersão) e função

ligação “logit”. O consumo médio, ao longo de 10 dias de avaliação, foi analisado pelo modelo linear misto generalizado (GLMM), com distribuição binomial negativa e função de ligação “log”, tendo como as variáveis fixas, o sexo do predador e os tratamentos alimentares, e como variável aleatória, o tempo. O teste da razão de verossimilhança (log-likelihood ratio) foi utilizado para comparar o efeito dos tratamentos, seguida por comparações de Tukey ( $p < 0.05$ ). A qualidade do ajuste foi determinada através de um gráfico semi-normal com um envelope de simulação. Todas as análises foram feitas utilizando-se o software R 3.6 (R Core Team, 2019), sendo utilizados os seguintes pacotes: lme4 (BATES *et al.*, 2015), emmeans (SEARLE, 1980) e hnp (MORAL; HINDE; DEMÉTRIO, 2017).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre os tratamentos alimentares (estágio de desenvolvimento e idade das larvas de *C. capitata*) e o sexo do predador *E. annulipes* ( $\chi^2=10,344$ ,  $df=2$ ,  $p=0,0057$ ). O consumo do predador foi influenciado pelo estágio de desenvolvimento e idade das larvas da mosca-das-frutas, com predominância de maior consumo de larvas de 2º ínstar tanto para fêmeas quanto para machos de *E. annulipes*. Ademais, houveram diferenças significativas entre os sexos no consumo de larvas de 3º ínstar e pupas de *C. capitata* (Tabela 3).

Quando as médias foram comparadas por meio de desdobramento dos tratamentos alimentares dentro dos sexos do predador, verificou-se que fêmeas e machos de *E. annulipes* consumiram mais larvas de 2º ínstar e não houve diferença no consumo de larvas de 3º ínstar e pupas de *C. capitata* (Tabela 3).

Tabela 3 - Consumo médio ( $\pm$  EP) de *Euborellia annulipes* sobre imaturos de *Ceratitidis capitata* após as primeiras 24 horas de exposição às presas – Lavras – 2020.

<b>*Tratamentos alimentares</b>			
<b>Sexo</b>	<b>2º Ínstar</b>	<b>3º Ínstar</b>	<b>Pupa</b>
Fêmea	$6,058 \pm 0,837$ a A	$3,173 \pm 0,606$ b A	$2,452 \pm 0,532$ b A
Macho	$5,914 \pm 0,827$ a A	$1,154 \pm 0,365$ b B	$0,721 \pm 0,289$ b B

\*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha indicam diferenças entre os tratamentos alimentares entre fêmeas e machos de *E. annulipes*, enquanto letras maiúsculas diferentes na coluna indicam diferenças entre fêmeas e machos dentro de cada tratamento alimentar (Teste de Tukey,  $p < 0,05$ ).

Fonte: Do autor (2020).

A fêmea de *C. capitata* geralmente faz a oviposição em frutos no início da maturação (SILVA; LEMOS; ZUCCHI, 2011). Estes ovos passam pelo período de incubação durante dois a seis dias, as larvas eclodem e se alimentam da polpa do fruto em direção ao centro, causando a queda precoce do fruto (ARTHUR *et al.*, 1993). A fase larval dura entre 9 e 13 dias, e, estando próxima a fase de pupa, a larva sai do fruto em direção ao solo, onde permanece na fase de pupa por 10 a 20 dias (NAVA; BOTTON, 2010). Assim, o acesso de *E. annulipes* às larvas e pupas de *C. capitata* ocorreria nos frutos caídos, podendo estes serem utilizados para oviposição, garantindo alimento para ninfas e adultos, além de umidade e um ambiente escuro (KLOSTERMEYER, 1942). Porém, há necessidade de avaliar em condições naturais se *E. annulipes* é atraída para os frutos infestados, para um controle mais efetivo.

A capacidade de predação da *E. annulipes* já foi evidenciada por outros autores na regulação de diferentes pragas, como *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na Índia (RAMAMURTHI; SOLAYAPPAN, 1980), *Pyrilla perpusilla* (Hemiptera: Lophopidae) no Hawaii (SWEZEY, 1936), *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) no Kenya (KOPPENHÖFER, 1993) e *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) no Brasil (PINTO *et al.*, 2005).

Nesse trabalho, o 2º ínstar de *C. capitata* foi o mais predado em comparação ao 3º ínstar e pupa, provavelmente, em função do menor tamanho e facilidade de manipulação, além de requererem maior consumo para satisfazer as necessidades de *E. annulipes* (SILVA; BATISTA; BRITO, 2009).

A menor taxa de predação de pupas se assemelha aos resultados obtidos por Nunes *et al.* (2018, 2019) com *P. xylostella*, onde as larvas foram mais predadas, assim como no presente experimento. Silva *et al.* (2009) também observaram maior consumo de larvas de 1º ínstar de *S. frugiperda*, se comparadas às de 2º ínstar. Quando houve escolha entre estágios da presa *C. sordidus*, *E. annulipes* predou os estágios de ovo até larva de 4º ínstar, e não consumiu pupas (KOPPENHÖFER, 1992).

A maior voracidade das fêmeas de *E. annulipes* já havia sido documentada por Moral, Hinde e Demétrio (2017), as quais apresentaram mais agressividade e rapidez no ataque de *S. frugiperda* se comparada ao macho.

Para a proporção de presas consumidas (nº de presas consumidas/nº total de presas oferecidas), após as primeiras 24 horas, houve interação entre os tratamentos alimentares e o sexo do predador *E. annulipes* ( $\chi^2=8,8188$ ,  $df=2$ ,  $p=0,01216$ ). A proporção de larvas de 2º ínstar da moscas-das-frutas consumidas em 24 horas foi em torno de 30% para fêmeas e machos. Além disso, a proporção do consumo das fêmeas foi aproximadamente três vezes superior ao consumo dos machos quando alimentados com larvas de 3º ínstar e pupas de *C. capitata*. As proporções de presas consumidas variaram entre  $0,2116 \pm 0,0414$  e  $0,3052 \pm 0,0404$  para fêmeas sobre larvas de 3º e 2º ínstar, respectivamente, sem diferença significativa. Entretanto, para machos do predador as proporções variaram entre  $0,0721 \pm 0,0321$  e  $0,2959 \pm 0,0401$  para o consumo de pupas e larvas de 2º ínstar, respectivamente, onde a proporção do consumo de presas de 2º ínstar foi superior e não houve diferença entre o consumo de larvas de 3º ínstar e pupas das moscas-das-frutas.

A voracidade característica das fêmeas de *E. annulipes* é comum entre predadores, como *Labidura riparia* (Dermaptera: Labiduridae) ao preda *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) (ABD-ELGAYED; OWAYSS, 2007), *Forficula auricularia* (Dermaptera: Forficulidae) em relação *Halotydeus destructor* (Acari: Pentheleidae) cujo consumo foi superior aos machos em diferentes densidades (WEISS; MCDONALD, 1998), e *Dicyphus maroccanus* (Hemiptera: Miridae) na predação de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) (ABBAS, 2014). Nos resultados do presente trabalho, também houveram diferenças significativas das fêmeas em relação ao consumo dos machos, para larvas de último ínstar e pupas de *C. capitata*. A maior predação de larvas de segundo ínstar por ambos os sexos, pode estar relacionada ao menor tamanho e mobilidade da larva, já que as de 3º ínstar têm o hábito de saltar. O valor nutricional e dureza do tegumento podem ter influenciado no menor consumo de pupas, como ocorreu no trabalho de Nunes *et al.* (2018, 2019) em relação a efetividade da tesourinha no controle *P. xylostella*.

O consumo diário, ao longo de 10 dias de observação, variou com o sexo do predador, tratamento alimentar e tempo (Tabela 4). As maiores taxas de consumo diário de fêmeas de *E. annulipes* foram alcançadas quando estas estavam expostas a larvas de 2º ínstar ( $5,449 \pm 0,4485$ ), seguidas pelo consumo de larvas de 3º ínstar ( $3,311 \pm 0,3039$ ) e, por fim, pupas de *C. capitata* ( $1,169 \pm 0,1495$ ). O mesmo padrão parece ter ocorrido com machos deste predador que atingiram maiores médias de consumo diário alimentando-se de larvas de 2º ( $4,632 \pm 0,3951$ ), seguidos por larvas de 3º ínstar ( $0,875 \pm 0,1249$ ) e por último, pupas das moscas-das-frutas ( $0,467 \pm 0,0869$ ) (Figura 4).

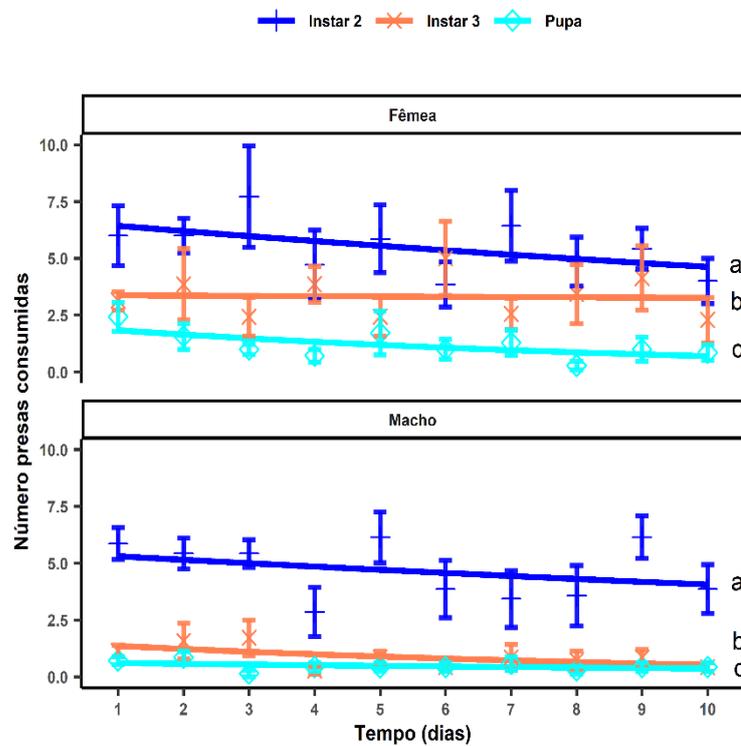
Tabela 4 - Análise de variância (ANOVA) para o consumo de presas em função do sexo do predador, tratamento alimentar e tempo (n=7 repetições para fêmeas e machos em cada tratamento alimentar) – Lavras – 2020.

Efeito	Gl Efeito	Valor $\chi^2$	Valor de P
Sexo do predador	1	44.50	p<0.001
Tratamento alimentar	2	255.84	p<0.001
Tempo	1	8.06	p=0.0045
Sexo do predador*Tratamento alimentar	2	33.88	p<0.001
Sexo do predador*Tempo	1	0.22	0.64 NS
Tratamento alimentar*Tempo	2	2.08	0.35 NS
Sexo do predador*Tratamento alimentar *Tempo	2	3.052	0.22 NS

NS na coluna indica que não houve diferença significativa nas interações.

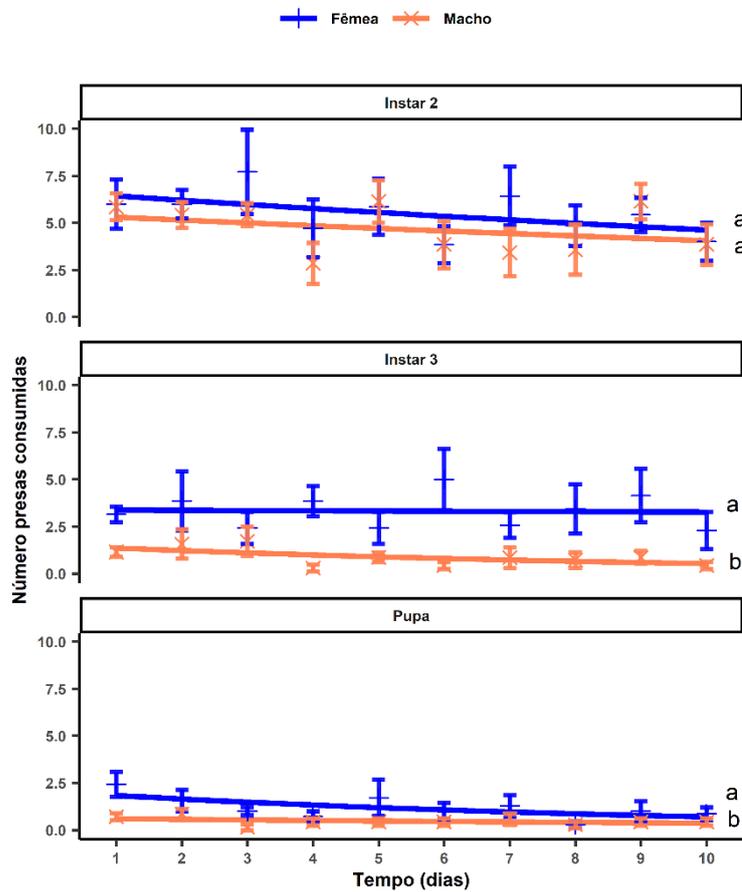
Fonte: Do autor (2020).

Figura 4 - Número de presas consumidas ( $\pm$  EP), ao longo de 10 dias, por fêmeas e machos de *Euborellia annulipes* quando oferecidas larvas de 2º, 3º ínstar e pupas de *Ceratitis capitata*. Letras diferentes representam diferenças significativas para os tratamentos alimentares dentro dos sexos do predador (Teste de Tukey,  $p < 0,05$ ).



Em relação a distinção entre o consumo médio diário de fêmeas e machos de *E. annulipes* dentro de cada tratamento alimentar, não houve diferenças para a predação de larvas de 2º ínstar, enquanto que, para larvas de 3º ínstar e pupas de *C. capitata* houve maior consumo de presas por fêmeas do que por machos (Figura 5).

Figura 5 - Número de presas consumidas ( $\pm$  EP), ao longo de 10 dias, por fêmeas e machos de *Euborellia annulipes* quando oferecidas larvas de 2º, 3º ínstar e pupas de *Ceratitis capitata*. Letras diferentes representam diferenças significativas para machos e fêmeas do predador dentro de cada tratamento alimentar (Teste de Tukey,  $p < 0,05$ ).



Fonte: Do autor (2020).

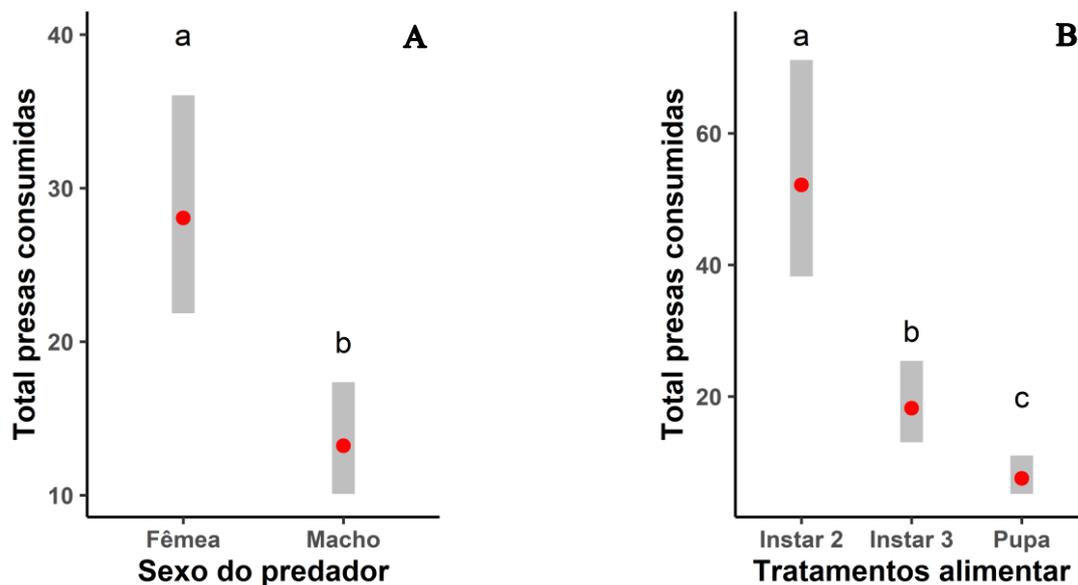
As pupas de mosca-das-frutas, que em condições naturais se alojam no solo, foram significativamente menos predadas o que corrobora com outros trabalhos (NUNES *et al.*, 2018, 2019; KOPPENHÖFER, 1992).

A média diária constante ao longo dos dias no consumo de *C. capitata*, pode indicar boa adaptação da *E. annulipes* quanto à dieta única de estágios imaturos da mosca.

Houve uma diferença para o consumo total de presas nos diferentes sexos do predador ( $\chi^2=20,300$ ,  $df=1$ ,  $p<0,001$ ), onde as fêmeas consumiram uma maior quantidade de presas quando em comparação com os machos. A taxa de consumo total, ou seja, a quantidade de presas consumidas por fêmeas e machos de *E. annulipes*, nos 10 dias de avaliação, foi de  $28,1 \pm 3,14$  e  $13,2 \pm 1,61$ , respectivamente (Figura 6A).

Houve diferença também para o consumo total entre os tratamentos alimentares (GLM, teste da razão de verossimilhança;  $\chi^2=91,422$ ,  $df=2$ ,  $p<0,001$ ). Ao longo dos 10 dias de avaliação, larvas de 2º ínstar ( $52,15 \pm 6,78$ ) foram mais predadas por adultos de *E. annulipes*, seguidas por larvas de 3º ínstar ( $18,19 \pm 2,54$ ) e por último, pupas de *C. capitata* ( $7,54 \pm 1,20$ ) (Figura 6B).

Figura 6 - Número total de presas consumidas ( $\pm$  EP), por machos e fêmeas de *Euborellia annulipes* (A) e entre os tratamentos alimentares (B). Letras diferentes representam diferenças significativas para machos e fêmeas do predador ou entre os diferentes tratamentos alimentares (Teste de Tukey,  $p<0,05$ ).



Fonte: Do autor (2020).

Para a proporção total de presas consumidas ( $n^\circ$  de presas consumidas/ $n^\circ$  total de presas oferecidas) houve interação entre os tratamentos alimentares e o sexo do predador *E. annulipes* ( $\chi^2=10,631$ ,  $df=2$ ,  $p=0,0049$ ). A proporção total de presas consumidas foi semelhante para fêmeas e machos sobre larvas de 2º ínstar e pupas das moscas-das-frutas. Além disso, a proporção total de presas consumidas por fêmeas foi aproximadamente 4,4 vezes superior à dos machos quando alimentados com larvas de 3º ínstar de *C. capitata* (Tabela 5). As proporções de presas consumidas variaram entre  $0,1188 \pm 0,0311$  e  $0,2749 \pm 0,0304$  para fêmeas sobre pupas e larvas de 2º ínstar, respectivamente e para machos do predador as proporções variaram entre  $0,0473 \pm 0,0204$  e  $0,2335 \pm 0,0288$  para o consumo de pupas e larvas de 2º ínstar de *C. capitata*, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5 - Proporção do consumo total ( $\pm$  EP) de *Euborellia annulipes* sobre imaturos de *Ceratitidis capitata* – Lavras – 2020.

<b>*Tratamentos alimentares</b>			
<b>Sexo</b>	<b>2º Ínstar</b>	<b>3º Ínstar</b>	<b>Pupa</b>
Fêmea	0,2749 $\pm$ 0,0304 a A	0,2216 $\pm$ 0,0327 ab A	0,1188 $\pm$ 0,0311 b A
Macho	0,2335 $\pm$ 0,0288 a A	0,0592 $\pm$ 0,0185 b B	0,0473 $\pm$ 0,0204 b A

\*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha indicam diferenças entre os tratamentos alimentares entre fêmeas e machos de *E. annulipes*, enquanto letras maiúsculas diferentes na coluna indicam diferenças entre fêmeas e machos entre os tratamentos alimentares (Teste de Tukey,  $p < 0,05$ ).  
Fonte: Do autor (2020).

Os resultados mostram a boa aceitação de *E. annulipes* com alimentação de *C. capitata* em estado larval, onde obtiveram taxas médias de consumo de até 27,4% das larvas oferecidas. Entretanto, as pupas foram menos predadas, com o consumo máximo de 11,8% de pupas. Ambos os resultados superiores para as fêmeas.

Houve maior consumo de larvas de 2º ínstar por *E. annulipes*. Entretanto, as fases normalmente encontradas no solo, que as tesourinhas terão mais facilidade de encontrar, são as larvas de 3º ínstar (antes de formarem pupa) e as pupas. Portanto é necessário verificar a acessibilidade da tesourinha às larvas que mais predaram.

Futuros estudos com esta espécie de predador devem ser realizados, como testes de preferência e atração à frutos infestados. Visando assim determinar seu potencial predatório e regulador de *C. capitata* em campo, e respectivo uso como complemento às técnicas já existentes de controle biológico desta espécie-praga.

## 5. CONCLUSÃO

O predador *E. annulipes* consome, predominantemente, mais larvas do que pupas de *C. capitata* e a taxa de predação varia de acordo com a idade das larvas de *C. capitata*. Além disso, fêmeas consomem uma maior quantidade de imaturos da presa quando comparadas aos machos. *E. annulipes* demonstrou potencial para ser um agente no controle de *C. capitata*.

## REFERÊNCIAS

- ABBAS, S. *et al.* The predatory mirid *Dicyphus maroccanus* as a new potential biological control agent in tomato crops. **BioControl**, Palermo (Italy), v. 59, n. 5, p. 565-574, jun. 2014.
- ABD-ELGAYED, A. A.; OWAYSS, A. A. ECOLOGICAL OBSERVATIONS ON THE EARWIG, *Labidura riparia* PALLAS (DERMAPTERA: LABIDURIDAE) INHABITING HONEY BEE COLONIES. **Annals of Agricultural Science**, Cairo (Egypt), v. 52, n. 1, p. 243-251, jan. 2007.
- ARTHUR *et al.* CONTROLE DA INFESTAÇÃO NATURAL DE *Ceratitis capitata* (WIED., 1824) (DIPTERA, TEPHRITIDAE) EM PÊSSEGOS (*Prunus persica*) ATRAVÉS DAS RADIAÇÕES GAMA. **Scientia Agricola**, USP, v. 50, n. 3, p. 329-332, dez. 1993.
- BARRETO, M. R. *et al.* Survey of Tephritidae and Lonchaeidae (Diptera), their host plants and parasitoids in the state of Sergipe, Brazil. **Nativa**, Sergipe, v. 8, n. 3, p. 413-419, jun. 2020.
- BATES, D. *et al.* Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. **Journal of Statistical Software**, v. 67, n. 1, p. w, 2015.
- BRINDLE, A. **Pacific Insects**. v. 21, n. 4, p. 261-274, 1979
- BUZZI, Z. J. **Didactic entomology**: 5th Ed. Publisher UFPR, Curitiba; 2010.
- CARROLL, D. P.; HOYT, S. C. Augmentation of European Earwigs (Dermaptera: Forficulidae) for Biological Control of Apple Aphid (Homoptera: Aphididae) in an Apple Orchard. **Journal of Economic Entomology**, Washington (USA), v. 77, n. 3, p. 738-740, jun. 1984.
- COSTA, N. P. *et al.* Influência do nim na biologia do predador *Euborellia annulipes* e estudo de parâmetros para sua criação massal. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba (Brasil), v. 7, n. 2, p. 1, jul. 2010.
- CRUZ, I. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2000. p. 111-135.
- DIB, H. *et al.* Predation potency and intraguild interactions between generalist (*Forficula auricularia*) and specialist (*Episyrphus balteatus*) predators of the rosy apple aphid (*Dysaphis plantaginea*). **Biological Control**, Damascus (Syria), v. 59, n. 2, p. 90-97, jul. 2011.
- ESKAFI, F. M.; KOLBE, M. M. Predation on Larval and Pupal *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) by the Ant *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae) and Other Predators in Guatemala. **Environmental Entomology**, Honolulu (Hawaii), v. 19, n. 1, p. 148-153, fev. 1990.
- FONSECA, J.P. DA; AUTUORI, M. Processos de criação da “vespinha africana” parasita da “mosca do mediterrâneo”. **O Biológico**, v.6, p.345-351, 1940.
- GARCIA, F. R. M; RICALDE, M. P. Augmentative Biological Control Using Parasitoids for Fruit Fly Management in Brazil. **Insects**, Pelotas - Brazil, v. 19, n. 1, p. 55-70, dez. 2012.

GODOY, M. J. S. *et al.* **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. 1. ed. Macapá: Embrapa, 2011. p. 135.

GONZÁLEZ, P. I. *et al.* Superparasitism in mass reared *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of fruit Xies (Diptera: Tephritidae). **Biological Control**, Tapachula (Mexico), v. 40, n. 3, p. 320-326, dez. 2006.

IHERING, H. V. **Laranjas bichadas**. 6. ed. Maceió (Brasil): [s.n.], 1901. p. 179-181.

JARVIS, Karl J.; HAAS, Fabian; WHITING, Michael F. Phylogeny of earwigs (Insecta: Dermaptera) based on molecular and morphological evidence: reconsidering the classification of Dermaptera. **Systematic Entomology**, v. 30, n. 3, p. 442-453, 2005.

KLOSTERMEYER, E. C. The Life History and Habits of the Ringlegged Earwig, *Euborellia Annulipes* (Lucas) (Order Dermaptera). **Journal of the Kansas Entomological Society**, Lincoln (USA), v. 15, n. 1, p. 13-18, jan./1942.

KOPPENHÖFER, A. M. *et al.* Predators of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Col., Curculionidae) in western Kenya. **Journal of Applied Entomology**, Kenya, v. 114, n. 1, p. 530-533, dez. 1992.

KOPPENHÖFER, A. M. Egg predators of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Col., Curculionidae) in western Kenya. **Journal of Applied Entomology**, Kenya, v. 116, n. 1, p. 352-357, dez. 1993.

LANGSTON, R. L.; POWELL, J. A. The earwigs of California (order Dermaptera). **Bulletin of the California Insect Survey**, California (USA), v. 20, n. 1, p. 1-25, jan. 1975.

LEONEL, F. L. J.; ZUCCHI, R. A.; WHARTON, R. A. Distribution and tephritid hosts (Diptera) of braconid parasitoids (hymenoptera) in Brazil. **International Journal of Pest Management**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 208-213, jan. 1995.

LO VERDE, Gabriella; CALECA, Virgilio; LO VERDE, Valentina. The use of kaolin to control *Ceratitis capitata* in organic citrus groves. **Bulletin of Insectology**, v. 64, n. 1, p. 127-134, 2011.

LUFF, M. L. The potential of predators for pest control. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Gt. Britain, v. 10, n. 2, p. 159-181, set./1983.

MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A. S. Programa biofábrica Moscamed Brasil. **Simpósio de Controle Biológico**. Resumos. Águas de São Pedro, SEB, v. 8, p. 52, 2003.

MELO, O. *et al.* Do Sanitary, Phytosanitary, and Quality-related Standards Affect International Trade? Evidence from Chilean Fruit Exports. **World Development**, Chile, v. 54, n. 1, p. 350-359, fev. 2014.

MONZÓ, C. *et al.* Tracking medfly predation by the wolf spider, *Pardosa cribata* Simon, in citrus orchards using PCR-based gut-content analysis. **Bulletin of entomological research**, Spain, v. 100, n. 2, p. 145, jan./2010.

MORAL, R. A.; HINDE, J.; DEMÉTRIO, C. G. B. Half-Normal Plots and Overdispersed Models in R: The hnp Package. **Journal of Statistical Software**, v. 81, n. 10, 2017.

NAVA, D. E.; BOTTON, M. **Bioecologia e Controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em Pessegueiro**. 1. ed., Embrapa Clima Temperado, 2010. p. 16.

NUNES, A. M. *et al.* Biology and parasitic potential of *Doryctobracon areolatus* on *Anastrepha fraterculus* larvae. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Pelotas (RS), v. 46, n. 6, p. 669-671, jun. 2011.

NUNES, G. D. S. *et al.* Life stage and population density of *Plutella xylostella* affect the predation behavior of *Euborellia annulipes*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Netherlands, v. 167, n. 6, p. 544-552, jun. 2019.

NUNES, G. D. S. *et al.* Predation of diamondback moth larvae and pupae by *Euborellia annulipes*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Jaboticabal (SP), v. 13, n. 3, p. 1-8, mai. 2018.

OVRUSKI, S. *et al.* Hymenopteran Parasitoids on Fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the Southern United States: Diversity, Distribution, Taxonomic Status and their use in Fruit Fly Biological Control. **Integrated Pest Management Reviews**, Netherlands, v. 5, n. 2, p. 81-107, jun. 2000.

PACHECO, M. G. *et al.* Parasitismo de *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) em pomar de acerola no Vale do São Francisco. In: **Embrapa Semiárido-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 26.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ENTOMOLOGIA, 9., 2016, Maceió. Anais... Brasília, DF: Embrapa, 2016., 2016.

PARANHOS, B. J.; NASCIMENTO, A.; WALDER, J. M. M. **Controle Biológico de Moscas-das-Frutas**. Embrapa Semiárido, Vale do São Francisco, n. 5, p. 29-31, out. 2009.

PARANHOS, B. J.; NAVA, D. E.; MALAVASI, A. Biological control of fruit flies in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 54, p. 1-9, abr./2019.

PARRA, J. R. P. Controle Biológico na Agricultura Brasileira. **Entomological Communications**, v. 1, p. 1-3, dez./2019.

PINTO, D. M.; STORCH, G.; COSTA, M. Biologia de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Forficulidae) em laboratório. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Pelotas (RS), v. 4, n. 8, p. 1-7, dez. 2005.

POPHAM, E. J. The geographical distribution of the Dermaptera (Insecta) with reference to continental drift. **Journal of Natural History**, England, v. 34, n. 10, p. 2007-2027, jan. 2000.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing** Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing, 2019. Disponível em: <https://www.r-project.org/> Acesso em: 28 jul. 2020.

RAGA, A.; SATO, M.E. Controle químico de moscas-das-frutas. **Documento Técnico 20**. São Paulo: Instituto Biológico, p.1-14, 2016. Disponível em: <[http://www.biológico.sp.gov.br/uploads/docs/dt/moscas\\_das\\_frutas.pdf](http://www.biológico.sp.gov.br/uploads/docs/dt/moscas_das_frutas.pdf)>. Acesso em: 12 ago. 2020.

RAGA, Adalton. Incidência, monitoramento e controle de moscas-das-frutas na citricultura paulista. **LARANJA**, Campinas (SP), v. 26, n. 2, p. 307-322, jan. 2005.

RAMAMURTHI, B. N.; SOLAYAPPAN, A. R. Dermapteran predators in the biological regulation of sugarcane borers in India. **Current Science**, India, v. 49, n. 2, p. 72-73, jan. 1980.

RIBEIRO, C. I. *et al.* Capacidade predatória de *Doru luteipes* e *Euborellia annulipes* sobre *Helicoverpa armigera*. In: **Embrapa Milho e Sorgo - Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/BIC JÚNIOR, 12., 2017, Sete Lagoas. [Trabalhos apresentados]. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2017., 2017.

RITZ, C. *et al.* Dose-Response Analysis Using R. **Plos One**, v. 10, n. 12, p. e0146021, 30 dez. 2015.

SÁNCHEZ, G. *et al.* Augmentative releases of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) for *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) control in a fruit-growing region of Argentina. **Biological Control**, Argentina, v. 103, p. 101-107, dez./2016.

SANTOS, J. D. O; GAMA, F. D. C; COSTA, M. L. E. D. Atratividade do parasitoide de ovos de mosca-das-frutas, *Fopius arisanus* Sonan (Hymenoptera: Braconidae), por diferentes frutos hospedeiros. **Embrapa Semiárido**, Petrolina, n. 9, p. 255-262, jan. 2014.

SEARLE, S. R.; SPEED, F. M.; MILLIKEN, G. A. Population Marginal Means in the Linear Model: An Alternative to Least Squares Means. **The American Statistician**, v. 34, n. 4, p. 216-221, 30 nov. 1980.

SHEPARD, M.; WADDILL, V.; KLOFT, W. Biology of the Predaceous Earwig *Labidura riparia* (Dermaptera: Labiduridae). **Annals of the Entomological Society of America**, Germany, v. 66, n. 4, p. 837-841, jul. 1973.

SILVA, A. B. D; BATISTA, J. D. L; BRITO, C. H. D. Capacidade Predatória de *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847 (Lucas, 1847 Lucas, 1847) sobre) sobre *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797). **Acta Scientiarum. Agronomy**, Paraíba, v. 31, n. 1, p. 7-11, mar. 2009.

SILVA, R. A. D; JORDÃO; LUIS, A. Ocorrência da mosca-da-carambola no estado do amapá. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Macapá, v. 4, n. 7, p. 1, jun./2005.

SILVA, R. A. D; LEMOS, W. D. P; ZUCCHI, Roberto Antonio. **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. 1. ed. Macapá: Embrapa, 2011. p. 121-201.

SIVINSKI, J. The influence of host fruit morphology on parasitization rates in the Caribbean Fruit Fly, *Anastrepha suspensa*. **Entomophaga**, Florida (USA), v. 36, n. 3, p. 447-454, set. 1991.

SWEZEY, O. H. **Biological control of the sugar cane leafhopper in Hawaii**. 1936.

SZYNISZEWSKA, Anna M.; TATEM, Andrew J. Global Assessment of Seasonal Potential Distribution of Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Plos One**, [place unknown], v. 9, n. 11, p. 1-13, nov. 2014.

URBANEJA, A. *et al.* Influence of Ground Predators on the Survival of the Mediterranean Fruit Fly Pupae, *Ceratitis capitata*, in Spanish Citrus Orchards. **BioControl**, Valencia - Spain, v. 51, n. 5, p. 611-626, jun. 2006.

VARGAS, R. I. *et al.* Opiine Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) of Oriental Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) on Kauai Island, Hawaii: Islandwide Relative Abundance and Parasitism Rates in Wild and Orchard Guava Habitats. **Environmental Entomology**, Hawaii (USA), v. 22, n. 1, p. 246-253, fev. 1993.

WALKER, K. A.; FELL, R. D. Courtship Roles of Male and Female European Earwigs, *Forficula auricularia* L. (Dermaptera: Forficulidae), and Sexual Use of Forceps. **Journal of Insect Behavior**, Virginia (USA), v. 14, n. 1, p. 1-17, jan. 2001.

WEISS, M. J; MCDONALD, G. European earwig, *Forficula auricularia* L. (Dermaptera: Forficulidae), as a predator of the redlegged earth mite, *Halotydeus destructor* (Tucker) (Acarina: Pentheleidae). **Australian Journal of Entomology**, v. 37, n. 2, p. 183-185, jun. 1998.

ZUCCHI, R. A. *et al.* Prejuízos das moscas-das-frutas na exportação de citros. **Visão agrícola**, SP, v. 2, n. 2, p. 73-77, dez./2004.

ZUCCHI, RA; MORAES, RCB. **As moscas da fruta no Brasil - as espécies *Anastrepha* suas plantas hospedeiras e parasitóides**, 2008. Disponível em: [www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/](http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/), atualizado em 8 de julho de 2020. Acesso em: 28 jul. 2020.