



ANA LUISA RODRIGUES SILVA

**RESPOSTA FUNCIONAL DE *Euborellia annulipes*
(DERMAPTERA: ANISOLABIDIDAE) SOBRE A MOSCA-
DAS-FRUTAS *Ceratitis capitata* (DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

LAVRAS – MG

2021

ANA LUISA RODRIGUES SILVA

**RESPOSTA FUNCIONAL DE *Euborellia annulipes* (DERMAPTERA:
ANISOLABIDIDAE) SOBRE A MOSCA-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 a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Profa. Dra. Rosângela Cristina Marucci
Orientadora

Ma. Rosamara Souza Coelho
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2021**

ANA LUISA RODRIGUES SILVA

**RESPOSTA FUNCIONAL DE *Euborellia annulipes* (DERMAPTERA:
ANISOLABIDIDAE) SOBRE A MOSCA-DAS-FRUTAS *Ceratitis capitata* (DIPTERA:
TEPHRITIDAE)**

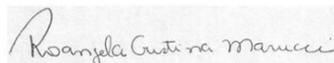
**FUNCTIONAL RESPONSE OF *Euborellia annulipes* (DERMAPTERA:
ANISOLABIDIDAE) ON FRUIT FLY *Ceratitis capitata* (DIPTERA: TEPHRITIDAE)**

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

Aprovada em 17 de novembro de 2021.

Dra. Rosangela Cristina Marucci UFLA
Ma. Rosamara Souza Coelho UFLA
Ma. Joanina Gladenucci UFLA
Me. Marvin Mateo Pec Hernandez ESALQ

Profa. Dra. Rosangela Cristina Marucci
Orientadora



Ma. Rosamara Souza Coelho
Coorientadora



LAVRAS – MG

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, Maria de Lourdes, e ao meu pai, Luiz, pelo apoio incondicional e pelo ensino de qualidade proporcionado durante todo o meu período escolar, possibilitando que eu tenha chegado ao fim de mais essa etapa. Agradeço às minhas irmãs, Natália e Daniela, por sempre me incentivarem a ser melhor e por serem exemplos de dedicação e amor aos estudos. Agradeço também a Patrick pelo apoio durante toda a minha trajetória acadêmica e durante a elaboração desse trabalho, e por ter compartilhado o seu amor pela Entomologia.

Agradeço à minha professora e orientadora Rosangela pela confiança e oportunidade em fazer parte de sua equipe, como também pelos incentivos e correções que moldaram esse trabalho. Agradeço a Rosamara, pela amizade, companheirismo, confiança e colaboração nas atividades do dia a dia e para o desenvolvimento desse trabalho, e a Marvin pelo grande auxílio nas análises realizadas. Por fim, muito obrigada aos meus colegas de curso, professores e a todos que direta e indiretamente fizeram parte da minha formação.

RESUMO

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são caracterizadas por uma alta plasticidade ecológica e evolutiva, que lhes confere adaptabilidade a diferentes hospedeiros e ambientes. A mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* se destaca no Brasil devido a sua ampla distribuição e a sua associação com 115 espécies hospedeiras, que podem possibilitar a sua reprodução durante todo o ano, dificultando o seu controle. Neste contexto, o controle biológico surge como uma alternativa viável e eficaz de supressão dessa praga, além de atender as exigências do mercado atual por medidas sustentáveis de controle. As larvas nutrem-se da polpa dos frutos e buscam o solo para a pupação. A saída do fruto possibilita, portanto, o encontro dessas larvas com predadores terrestres, que podem complementar o controle já realizado por parasitoides. A detecção de ninfas e adultos da tesourinha *Euborellia annulipes* em frutos infestados por larvas de moscas-das-frutas estimulou estudos a respeito de sua predação sobre tefritídeos, dentre eles a resposta funcional, que representa a taxa de consumo em função da densidade da presa, sendo uma ferramenta que permite mensurar o comportamento e a eficiência de inimigos naturais, possibilitando selecionar àqueles com potencial para o controle de pragas em agroecossistemas. Desse modo, esse trabalho objetivou determinar a resposta da tesourinha *E. annulipes* sobre diferentes densidades de larvas de 3º instar de *C. capitata*. O experimento foi conduzido no Laboratório de Controle Biológico (LCBIOL), localizado no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Fêmeas e machos adultos de *E. annulipes*, 24h a 72h após emergência, foram mantidos em jejum por 24h e individualizados em recipientes plásticos (500ml), nos quais foram fornecidas larvas de 3º instar de *C. capitata*, nas respectivas densidades: 7, 12, 17, 22 e 27. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco densidades para fêmeas e machos e 20 repetições cada. O número de presas mortas foi registrado 24h após a exposição aos predadores, sendo: i) presas mortas e não consumidas, ii) presas consumidas parcialmente e iii) presas consumidas totalmente. O tipo de resposta funcional foi obtido pela função *frair_test* do pacote “frair” no *software* R, de acordo com o número de presas consumidas. A resposta funcional apresentada por machos e fêmeas foi do tipo II, caracterizada pelo aumento no número de presas mortas com o aumento da densidade até um ponto máximo, onde ocorre uma estabilização. Fêmeas apresentaram as maiores taxas de consumo em todas as densidades avaliadas, entretanto, os machos se destacaram pelo comportamento predatório de matar e não consumir suas presas, havendo respaldo para a sua utilização como agentes de biocontrole de moscas-das-frutas.

Palavras-chave: Controle biológico. Tesourinha. Comportamento predatório.

ABSTRACT

Fruit flies (Diptera: Tephritidae) are characterized for a high ecological and evolutionary plasticity, which gives them adaptability to different hosts and environments. The Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* stands out in Brazil due to its wide distribution and association with 115 host species, which can allow its reproduction throughout the year, making the control difficult. In this context, biological control emerges as a viable and effective alternative to suppress this pest, also according to the demands of the current market for sustainable control measures. The larvae feed on the fruit pulp and seek the soil for pupation. The exit of the fruit allows, therefore, the encounter of these larvae with terrestrial predators possible, which can complement the control already carried out by parasitoids. The detection of nymphs and adults of the earwig *Euborellia annulipes* inside fruits infested by fruit fly larvae stimulated studies about its predation capacity on tephritids, among them, the functional response, which represents the consumption rate as a function of prey density, being a tool that allows measuring the behavior and efficiency of natural enemies, making it possible to select those with potential for pest control in agroecosystems. Thus, this work aimed to evaluate the response of the earwig *E. annulipes* on different densities of 3rd instar larvae of *C. capitata*. The experiment was conducted at the Biological Control Laboratory (LCBIOL), located in the Department of Entomology at the Federal University of Lavras (UFLA). *E. annulipes* adult females and males, 24h to 72h after emergence, were kept without food for 24h and individualized in plastic containers (500ml), in which 3rd instar larvae of *C. capitata* were provided, in the respective densities: 7, 12, 17, 22 and 27. The experimental design was completely randomized (CRD), with five densities for females and males and 20 replications each. The number of dead prey was recorded 24 hours after exposure to predators, as follows: i) dead and non-consumed prey, ii) partially consumed prey, and iii) totally consumed prey. The type of functional response was obtained by the `frair_test` function of the “frair” package in the R software, according with the number of prey consumed. Females and males presented the functional response type II, characterized by an increase in the number of dead prey with increasing density up to a maximum point, where stabilization occurs. Females showed the highest consumption rates in all densities evaluated, however, males stood out for their predatory behavior of killing and not consuming their prey, justifying their use as fruit fly biocontrol agents.

Keywords: Biological control. Earwig. Predatory behavior.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1. Moscas-das-frutas	3
2.2. Controle biológico de moscas-das-frutas com parasitoides	6
2.3. Atuação dos predadores	9
2.4. <i>Euborellia annulipes</i> Lucas (1847)	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
3.1. <i>Euborellia annulipes</i>: obtenção e criação	14
3.2. <i>Ceratitis capitata</i>: obtenção e criação	15
3.3. Resposta funcional de <i>Euborellia annulipes</i> sobre larvas de <i>Ceratitis capitata</i>	16
3.4. Delineamento experimental e análise estatística.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÕES	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1. INTRODUÇÃO

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são consideradas as principais pragas da fruticultura mundial, causando danos diretos devido à sua oviposição e ao desenvolvimento das larvas no interior dos frutos, e danos indiretos devido às medidas quarentenárias que impedem a exportação de frutos atacados (NÚÑEZ-BUENO, 1994; ALUJA; MANGAN, 2008). No Brasil, essas pragas são responsáveis por um prejuízo anual de 180 milhões de reais (NAVA, 2019), e seu controle é baseado principalmente na utilização de iscas tóxicas com atrativos ou em pulverizações de inseticidas químicos (SILVA et al., 2013). Entretanto, o controle químico pode causar diversos desequilíbrios ambientais e há grande exigência dos consumidores e mercados importadores de frutas por produtos livres de resíduos, o que tem levado a uma busca por métodos de controle mais sustentáveis, entre eles, o controle biológico de pragas.

Em países como Costa Rica, Guatemala, México e Estados Unidos, há programas de controle biológico consolidados que fazem uso de parasitoides, e que têm sido bem-sucedidos no controle de moscas-das-frutas (PURCELL, 1998; CANCINO; MONTROYA, 2004). Esses programas se baseiam principalmente em liberações de parasitoides larvais pertencentes à família Braconidae, contudo, já foi observado que um único método de controle, inclusive o uso exclusivo de parasitoides, não é suficiente para controlar populações de moscas-das-frutas e impedir danos econômicos (AGUIAR-MENEZES, 2003).

Essa limitação se dá principalmente devido às características da praga, que é altamente polífaga e, nas condições tropicais da América do Sul e por causa da sua alta capacidade de dispersão, é capaz de encontrar hospedeiros e sobreviver durante todo o ano (SOUSA, 2018). Além disso, aquelas larvas que escapam do parasitismo e são bem-sucedidas em sair do fruto e penetrar no solo para empupar podem ser responsáveis pela manutenção de populações de tefritídeos no campo. A saída das larvas dos frutos possibilita também o seu encontro com outros inimigos naturais, como entomopatógenos ou predadores, que podem complementar o controle proporcionado pelos parasitoides. De acordo com Bateman (1972), os predadores podem causar mortalidade significativa capaz de auxiliar na regulação da densidade de moscas-das-frutas.

A tesourinha *Euborellia annulipes* Lucas (1847) (Dermaptera: Anisolabididae) é um predador terrestre caracterizado por uma ampla distribuição geográfica, alta capacidade de predação e facilidade de criação em laboratório, que já apresentou potencial de uso em programas de controle biológico de insetos-praga (SILVA et al., 2018; ARAÚJO, 2019),

havendo estudos sobre a sua atuação contra pragas de importância econômica, como: *Diatraea saccharalis* Fabricius (1794) (Lepidoptera: Crambidae) (RAMAMURTHI et al., 1980), *Spodoptera frugiperda* Smith (1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (SILVA et al., 2009) e *Anthonomus grandis* Boheman (1843) (Coleoptera: Curculionidae) (RAMALHO; WANDERLEY, 1996). Durante coletas de frutos objetivando realizar o levantamento de espécies de moscas-das-frutas e parasitoides, adultos e ninfas de *E. annulipes* foram identificados dentro de frutos infestados por larvas de moscas-das-frutas, indicando atividade predatória e incentivando estudos a respeito de sua eficiência de predação também sobre tefritídeos.

A resposta funcional é uma das ferramentas capazes de mensurar o comportamento e a eficiência de um predador no meio, evidenciando o seu potencial como agente de controle biológico (NUNES, 2020), e apresenta um importante papel na seleção de inimigos naturais para o controle de pragas em agroecossistemas (WIEDENMANN et al., 1997).

Essa ferramenta descreve como a taxa de predação varia em função da densidade da presa, e, de acordo com Holling (1959), há três principais tipos de resposta funcional: tipo I descreve um crescimento linear no consumo da presa com o aumento da sua densidade; tipo II é caracterizada por uma desaceleração gradual do ataque em função da densidade, devido a um custo em tempo por cada recurso utilizado; e tipo III é definida como uma relação sigmoide, onde a quantidade de presas mortas é positivamente dependente da densidade. Vários predadores com respostas funcionais do tipo II e III têm se mostrado bem sucedidos como agentes de controle biológico (FATHIPOUR; MALEKNIA, 2016).

A resposta funcional se baseia em dois parâmetros principais, a taxa de ataque e o tempo de manuseio, sendo o tempo que o predador leva para atacar, matar e consumir a presa, e ambos são amplamente utilizados para comparar a eficiência de diferentes espécies de predadores como inimigos naturais (BENHADI-MARÍN et al., 2018; DINIS et al., 2016). A habilidade de um predador em consumir a praga é uma característica primária que deve ser amplamente estudada para a realização de estratégias de controle biológico (MAHZOUM et al., 2020). Desse modo, por meio desse trabalho, objetivou-se avaliar a resposta funcional da tesourinha *E. annulipes* sobre larvas da mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* Wiedemann (1824) (Diptera: Tephritidae), obtendo informações a respeito de sua eficiência de predação e potencial como agente de controle dessa praga.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Moscas-das-frutas

As moscas-das-frutas são insetos da ordem Diptera, família Tephritidae, sendo consideradas por muitos autores a principal praga da fruticultura mundial. A família Tephritidae apresenta 4.448 espécies e subespécies descritas, distribuídas em 484 gêneros (NORRBOM, 2006). Entretanto, apenas cinco desses gêneros são considerados importantes para a economia mundial, *Anastrepha* Schiner, *Bactrocera* Macquart, *Ceratitis* MacLeay, *Dacus* Fabricius e *Rhagoletis* Loew, apresentando aproximadamente 70 espécies que são classificadas como pragas importantes para a agricultura (GARCIA, 2009).

As espécies de moscas-das-frutas de importância econômica presentes no Brasil pertencem aos gêneros *Anastrepha*, *Bactrocera*, *Ceratitis* e *Rhagoletis* (AGUIAR, 2012). Contudo, se destacam *C. capitata* e as espécies do gênero *Anastrepha*, com predominância de *Anastrepha fraterculus* Wiedemann (1830) (Diptera: Tephritidae), uma vez que se encontram distribuídas por todo o território nacional, afetando todas as áreas de produção comercial de frutíferas (MALAVASI; ZUCCHI, 1999; ZUCCHI, 2000). As espécies de *Anastrepha* spp. são nativas do continente americano, já *C. capitata* é a única espécie do gênero presente no Brasil, sendo originária da África subsaariana.

Alguns autores já observaram que espécies exóticas introduzidas no Brasil, como citros e café, são mais suscetíveis ao ataque de *C. capitata*, enquanto *Anastrepha* spp. afetam principalmente hospedeiros nativos (DAZA, 1999; AGUIAR, 2012). A distribuição das espécies de tefritídeos no Brasil varia acentuadamente, refletindo suas interações com o hospedeiro, adaptações oriundas das condições ambientais e competição entre espécies (AGUIAR, 2012).

De acordo com a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (Abrafrutas), a produção de frutas no Brasil em 2019 foi de 43 milhões de toneladas, em uma área de aproximadamente 2 milhões de hectares. Com esse montante, o Brasil se mantém como o terceiro maior produtor mundial de frutas, atrás apenas da China e da Índia. Entretanto, mesmo com o grande potencial que o Brasil apresenta nesse setor, o país ocupa apenas a 23ª posição no ranking mundial dos exportadores de frutas, exportando somente cerca de 3% de sua produção (MALISZEWSKI, 2019).

Uma das razões que levam a essa baixa capacidade de exportação é a condição fitossanitária das frutas produzidas, que muitas vezes apresentam danos causados por pragas,

com destaque para a mosca-do-mediterrâneo *C. capitata* (ZUCCHI, 2000). A limitação da exportação de frutas frescas se dá principalmente devido às medidas de quarentena impostas pelos países importadores, que muitas vezes não apresentam certas espécies de moscas-das-frutas em seus territórios (MALAVASI et al., 2000). Desse modo, os frutos atacados são impedidos de ser exportados, causando grandes prejuízos ao mercado de exportações e à produção agrícola (COSTA, 2008).

Além da dificuldade de exportação, dano indireto causado pela praga, os prejuízos causados refletem também no mercado interno. Ocorre a depreciação dos frutos para consumo “in natura” e industrialização, uma vez que as larvas causam a destruição da polpa das frutas, devido a sua alimentação (DUARTE et al., 2013; NAVA, 2019). Da mesma forma, a fêmea da mosca causa danos diretos ao produto final, já que, ao realizar a oviposição, causa uma punctura no fruto que favorece a entrada e o desenvolvimento de fungos causadores de podridões (NAVA; BOTTON, 2010). Dessa maneira, os frutos amadurecem precocemente e acabam caindo. Depois de completar o seu desenvolvimento no interior dos frutos, as larvas os abandonam e empupam no solo.

Esses tefritídeos são comumente encontrados em lavouras de laranja, manga, maçã e pêssigo, e no Brasil mais de 50% das perdas econômicas têm sido registrados em plantas das famílias Anacardiaceae, Myrtaceae, Passifloraceae e Sapotaceae (GARCIA, 2009; ZUCCHI; MORAES, 2021). Há destaque também para frutíferas hospedeiras pertencentes às famílias Rosaceae e Rutaceae (MALAVASI et al., 2000; ZUCCHI, 2007). Pode-se perceber que as moscas-das-frutas apresentam uma ampla variedade de hospedeiros, sejam nativos ou exóticos, e a sua ocorrência e distribuição geográfica está intimamente associada com a disponibilidade desses hospedeiros (MALAVASI et al., 2000; AGUIAR, 2012).

A disponibilidade de hospedeiros é o principal fator que possibilita o crescimento da população de tefritídeos e, por essa razão, é possível reconhecer épocas de maior pico populacional em função da paisagem agrícola (NASCIMENTO; CARVALHO, 2000). Portanto, o desenvolvimento das larvas se dá em um grande número de hospedeiros, sendo uma das razões para o sucesso dessas moscas e para que tenham obtido a designação de praga. Outras razões são o seu elevado potencial biótico e dificuldade de controle (COSTA, 2008).

O controle eficiente de populações de moscas-das-frutas requer a integração de vários métodos, sendo necessário o conhecimento prévio da bioecologia das populações infestantes, da fenologia e distribuição das plantas hospedeiras e dos inimigos naturais (BARROS et al., 2012). Os principais métodos disponíveis para a realização de Programas de Controle de Moscas-das-frutas são o controle químico, uso de iscas tóxicas com atrativo sexual, a técnica

do inseto estéril (TIE) e a realização de métodos culturais, como a remoção de frutos caídos ao solo e eliminação de plantas hospedeiras não destinadas à comercialização (MALAVASI, 2009). Entretanto, o controle biológico dessas moscas tem crescido, principalmente com o uso de parasitoides da família *Braconidae* (OVRUSKI et al, 2000), entre eles, o parasitoide nativo *Doryctobracon areolatus* Szépligeti (1911) (Hymenoptera: Braconidae), amplamente distribuído no Brasil (GARCIA; RICALDE, 2012; SANTOS, 2018; PARANHOS et al., 2020).

2.1.1. *Ceratitis capitata* Wiedemann (1824) (Diptera: Tephritidae)

O gênero *Ceratitis* é composto por cerca de 80 espécies, que ocorrem principalmente na África Tropical (DE MEYER, 2000). *C. capitata* se destaca entre as espécies de importância econômica do gênero, estando distribuída em todas as regiões tropicais e temperadas do mundo (URAMOTO, 2007; AGUIAR, 2012) e presente no continente Africano, Oriente Médio, na região do Mediterrâneo e países europeus adjacentes, Havaí, Austrália e Américas Central e do Sul (WHITE; ELSON-HARRIS, 1992; DE MEYER, 1998, 1999; MALACRIDA et al., 2007; DIAMANTIDIS et al., 2008; CAREY, 2011). Sua ocorrência só não foi registrada em regiões muito frias ou em países como México, Chile e Estados Unidos, onde programas de detecção e erradicação impedem o seu estabelecimento (MALAVASI, 2009).

Também denominada mosca-do-mediterrâneo ou moscamed, *C. capitata* é considerada a espécie mais nociva entre os tefritídeos, causando os maiores prejuízos à fruticultura, principalmente por ser a mais cosmopolita, invasora e polífaga de todas e devido a maior plasticidade fenotípica dessa espécie em relação à tolerância térmica (METCALF, 1995; MALAVASI, 2009).

Dentre as espécies hospedeiras de *C. capitata*, 40% estão concentradas em apenas cinco famílias botânicas, Rosaceae, Rutaceae, Solanaceae, Sapotaceae e Myrtaceae (LIQUIDO et al., 1991). A preferência por hospedeiros comumente varia entre países e entre regiões de um mesmo país (THOMAS et al., 2001), dependendo da sua disponibilidade. Há inclusive hospedeiros potenciais, que em condições controladas foram capazes de sustentar o ciclo larval da praga, mas cuja infestação ainda não foi observada no campo (ALUJA; MANGAN, 2008).

A mosca-do-mediterrâneo é a única espécie do gênero que ocorre no Brasil, e seu primeiro registro foi realizado por Von Ihering (1901), infestando plantas de citros no estado

de São Paulo. Atualmente, já foi relatada em todas as regiões brasileiras, inclusive em áreas urbanas, com exceção dos estados do Amapá e Amazonas, sendo importante economicamente para as regiões Sudeste e Nordeste (ZUCCHI; MORAES, 2021).

No Brasil a moscamed apresenta 115 espécies hospedeiras, distribuídas em 31 famílias. As principais famílias são Myrtaceae com 25, Rutaceae com 20, Rosaceae com 11, Anacardaceae com 07 e Sapotaceae com 07 espécies hospedeiras (ZUCCHI; MORAES, 2021). Os hospedeiros preferenciais pertencem às famílias Rutaceae, como laranja, tangerina e pomelo, Rubiaceae (café), Rosaceae, como pêssgo, ameixa e nectarina, e Combretaceae (chapéu-de-sol), sendo exóticos no país, assim como a praga (MALAVASI, 2009). Entretanto, como observado por Zucchi (2001), grande parte dos hospedeiros é nativa, indicando a alta capacidade de adaptação da praga aos nichos invadidos.

O controle de *C. capitata* é realizado principalmente através de pulverizações de inseticidas, em associação ou não com produtos à base de proteína, que atuam como fonte de alimento e para atração do inseto (SILVA et al., 2015). Mas devido ao desequilíbrio ecológico causado no ecossistema pelo controle químico, além das exigências de consumidores e países importadores por produtos livres de resíduos, programas de manejo da mosca-do-mediterrâneo têm incentivado o uso de medidas mais sustentáveis (ALVARENGA et al., 2006), como a utilização da técnica do inseto estéril (TIE) e o controle biológico, realizado principalmente através da produção e liberação de parasitoides em larga escala (PARRA et al., 2002; PARANHOS et al., 2008).

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

O controle populacional das moscas-das-frutas é tradicionalmente realizado através da utilização de iscas tóxicas associadas a inseticidas químicos, objetivando atrair e eliminar fêmeas adultas (SILVA et al., 2013). Entretanto, o uso excessivo de inseticidas pode ocasionar diversos prejuízos ambientais, incluindo danos à saúde humana, e vai contra a opinião dos consumidores locais e mercados importadores, que buscam produtos com maior valor nutritivo e ausência de resíduos tóxicos (CARVALHO et al., 2000; AGUIAR-MENEZES, 2003).

Uma das alternativas ao controle químico é o biológico, considerado uma estratégia eficiente e ambientalmente segura (DANTAS, 2019), e que foi definido por DeBach (1968) como a “ação de parasitoides, predadores e patógenos na manutenção da densidade de outro organismo a um nível mais baixo do que aquele que normalmente ocorreria nas suas

ausências”. Ao se tratar das moscas-das-frutas, já é comum em vários países a realização do controle biológico aplicado, que consiste na multiplicação de inimigos naturais em laboratórios para posteriores liberações em áreas agrícolas, principalmente fazendo-se uso de parasitoides (PARRA et al., 2002a; MARINHO et al., 2009; HEGAZI et al., 2012).

Os parasitoides pertencem majoritariamente à ordem Hymenoptera (GREATHEAD, 1986) e são caracterizados por serem menores ou de mesmo tamanho do seu hospedeiro, por possuírem adultos com vida livre e exigirem um indivíduo hospedeiro para completar seu ciclo de vida, obrigatoriamente impedindo que o mesmo complete o seu desenvolvimento (PARRA et al., 2002).

Segundo Ovruski et al. (2000) os parasitoides de dípteros frugívoros são classificados em três grupos distintos: endoparasitoides cenobiontes de ovos, como *Fopius arisanus* Sonan (1932) (Hymenoptera: Braconidae); endoparasitoides cenobiontes de larva, como os braconídeos das subfamílias Opiinae e Alysiinae; e ectoparasitoides e endoparasitoides idiobiontes de pupas, como os himenópteros das famílias Chalcididae, Pteromalidae e Diapriidae. Apesar de os parasitoides pupais terem sido os primeiros descritos e utilizados no controle de moscas-das-frutas (WHARTON, 1989), a sua utilização acabou se tornando obsoleta devido aos numerosos programas de controle biológico utilizando parasitoides de larva (SILVA, 2017). Os parasitoides larvais são também os mais frequentemente encontrados em levantamentos, e o conhecimento a respeito de parasitoides pupais é quase ausente (OVRUSKI; SCHLISERMAN, 2012; WHARTON; YODER, 2017).

De uma maneira geral, inicialmente esses parasitoides localizam seus hospedeiros por meio de voláteis secundários emitidos pelos frutos atacados (SEGURA et al., 2016). Uma vez próximo ao fruto, o parasitoide larval é capaz de identificar com as antenas a movimentação e vibrações produzidas pelo aparelho bucal das larvas, introduzindo o seu ovipositor no fruto e realizando a postura no interior da larva (LAWRENCE, 1981). Ovos fecundados podem dar origem tanto a machos quanto a fêmeas, já ovos não fecundados dão origem apenas a machos (CARVALHO et al., 2000).

O sucesso do parasitismo pode ser influenciado por características do próprio parasitoide e também do agroecossistema. Por exemplo, parasitoides com ovipositor mais curto são mais bem-sucedidos na ocorrência de frutos pequenos com casca menos espessa, já os parasitoides com ovipositor mais longo conseguem buscar as larvas em frutos maiores e/ou com diferentes espessuras, apresentando maior índice de parasitismo (SIVINSKI et al., 1997; SOUSA, 2018). No caso dos parasitoides de ovos a oviposição é facilitada, uma vez que são mais facilmente encontrados próximos à superfície dos frutos. O parasitismo é influenciado

também por fatores abióticos, como condições climáticas e impactos ambientais causados pelo uso de agrotóxicos.

No geral, apesar de se limitarem a hospedeiros da família Tephritidae, os parasitoides de moscas-das-frutas apresentam pouca especificidade, característica considerada desvantajosa para alguns autores (SILVA, 2017). Por outro lado, Canal e Zucchi (2000) consideram que as espécies de parasitoides que atacam vários hospedeiros devem ser priorizadas em programas de controle biológico, uma vez que podem ser utilizadas em várias culturas, com poucas limitações.

De acordo com Zucchi (2001), os parasitoides são os inimigos naturais mais efetivos e promissores no manejo de tefritídeos, havendo 140 espécies associadas a essas pragas no mundo, pertencentes às famílias Braconidae, Chalcididae, Diapriidae, Eulophidae e Pteromalidae (WHARTON; GILSTRAP, 1983). Os braconídeos são considerados os mais importantes inimigos naturais de moscas-das-frutas, sendo os mais frequentemente coletados também no Brasil, com destaque para as subfamílias Alysiinae e Opiinae, com os gêneros *Asobara* e *Doryctobracon*, *Opius* e *Utetes*, respectivamente (CANAL; ZUCCHI, 2000). No país há destaque também para os parasitoides das famílias Figitidae e Pteromalidae.

Entretanto, já foi observado que o uso exclusivo de parasitoides não é suficiente para manter populações de moscas-das-frutas controladas, devendo ser associado a outras medidas de controle, principalmente ao se tratar da mosca-do-mediterrâneo *C. capitata* (CANAL; ZUCCHI, 2000; AGUIAR-MENEZES, 2003). Isso ocorre, pois nas condições tropicais da América do Sul, *C. capitata* pode apresentar de 9 a 11 gerações ao ano, o que, em associação com sua intensa polifagia (115 espécies hospedeiras apenas no Brasil), elevado potencial de reprodução e alta habilidade de dispersão, a torna capaz de encontrar hospedeiros que possibilitam a sua sobrevivência durante todo o ano, consistindo no fenômeno denominado sucessão hospedeira (ZUCCHI, 2000; GALLO et al., 2002; SOUSA, 2018; ZUCCHI; MORAES, 2021).

Deve-se considerar também que o estágio pupal de *C. capitata* e outras moscas-das-frutas de importância econômica se dá no solo, não havendo manejo cultural específico para o controle dessa fase no campo (NAVA; BOTTON, 2010; SILVA, 2017). Além disso, a maioria dos parasitoides utilizados no controle é larval (OVRUSKI; SCHLISERMAN, 2012; WHARTON; YODER, 2017), o que também favorece a ocorrência de reinfestações através daquelas larvas que escapam do parasitismo e conseguem penetrar no solo e completar seu desenvolvimento sem a interferência de inimigos naturais.

Dessa forma, o controle biológico pode ser mais eficiente se utilizar diferentes agentes para cada estágio do ciclo da praga (PARANHOS et al., 2019), incluindo o momento em que a larva sai do fruto para empupar, uma vez que ela fica exposta a inimigos naturais presentes no solo, como entomopatógenos ou predadores terrestres, que podem tornar o ambiente desfavorável e dificultar a sua sobrevivência (SILVA et al., 2013).

2.3. Atuação dos predadores

O controle biológico de pragas é uma das várias táticas de controle incluídas no Manejo Integrado de Pragas (MIP), e consiste na liberação, incremento e/ou conservação de inimigos naturais que atuam na mortalidade dessas pragas, mantendo a sua densidade populacional em níveis mais baixos, que não causam danos econômicos (YAMAMOTO; BASSANEZI, 2003; OLIVEIRA; ÁVILA, 2010). Esses inimigos naturais podem ser entomopatógenos, parasitoides ou predadores, sendo que os predadores se destacam por serem de vida livre, normalmente maiores que suas presas e por requererem o consumo de mais de um indivíduo para satisfazer suas demandas fisiológicas e completar o seu ciclo biológico (VIVAN et al., 2002; OLIVEIRA et. al, 2010; GANJISAFFAR; PERRING, 2015).

Os predadores pertencentes à classe Insecta são numerosos, havendo espécies representantes em 22 ordens, mas com destaque para Coleoptera, Neuroptera, Hymenoptera, Diptera e Dermaptera (CARMO, 2018). Os insetos predadores são considerados a principal força de regulação na dinâmica de populações de muitas espécies de pragas, sendo encontrados em habitats naturais e agrícolas e fazendo parte de várias cadeias alimentares (PARRA, 2002; MORAIS et al., 2006; PEDIGO; RICE, 2014).

Alguns insetos são predadores apenas quando imaturos, consumindo alimentos alternativos na fase adulta, e outros são predadores obrigatórios durante toda a vida (METCALF; LUCKMANN, 1994). Além disso, alguns são especializados, se alimentando de apenas uma ou de poucas espécies de presas, enquanto a maioria é generalista, se alimentando de uma ampla variedade de espécies (BASTOS; TORRES, 2006).

A presença do alimento influencia diretamente a distribuição, abundância e atuação dos predadores no ambiente, afetando processos de fecundidade, longevidade, velocidade de desenvolvimento e comportamento (ZANUNCIO et al., 1991). Desse modo, quando em situação de abundância de alimento, os predadores priorizam as suas funções reprodutivas, e conforme ocorre a redução desse alimento, a sua reprodução diminui, havendo a priorização da sobrevivência (MURDOCH, 1966). A compreensão da dinâmica entre as populações de

um mesmo agroecossistema, com destaque para as interações predador-presa, é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de manejo de insetos-praga (JALALI et al., 2010).

Ao se tratar das moscas-das-frutas, o período pupal se passa no solo, após a saída da larva de último instar do fruto infestado, tendo ele caído ou não ao chão (MELE et al., 2009). Quando ainda dentro do fruto, as larvas ficam protegidas dos predadores, mas ao sair, e principalmente ao permanecer na superfície do solo, correm riscos de predação (ALUJA et al., 2005). Portanto, são os estágios que habitam o solo, sendo larva, pupa e adulto recém-emergido, que são expostos a predadores e fatores abióticos que contribuem com a sua redução populacional (WHARTON et al., 1981; ALUJA et al., 1990), e quanto mais rápido a larva penetrar no solo, maiores suas chances de sobrevivência. A penetração da larva, por sua vez, é bastante influenciada pelas condições climáticas, propriedades físicas do solo e tipo de vegetação (ALUJA et al., 2005).

De acordo com Bateman (1972), a mortalidade causada por predadores é significativa e importante para regular a densidade de moscas-das-frutas, especialmente daquelas que apresentam um período pupal mais longo. O mesmo autor relata que as formigas se destacam entre os predadores de solo, pois já foram observadas carregando larvas, pupas e adultos recém-emergidos dessas moscas, incluindo as da mosca-do-mediterrâneo, *C. capitata*.

Entretanto, enquanto os estudos sobre a atuação de parasitoides de *C. capitata* ocorrem a mais de um século e são muito numerosos, os estudos sobre predadores são ainda muito limitados. As informações sobre predadores de moscas-das-frutas no Brasil são ainda mais escassas (CALORE et al., 2013). Inclusive, poucas das espécies predadoras nativas do Brasil, mesmo as cuja efetividade no controle de pragas já foi evidenciada, são utilizadas em programas de controle biológico, havendo um grande déficit no conhecimento sobre taxonomia, biologia, ecologia, técnicas de liberação e de manejo desses inimigos naturais (CARVALHO; SOUZA, 2002).

Além do grande potencial das formigas como predadoras de moscas-das-frutas, Bateman (1972) também observou besouros das famílias Staphylinidae e Carabidae, e insetos pertencentes à Chrysopidae, Pentatomidae e Dermaptera como predadores de larvas e pupas de tefritídeos. Atualmente, os dermápteros são considerados importantes agentes de controle biológico, uma vez que são predadores vorazes, com alta capacidade de ataque e porque apresentam alta capacidade predatória sobre diversas presas (COSTA et al., 2007). Dentre essas presas, há destaque para ovos e fases imaturas de insetos pragas pertencentes às ordens Lepidoptera, Hemiptera, Coleoptera e Diptera (LEMOS, 1997; SILVA et al., 2009 a,b,c; COSTA et al., 2010).

Os dermápteros são caracterizados também por serem insetos terrestres de hábitos noturnos, que se escondem em locais escuros e úmidos durante o dia e durante a noite ficam ativos, se deslocando com a extremidade do abdômen voltada para cima (LACERDA, 2020). São insetos onívoros, capazes, portanto, de se alimentar de materiais de origem vegetal e animal. Entretanto, a maioria das espécies de tesourinhas é considerada predadora generalista, atuando como um importante agente de controle natural de pragas agrícolas, principalmente àquelas que se encontram protegidas em partes vegetais, uma vez que as tesourinhas buscam abrigo nesses locais e acabam encontrando-as (TORRES et al., 2009; CAMPOS et al., 2011).

2.4. *Euborellia annulipes* Lucas (1847)

Os insetos da ordem Dermaptera são caracterizados por possuírem cercos fortemente esclerotizados em forma de pinças, que auxiliam na defesa, no ataque e também na aproximação do casal no momento da cópula (GUIMARÃES et al, 1992). Por essa razão, são popularmente conhecidos como tesourinhas, e durante muitos anos foram erroneamente considerados nocivos à saúde humana (FULTON, 1924; LEMELIN et al., 2016). Entretanto, hoje são considerados importantes agentes de controle biológico.

A ordem Dermaptera ainda é pouco estudada, mas é representada por insetos cosmopolitas que são divididos em 11 famílias, havendo aproximadamente 2000 espécies de tesourinhas em todo o mundo, sendo a maioria de origem tropical (KOCAREK et al., 2013; HAAS, 2018; HAAS, 2019). O ciclo de vida dos dermápteros pode variar de 100 a 300 dias e suas posturas podem apresentar de 30 a 50 ovos, depositados em locais úmidos e escuros (REN et al., 2019). O cuidado maternal é um comportamento natural presente nos dermápteros que é importante para o sucesso da espécie, uma vez que garante a eclosão ao proteger os ovos de predadores e patógenos (WONG; KÖLLIKER, 2012; BOOS et al., 2014; JACOBS; STIGALL; 2019).

Além dos cercos, que permitem o dimorfismo sexual em várias espécies, as tesourinhas são caracterizadas por possuírem o corpo achatado e telescópico, com asas posteriores membranosas que se escondem embaixo das curtas asas anteriores do tipo tégmina (HAAS et al., 2000; KOCAREK et al., 2013). Entretanto, existem representantes ápteros que são incluídos na família Anisolabididae, com aproximadamente 32 espécies distribuídas em 10 gêneros em todo o mundo (MATZKE; KOCAREK, 2015; HAAS, 2019).

A tesourinha *E. annulipes* é o principal representante da família Anisolabididae, considerada uma das espécies de Dermaptera com maior distribuição mundial, sendo a única

cosmopolita do gênero *Euborellia* (KOPPENHOFER, 1995; KOCAREK et al., 2015). Presente em regiões de clima tropical e temperado, essa tesourinha apresenta uma provável origem europeia e foi relatada pela primeira vez no Brasil por Moreira, em 1930. Apresenta coloração escura, suas antenas apresentam artículos distais brancos, fêmures amarelados com faixa mediana castanha, pronoto mais longo que largo e fórceps curtos, assimétricos nos machos, onde o direito se curva para dentro (ARAÚJO, 2019). As ninfas são muito semelhantes aos adultos, podendo ser diferenciadas pelo número de segmentos antenais (GUIMARÃES et al., 1992).

Segundo Bharadwaj (1966), a oviposição de *E. annulipes* normalmente ocorre durante a noite, depositando em média 53 ovos por postura, sendo que algumas fêmeas podem realizar até quatro posturas em noites sucessivas. As posturas são realizadas preferencialmente em locais úmidos, seja em partes vegetais ou no solo (SILVA, 2017), e as fêmeas se posicionam ao redor ou sobre os ovos, manipulando-os com as mandíbulas em movimentos rápidos e predando aqueles que são, teoricamente, inférteis (LEMOS, 1998). Drankin et al. (1995) observaram que as fêmeas protegem também as ninfas de primeiro instar, e, quando removidas da postura no dia da oviposição, há uma grande redução no número de ovos viáveis.

A manipulação dos ovos pela fêmea é interpretada como uma forma de limpeza, evitando que sejam atacados por fungos ou ácaros (BHARADWAJ, 1966; KNABKE; GRIGARICK, 1971). Em temperaturas de 20 a 29°C o período de incubação dos ovos é de 6 a 7 dias, sendo que a tesourinha apresenta cinco estádios ninfais nessas condições, cuja duração total é de aproximadamente 63 dias (BHARADWAJ, 1966; SILVA et al., 2009).

A intensa polifagia, ampla distribuição geográfica, alta capacidade de predação de um grande número de presas e facilidade de criação dessa espécie em laboratório com dietas artificiais propiciam um elevado potencial de uso em programas de controle biológico de diversos insetos-praga (SILVA et al., 2018; ARAÚJO, 2019). Além disso, por ser um predador generalista e onívoro, é capaz de sobreviver na ausência da praga principal, se alimentando de outros insetos ou alternando entre diferentes níveis tróficos, e manter-se na área agrícola por um maior período de tempo (SYMONDSON et al., 2002; HODEK et al., 2012). A ausência de asas e grande agilidade também favorecem a permanência e atuação dessa tesourinha nos agroecossistemas (NUNES, 2020).

Há vários estudos que comprovam a capacidade de predação de *E. annulipes* sobre Lepidoptera, como em lagartas e pupas de *D. saccharalis* (RAMAMURTHI et al, 1980), ovos e lagartas de *S. frugiperda* (SILVA et al., 2009) e lagartas de *Plutella xylostella* Linnaeus

(1758) (Lepidoptera: Plutellidae), a traça-das-crucíferas (SILVA et al., 2009; NUNES et al., 2018, 2019a; RANA et al., 2019). Há também estudos que demonstram o seu potencial predador sobre larvas e pupas do gorgulho *A. grandis* (RAMALHO; WANDERLEY, 1996), sobre pulgões (SILVA et al. 2010a; SILVA et al., 2010b; MIRANDA et al., 2012), moscas domésticas (TANGKAWANIT et al., 2021) e ácaros hematófagos (GUIMARÃES et al., 1992).

No Brasil, a associação de *E. annulipes* com *S. frugiperda* (SILVA, 2006) e com *Anagasta kuehniella* Zeller (1879) (Lepidoptera: Pyralidae) (PINTO et al., 2005) já foi confirmada em laboratório. Em campo foi observada a associação com o bicudo-do-algodoeiro *A. grandis* (RAMALHO; WANDERLEY, 1996) e em granjas a associação com o ácaro parasita de aves *Dermanyssus gallinae* DeGeer (1778) (Mesostigmata: Dermanyssidae) (GUIMARÃES et al., 1992). Essa tesourinha está relacionada a culturas agrícolas de importância econômica no país, como a cana-de-açúcar, algodão e milho, além de ser encontrada em plantios de hortaliças (NEGM; HENSLEY, 1972; RAMALHO, 1994; COCCO, 2019; RANA, 2019). Entretanto, ainda não há programas de controle biológico aplicado que façam uso de *E. annulipes*.

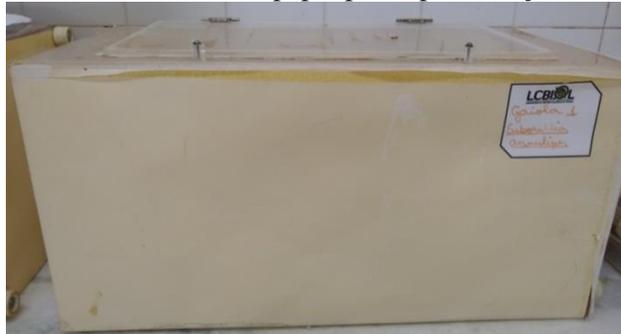
3. MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram conduzidos nas instalações do Laboratório de Controle Biológico (LCBIOL), localizado no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (DEN/UFLA), em Lavras, Minas Gerais.

3.1. *Euborellia annulipes*: obtenção e criação

A criação do predador *E. annulipes* teve início com a coleta de cerca de 70 indivíduos provenientes de amostras de frutos obtidos no solo do pomar do Campus Experimental da Universidade Federal de Lavras, localizada no município de Lavras, MG (longitude = 44° 58' 56" W; latitude = 21° 13' 50" S; altitude = 908 m). Os insetos foram identificados através da chave de identificação morfológica proposta por Brindle (1979) e mantidos em caixas de acrílico retangulares e transparentes (22,5 x 15 x 6 cm) nas instalações do LCBIOL, sob condições controladas de temperatura (25 ± 2 °C), umidade relativa ($50 \pm 10\%$) e fotofase (12 h) (FIGURA 3.1). As caixas foram revestidas com papel pardo, protegendo os insetos contra a incidência de luz e favorecendo a sua adaptação.

Figura 3.1: Gaiola revestida com papel pardo para criação de *E. annulipes*.



Fonte: Do autor (2021).

O fundo da caixa foi revestido com papelão e papelão sanfonado enrolado foi distribuído no seu interior, visando facilitar o caminhamento das tesourinhas e proporcionar abrigo artificial, respectivamente. Canudos de polipropileno semitransparente (100 mm de comprimento e 8 mm de diâmetro) fechados em uma das extremidades com algodão foram adicionados como substrato de oviposição. A manutenção das caixas foi realizada semanalmente, mantendo-as sempre em condições assépticas, e consistiu na limpeza do fundo das caixas, reposição dos alimentos, umidificação dos algodões dos abrigos artificiais e/ou inserção de novos abrigos.

Tanto os adultos quanto as ninfas de *E. annulipes* foram alimentados com 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 sórbido, triturados e homogeneizados em liquidificador. Quando da ocorrência de posturas, os ovos foram removidos, juntamente com as fêmeas, para um novo recipiente contendo dieta, abrigo artificial e chumaço de algodão umedecido com água destilada, onde foram mantidos juntos por até três dias após a eclosão das ninfas. Após este período, as fêmeas foram devolvidas à caixa de criação de adultos e as ninfas foram mantidas separadas até a emergência dos adultos.

3.2. *Ceratitis capitata*: obtenção e criação

Os espécimes de *C. capitata* foram obtidos através de colônias estabelecidas no Laboratório de Patologia e Controle Microbiano de Insetos, localizados no Departamento de Entomologia da UFLA. Para manutenção e multiplicação das colônias, utilizaram-se gaiolas de acrílico retangulares e transparentes ($22,5 \times 15 \times 6$ cm), com uma das faces revestida com tecido voil, permitindo que a fêmea introduza o ovipositor para deposição de ovos. A face superior da gaiola apresentava tecido em forma de manga como abertura para a manipulação das moscas. No interior das gaiolas foram adicionadas duas garrafas plásticas (250 ml) contendo água deionizada e fita absorvente (Spontex®), que servem como bebedouro para os insetos adultos. Foram adicionadas também três placas de Petri (9 × 1,5 cm), duas contendo dieta artificial para adultos (4 partes de açúcar para 1 de levedura de cerveja) e uma contendo esponja com solução de mel a 30%, como fonte de proteína (FIGURA 3.2). Lâmpadas de luz fria com ciclo de 12 horas foram colocadas nas laterais para estimular a oviposição.

Figura 3.2: Gaiola para criação de adultos e recipientes de coleta de ovos de *C. capitata*.



Fonte: Do autor (2021).

A manutenção da criação foi realizada diariamente. Os ovos depositados pelas fêmeas caem por gravidade em recipientes plásticos com água, localizados próximas à gaiola. Esses ovos foram coletados a cada 24 h em béquer (2 L) e retirados da água após a decantação com o auxílio de uma pipeta. Em seguida, 0,5 ml de ovos foram distribuídos sobre 250 g de uma dieta artificial para larvas, em recipientes plásticos cobertos com papel alumínio. O recipiente contendo a dieta inoculada foi colocado de um recipiente plástico maior (1000 ml), com tampa com abertura superior fechada por voil, permitindo aeração, e vedado com filme plástico. A dieta utilizada é adaptada de Albajes e Santiago-Álvarez (1980) (TABELA 3.1).

Tabela 3.1: Composição da dieta artificial fornecida para larvas de *C. capitata*.

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

Fonte: Albajes e Santiago-Álvarez (1980).

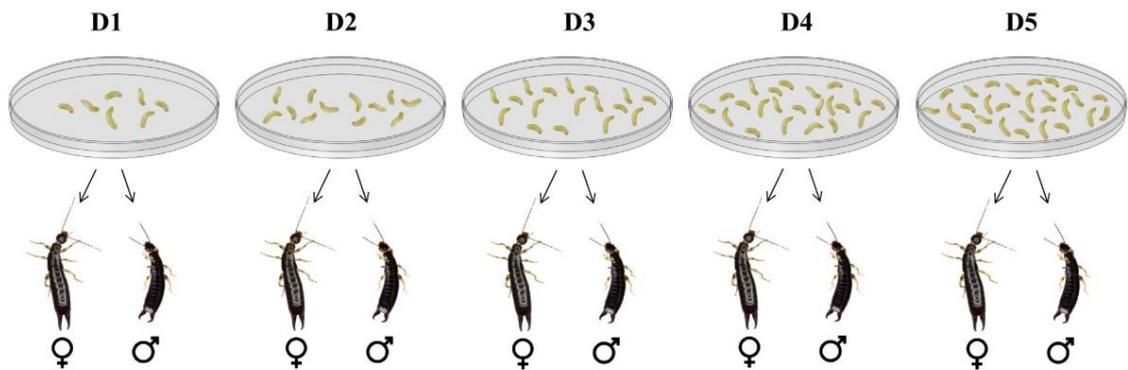
As larvas eclodidas desenvolveram-se na dieta artificial, e ao alcançar seu máximo desenvolvimento (terceiro instar) saltaram da dieta para o fundo do recipiente, havendo a formação das pupas. As pupas formadas foram recolhidas e acondicionadas às novas gaiolas de adultos, para início de uma nova geração ou ciclo de produção. Novas gaiolas de adultos foram montadas semanalmente.

3.3. Resposta funcional de *Euborellia annulipes* sobre larvas de *Ceratitis capitata*

O experimento de resposta funcional consistiu no fornecimento de cinco diferentes densidades (7, 12, 17, 22 e 27) de larvas de terceiro instar de *C. capitata* a machos e fêmeas de *E. annulipes*, separadamente (FIGURA 3.3). Tesourinhas adultas recém-emergidas, com 24 a 72 h de idade, foram mantidas sem alimento por 24 h e então individualizadas em potes plásticos (500 ml). Nestes potes as presas foram oferecidas em formas de papel (3 × 2,5 cm) nas referidas densidades, juntamente com uma pequena quantidade de dieta artificial, garantindo a nutrição das mesmas até o momento da predação. Foram então registrados os

números de presas atacadas, sendo mortas e não consumidas, mortas consumidas totalmente e mortas consumidas parcialmente, 24 horas após a exposição aos predadores. Foram realizadas 20 repetições para cada densidade e também por sexo do predador, sendo cada tesourinha uma repetição.

Figura 3.3: Representação das densidades de presas fornecidas aos predadores.



Legenda: na imagem, D1=7, D2=12, D3=17, D4=22 e D5=27 larvas de terceiro instar. Fonte: Do autor (2021).

3.4. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental realizado foi do tipo inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos para fêmeas e machos de *E. annulipes*, consistindo nas cinco densidades de presas utilizadas. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial considerando a resposta funcional de *E. annulipes* em função das densidades de *C. capitata*. As análises estatísticas foram realizadas por meio do Software R (R CORE TEAM, 2019), utilizando o pacote “frair” (PRITCHARD et al., 2017).

O tipo de resposta funcional foi determinado através da função *frair_fit*, que utiliza a estimativa de máxima verossimilhança para obter as estimativas de modelos não lineares. Para o modelo de resposta tipo II foi usada a equação de predador aleatório de Rogers (ROGERS, 1972), dada por:

$$N_e = N_0 \times (1 - \exp [a (h \times N_e - T)])$$

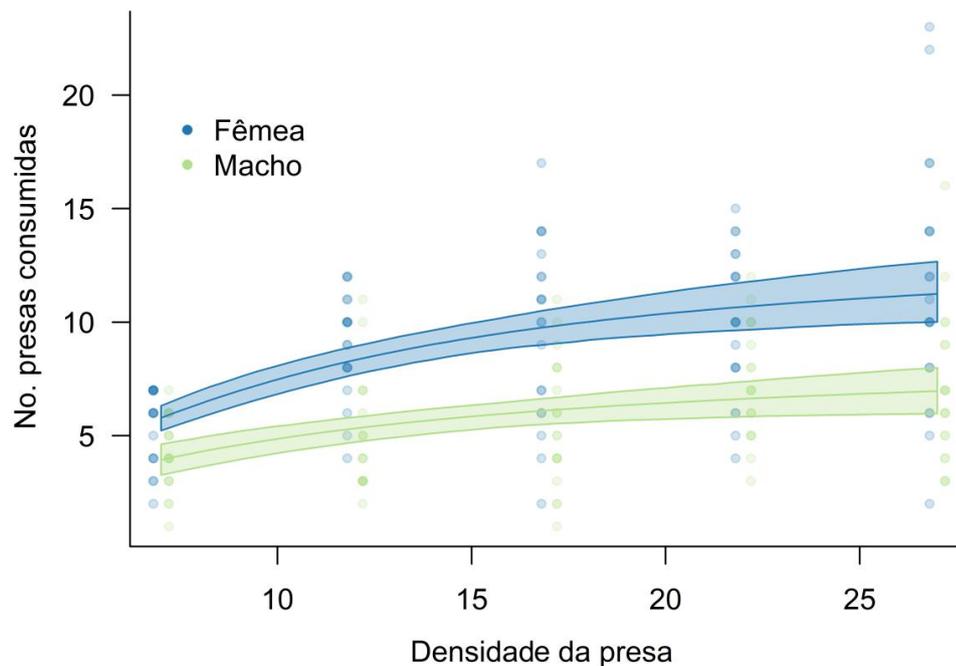
Onde, N_e é o número de presas consumidas; N_0 é o número de presas ofertadas; a é a taxa de ataque; h é o tempo de procura e manuseio e T o tempo de exposição do predador a presa (24h). Os parâmetros taxa de ataque (a) e tempo de procura e manuseio (h) foram estimados utilizando o método de Nelder-mead. Os limites de confiança (95% CIs), determinados para as diferenças entre a taxa de ataque (a) e o tempo de procura e manuseio

(h) para o macho e a fêmea de *E. annulipes*, foram gerados por bootstrapping não paramétricos utilizando a função “*frair_boot*”. Os parâmetros com CIs não sobrepostos são considerados significativamente diferentes. O comportamento predatório (presas mortas e não consumidas e presas consumidas parcialmente) foi analisado por modelos lineares generalizados com distribuição quasibinomial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de larvas de *C. capitata* consumidas por machos e fêmeas de *E. annulipes* cresceu com o aumento da densidade de presas, havendo uma desaceleração deste crescimento e consequente estabilidade da curva de consumo, o que caracteriza uma resposta funcional do tipo II (FIGURA 4.1). O valor significativamente negativo do coeficiente linear da regressão logística corrobora com essa análise visual e sugere fortemente uma resposta funcional do tipo II para ambos os sexos do predador (ROGERS, 1972) (TABELA 4.1). A estabilidade da curva de consumo ocorre quando todo o tempo disponível para o predador é gasto manuseando a presa, ou seja, o número de larvas de *C. capitata* mortas é limitado pelo próprio tempo de manuseio do predador, e não pela disponibilidade da presa.

Figura 4.1: Curvas de resposta funcional apresentadas por fêmeas e machos de *E. annulipes*.



Fonte: Do autor (2021).

Tabela 4.1: Estimativas dos coeficientes do modelo da resposta funcional tipo II.

	Sexo do predador	
	Fêmea	Macho
Estimativa	-0.0851826	-0.0576133
Erro Padrão	0.0082528	0.0080061
z valor	-10.322	-7.1962
Pr (z)	< 0,001	< 0,001

Fonte: Do autor (2021).

A resposta funcional tipo II é comumente apresentada por predadores em programas de controle biológico bem-sucedidos, sendo associada a dinâmicas predador-presa instáveis (MURDOCH; OATEN, 1975; VAN LENTEREN; BAKKER, 1975), já que o predador é capaz de consumir a maior parte das presas disponíveis em baixas densidades, havendo risco de extinção das mesmas (DUARTE et al., 2021). Essa dinâmica comumente leva a associação de predadores com esse tipo de resposta funcional a programas de controle biológico inundativos, visando uma redução populacional direta da praga (VAN LENTEREN, 2012). Predadores generalistas, como a tesourinha *E. annulipes*, são favorecidos nessas condições, já que, mesmo com a eliminação de determinada praga-alvo, são capazes de se alimentar de outras presas e permanecer na área.

O parasitoide larval *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead (1905) (Hymenoptera: Braconidae), liberado em diversos países para o controle de diferentes espécies de moscas-das-frutas, e considerado o principal agente de biocontrole de *C. capitata*, também apresenta uma resposta tipo II sobre larvas de segundo e terceiro instar da espécie (HARBI, 2018).

A resposta funcional de fêmeas de *E. annulipes* já foi estudada anteriormente sobre outras pragas de importância econômica. Nunes et al. (2019) avaliaram a atuação dessa tesourinha sobre larvas e pupas da traça-das-crucíferas *P. xylostella*, onde uma resposta tipo II foi obtida para ambos os estágios de desenvolvimento. Nunes et al. (2019a) também obtiveram uma resposta funcional tipo II para fêmeas de *E. annulipes* expostas as larvas da broca da cana-de-açúcar, *D. saccharalis*. *E. annulipes* foi considerada uma predadora eficiente no controle de imaturos das duas espécies analisadas.

O consumo médio apresentado pelas fêmeas foi superior ao dos machos para todas as densidades (7, 12, 17, 22 e 27) de larvas de 3º instar de *C. capitata* avaliadas (TABELA 4.2). O menor consumo apresentado pelas fêmeas se deu na densidade de 7 larvas, com média de 5,6 larvas consumidas diariamente. Já o maior consumo das fêmeas ocorreu na densidade de 27 larvas, onde foi observado consumo médio de 11,6 larvas por dia. Os machos apresentaram o menor consumo na densidade de 7 larvas, com média de 4,2, e o maior consumo na densidade de 22 larvas, com média de 7,3 larvas consumidas diariamente.

As fêmeas de *E. annulipes* são mais vorazes e ativas do que os machos, pois apresentam uma necessidade nutricional diferenciada, necessária para a reprodução. Além disso, as fêmeas da espécie apresentam um tamanho corporal maior do que o dos machos (LIMA, 2020), necessitando consumir uma maior quantidade de alimento para atender às suas necessidades.

Tabela 4.2: Número médio de larvas consumidas pelo predador nas diferentes densidades.

Densidade de presas	Média de presas consumidas (Média ± EP)	
	Fêmea	Macho
7	5,6 ± 0,39a	4,2 ± 0,34b
12	9,0 ± 0,64a	4,9 ± 0,47b
17	9,8 ± 0,84a	5,7 ± 0,64b
22	10,0 ± 0,68a	7,3 ± 0,58b
27	11,6 ± 1,09a	7,0 ± 0,84b

Fonte: Do autor (2021).

Os parâmetros da resposta funcional, taxa de ataque (a) e tempo de manuseio (h), foram estimados em $3,044.\text{dia}^{-1}$ e 0,073 dias, $1,521.\text{dia}^{-1}$ e 0,115 dias para fêmeas e machos, respectivamente (TABELA 4.3). A taxa de ataque representa o número máximo de presas que podem ser atacadas pelo predador por período de tempo, e determina a inclinação da curva de resposta funcional. Já o tempo de manuseio é o período, em dias, que o predador leva para atacar, matar e consumir a presa, determinando a altura da curva. Dessa maneira, quanto maior a taxa de ataque e menor o tempo de manuseio, mais eficiente seria a atuação do predador sobre determinada presa. Entretanto, no caso da tesourinha *E. annulipes*, não houve diferença significativa nesses parâmetros entre machos e fêmeas. Calculou-se ainda a taxa máxima de ataque (T/h), sendo T o tempo de duração do experimento (1 dia). As fêmeas apresentaram taxa máxima de ataque de 13,70 larvas e os machos taxa máxima de 8,67 larvas.

Tabela 4.3: Parâmetros da resposta funcional estimados a partir da análise de regressão não linear.

Sexo do predador	Parâmetros	Estimativa	Intervalos de confiança (Cis)
Fêmea	a	3,044	1,956 – 4,824
	h	0,073	0,055 – 0,088
	T/h	13,663	11,417 – 18,265
Macho	a	1,521	0,839 – 3,216
	h	0,115	0,077 – 0,149
	T/h	8,664	6,707 – 12,979

Fonte: Do autor (2021).

A resposta funcional de três artrópodes sobre os diferentes estágios de desenvolvimento de *C. capitata* já foi estudada por Monzó, em condições laboratoriais semelhantes (TABELA 4.4). A tesourinha *Forficula auricularia* Linnaeus (1758)

(Dermaptera: Forficulidae) foi avaliada sobre larvas de terceiro instar, apresentando resposta funcional tipo II. A taxa de ataque média de machos e fêmeas foi de $0,29.\text{dia}^{-1}$ e o tempo de manuseio de 0,06 dias (MONZÓ, et al., 2007). *Pardosa cribata* Simon (1883) (Araneae: Lycosidae) também apresentou resposta de tipo II sobre adultos da mosca-do-mediterrâneo, com taxa de ataque de $0,771.\text{dia}^{-1}$ e tempo de manuseio de 0,051 dias (MONZÓ et al., 2008).

Tabela 4.4: Artrópodes avaliados por Monzó em testes de resposta funcional sobre *C. capitata*.

Predador	Classe	Ordem/ Família	Resposta funcional
Forficula auricularia	Insecta	Dermaptera/ Forficulidae	Tipo II
Pardosa cribata	Arachnida	Araneae/ Lycosidae	Tipo II
Pseudophorus rufipes	Insecta	Coleoptera/ Carabidae	Tipo II

Fonte: Do autor (2021).

A resposta funcional de *Pseudophonus rufipes* DeGeer (1774) (Coleoptera: Carabidae) foi avaliada também por Monzó e colaboradores (2011) para larvas de terceiro instar, pupas e adultos de *C. capitata*, apresentando uma resposta de tipo II para os três estágios. Esse besouro predador apresentou maior voracidade ao se alimentar de pupas e larvas de terceiro instar, com taxas de ataque de 3,07 e $0,855.\text{dia}^{-1}$ e tempos de manuseio de 0,048 e 0,044 dias, respectivamente. Todos os artrópodes foram considerados predadores eficientes dos estágios de *C. capitata* nos quais foram avaliados.

Ao comparar o valor dos parâmetros obtidos para *E. annulipes* com os outros três predadores, é possível considerar essa espécie a segunda predadora mais eficiente de *C. capitata*, apresentando taxa de ataque inferior e tempo de manuseio superior aos apresentados por *P. rufipes* sobre pupas. Entretanto, pode ser considerada a mais eficiente no controle de larvas de terceiro instar, apresentando a maior taxa de ataque (TABELA 4.5).

Tabela 4.5: Taxa de ataque (a) e tempo de manuseio (h) de predadores sobre *C. capitata*.

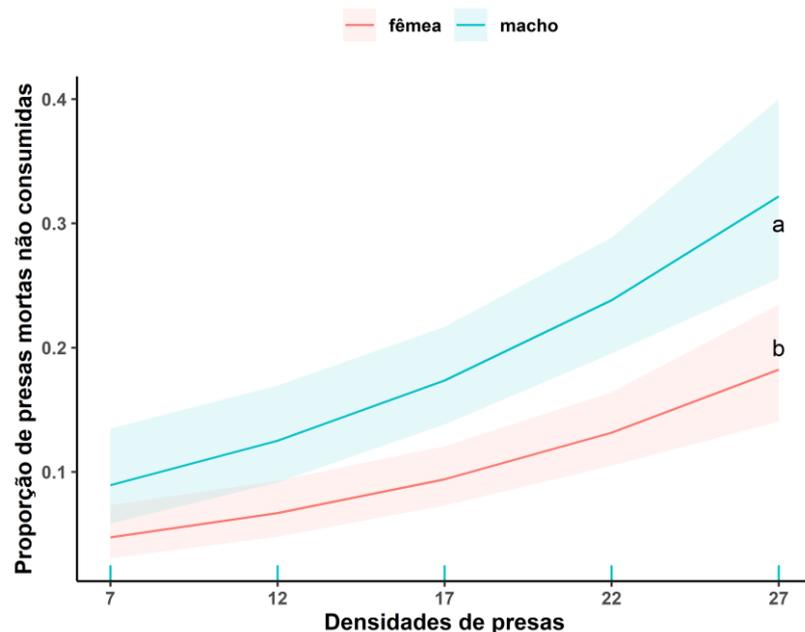
Predador	Estágio de <i>C. capitata</i>	a	h	T/h	Referência
Euborellia annulipes (fêmeas)	Larvas 3º instar	3,044	0,073	13,661	-
Euborellia annulipes (machos)	Larvas 3º instar	1,521	0,115	8,666	-
Forficula auricularia	Larvas 3º instar	0,296	0,065	15,385	Monzó et al., 2007
Pardosa cribata	Adultos	0,771	0,051	19,608	Monzó et al., 2008
Pseudophorus rufipes	Larvas 3º instar	0,855	0,044	22,727	Monzó et al., 2011
Pseudophorus rufipes	Pupas	3,070	0,048	20,833	Monzó et al., 2011

Fonte: Do autor (2021).

O comportamento predatório de machos e fêmeas foi avaliado através dos dados de presas consumidas parcialmente e presas mortas não consumidas. Foi possível observar que os machos mataram e não consumiram suas presas em média 17,36% das vezes, contra 9,41% das fêmeas (GLM; $\chi^2 = 15,739$, d. f. = 1, $p < 0,001$) (FIGURA 4.2). Desse modo, para cada unidade de presa aumentada, há um incremento estimado em 7% (GLM; $t = 5,25$, $p < 0,001$) do número de presas mortas e não consumidas por machos de *E. annulipes*, indicando que o comportamento predatório de matar e não consumir suas presas persiste em maiores densidades. Embora machos eliminem menos presas que fêmeas ainda há respaldo para a sua utilização como agente de biocontrole de moscas-das-frutas, visto que mesmo quando já saciados, os machos continuam realizando o controle dessas larvas em uma porcentagem significativamente superior à das fêmeas. Quanto ao número de presas consumidas parcialmente, não houve diferença comportamental entre machos e fêmeas do predador (GLM; $\chi^2 = 1,2074$, d. f. = 1, $p = 0,271839$) (FIGURA 4.3).

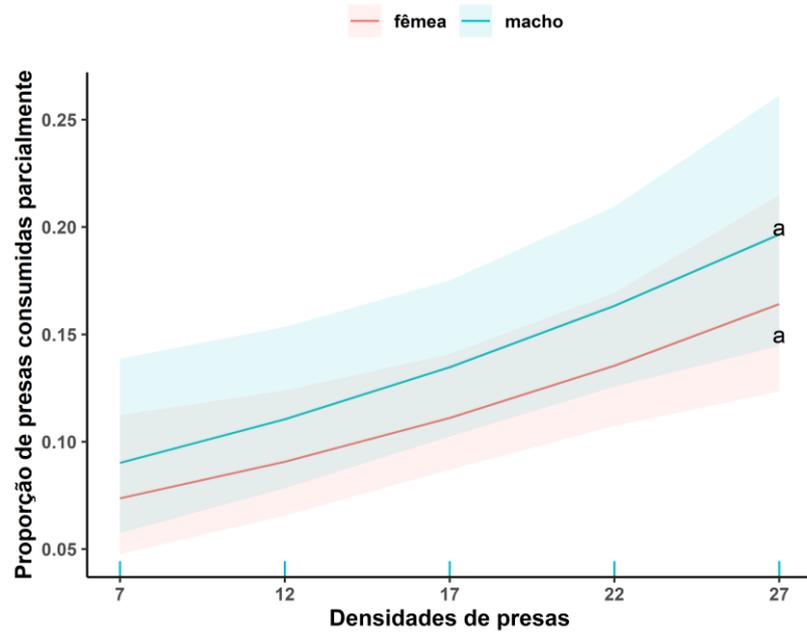
Os resultados obtidos sugerem o potencial da tesourinha *E. annulipes* como agente de controle biológico da mosca-do-mediterrâneo, mas são necessários estudos em condições laboratoriais mais complexas e em campo, pois a resposta funcional pode variar em função de diversos fatores, sejam bióticos ou abióticos. Essa variação foi observada no trabalho desenvolvido por Nunes (2019b), onde a resposta funcional de ninfas de *E. annulipes* sobre larvas de *P. xylostella* alterou do tipo II para o tipo III ao serem fornecidas larvas previamente infectadas por entomopatógenos.

Figura 4.2: Proporção de presas mortas e não consumidas por fêmeas e machos.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 4.3: Proporção de presas consumidas parcialmente por fêmeas e machos.



Fonte: Do autor (2021).

5. CONCLUSÕES

Fêmeas e machos de *E. annulipes* apresentaram resposta funcional do tipo II sobre larvas de terceiro instar de *C. capitata*. As fêmeas da tesourinha apresentaram as maiores médias de consumo em todas as densidades avaliadas, enquanto os machos se destacaram com o comportamento predatório de matar e não consumir suas presas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, W. M. M. **Moscas-das-frutas (Dip.:Tephritidae) de importância econômica no Estado da Bahia – biodiversidade e perfil do consumidor de manga no mercado interno.** 2012. 84 p. Tese (Mestrado) - UFBR, Cruz das Almas, 2012.
- AGUIAR-MENEZES, E. L. Controle biológico de pragas: princípios e estratégias de aplicação em ecossistemas agrícolas. **Embrapa Agrobiologia**, Seropédica, v. 164, 44 p., 2003.
- ALBAJES, R.; SANTIAGO-ALVAREZ, C. Efectos de la densidad larvaria y de la alimentacion en la proporcion de sexos de *Ceratitis capitata* (Diptera; Trypetidae). Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, **Agricola**, n. 13, p. 175-182, 1980.
- ALUJA, M; R. L. MANGAN. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) host status determination: critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. **Annual Review of Entomology**, v. 53, n. 1, p. 473–502, jan. 2008.
- ALUJA, M.; GUILLEN, J.; LIEDO, P.; CABRERA, M.; RIOS, E.; ROSA, G.; CELEDONIO, H.; MOTA, D.. Fruit infesting tephritids [Dipt.: tephritidae] and associated parasitoids in Chiapas, Mexico. **Entomophaga**, v. 35, n. 1, p. 39-48, mar. 1990.
- ALUJA, M.; SIVINSKI, J.; RULL, J.; HODGSON, P. J. Behavior and predation of fruit fly larvae (*Anastrepha* spp.) (Diptera: Tephritidae) after exiting fruit in four types of habitats in tropical Veracruz, Mexico. **Environmental Entomology**, v. 34, n. 6, p. 1507–1516, 1 dez. 2005.
- ALVARENGA, C.D.; GIUSTOLIN, T.A.; QUERINO, R.B. Alternativas no controle de moscas-das-frutas. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T.J.; PALLINI, A.A. **Tecnologias alternativas para o controle de pragas e doenças.** Viçosa: EPAMIG, p. 227-252, 2006.
- ARAÚJO, H. M. **Interferência da cafeína nos aspectos biológicos de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae) e *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae).** 2019. 26 p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2019.
- BARROS, C. R. J.; ADAIME, J.; OLIVEIRA, M. N. *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) Species, Their Hosts and Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) in Five Municipalities of the State of Amapá, Brazil. **Florida Entomological Society**, v. 95, n. 3, p. 694-705, 2012.
- BASTOS, C. S.; TORRES, J. B. Controle biológico e o manejo de pragas do algodoeiro. **Embrapa Algodão**, Campina Grande, v. 72, 63 p., 2006.
- BATEMAN, M.A. The ecology of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, v. 17, n.1, p. 493-518, jan. 1972.
- BENHADI-MARÍN, J.; PEREIRA, J. A.; BARREALES, D.; SOUSA, J. P.; SANTOS, S. A. P. A simulation-based method to compare the pest suppression potential of predators: a case study with spiders. **Biological Control**, v. 123, p. 87-96, ago. 2018.

- BHARADWAJ, R. K. Observations on the bionomics of *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Labiduridae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 59, n. 3, p. 441-450, 1966.
- BOOS, S.; MEUNIER, J.; PICHON, S.; KÖLLIKER, M.. Maternal care provides antifungal protection to eggs in the European earwig. **Behavioral Ecology**, v. 25, n. 4, p. 754-761, 2014.
- CALORE, R. A.; GALLI, J. C.; PAZINI, W. C.; DUARTE, R. T.; GALLI, J. A. Fatores climáticos na dinâmica populacional de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) e de *Scymnus* spp. (Coleoptera: Coccinellidae) em um pomar experimental de goiaba (*Psidium guajava* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 067-074, março de 2013.
- CAMPOS, M. R.; PICANÇO, M. C.; MARTINS, J. C.; TOMAZ, A. C.; GUEDES, R. N. C.. Insecticide selectivity and behavioral response of the earwig *Doru luteipes*. **Crop Protection**, v. 30, n. 12, p. 1535-1540, dez. 2011.
- CANAL, N. A.; ZUCCHI, R. A. Parasitóides – Braconidae. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.. **Moscas-das frutas de Importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 119-126, 2000.
- CANCINO, J.; MONTOYA, P. Controle biológico por aumento en moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae). **Folia Entomológica Mexicana**, Xalapa, México, v. 43, n.3, p. 257-270, dez. 2004.
- CAREY, J. R.. Biodemography of the Mediterranean fruit fly: aging, longevity and adaptation in the wild. **Experimental Gerontology**, v. 46, n. 5, p. 404–411, maio 2011.
- CARMO, E. B. S. **Efeitos de semioquímicos no desenvolvimento e capacidade de predação de joaninhas predadoras de cochonilhas**. 2018. 47 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, 2019.
- CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Potencial de insetos predadores no controle biológico aplicado. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Manole, São Paulo, P. 191-208, 2002.
- CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S.; MATRANGOLO, W. J. R. Controle biológico. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, p. 113-117, 2000.
- COCCO, J. **Relações tri-tróficas em milho transgênico envolvendo lepidópteros pragas e seus inimigos naturais em milho transgênico**. 2019. 102 p. Tese (Doutorado em Zoologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.
- COSTA, M. A. Avaliação de fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* no controle biológico de moscas-das-frutas *Ceratitis capitata*, In. **XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós-graduação**, Universidade do Vale do Paraíba, 2008.

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**, v. 10, n. 1, 2010.

COSTA, N. P.; OLIVEIRA, H. D.; BRITO, C. H.; SILVA, A. B. Influência do nim na biologia do predador *Euborellia annulipes* e estudo de parâmetros para sua criação massal. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 2, p. 10, 2007a.

COSTA, R. I. F.; SILVA, C. G. DA S.; MARCHIORI, C. H.; AMARAL, B. B.; POLETTI, M. M.; TORRES, L. C. Parasitismo em *Anastrepha* sp. (Diptera: Tephritidae) por *Aganaspis pelleranoi* (Brèthes, 1924) e *Dicerataspis* sp. (Hymenoptera: Figitidae: Eucoilinae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 720-723, 2007b.

CRUZ, I. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. 1. ed. Lavras: UFLA, p. 111-135, 2000.

DANTAS, F. J. **Competição interespecífica entre parasitoides de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)**. 2019. 46 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019.

DAZA, N. A. C. **Levantamento, flutuação populacional e análise faunística das espécies de moscas-das-frutas em quatro municípios do norte do estado de Minas Gerais**. 1997. Tese (Doutorado) – ESALQ, Piracicaba, 1999.

DEBACH, P. The scope of biological control. In: DeBACH (org.). **Biological Control of Insect Pests and Weeds**. London: Chapman and Hall Ltd., p. 3-20, 1968.

DE MEYER, M. Phylogeny of the genus *Ceratitis* (Dacinae: Ceratidini). In: ALUJA, M.; NORRBOM, A. L. (Ed.). **Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior**. Boca Raton: CRC Press, p. 409-428, 2000.

DE MEYER, M. Revision of the subgenus *Ceratitis* (*Ceratalaspis*) Hancock (Diptera: Tephritidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 88, n. 3, p. 257-290, 1998.

DIAMANTIDIS, A. D.; CAREY, J. R.; PAPADOPOULOS, N. T.. Life history evolution of an invasive tephritid. **Journal of Applied Entomology**, v. 132, n. 9, p. 695–705, dez. 2008.

DINIS, A.M., PEREIRA, J.A., BENHADI-MARÍN, J., SANTOS, S.A.P.. Feeding preferences and functional responses of *Calathus granatensis* and *Pterostichus globosus* (Coleoptera: Carabidae) on pupae of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 106, n. 6, p. 701-7091, 11 abr. 2016.

DRANKIN, S. M.; PALMER, J. O.; LAROCQUE, L.. Life history characteristics of ringlegged earwig (Dermaptera: Labiduridae): emphasis on ovarian development. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 88, n. 6, p. 887-893, 1995.

DUARTE, R. T. T; GALLI, J. C.; PAZINI, W. C.; CALORE, R. A.. Flutuação populacional e infestação de mosca-das-frutas (Diptera:Tephritidae) em função do sistema produtivo de

goiaba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias – Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, Recife, v. 8, n. 2, p. 241-245, 29 jun. 2013.

DUARTE, G. A.; RAMOS, S.; VALENTE, F.; SILVA, E. B.; FIGUEIREDO, E.. Functional Response and Predation Rate of *Dicyphus cerastii* Wagner (Hemiptera: miridae). **Insects**, v. 12, n. 6, p. 530, 7 jun. 2021.

FATHIPOUR, Y.; MALEKNIA, B. Mite predators. In. **Ecofriendly Pest Management for Food Security**; Elsevier: San Diego, CA, USA, p. 329–366, 2016.

FULTON, B.B. Some habits of earwigs. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 17, p. 357–367, 1924.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, 920 p, 2002.

GANJISAFFAR, F.; PERRING, T. M.. Prey stage preference and functional response of the predatory mite *Galendromus flumenis* to *Oligonychus pratensis*. **Biological Control**, v. 82, p. 40-45, mar. 2015.

GARCIA, F. R. M. Fruit fly: biological and ecological aspects. In: BANDEIRA, R.R.. (Org.). **Current trends in fruit flies control on perennial crops and research prospects**. Kerala: Transworld Research Network, p. 1-35, 2009.

GARCIA, F.; RICALDE, M.. Augmentative Biological Control Using Parasitoids for Fruit Fly Management in Brazil. **Insects**, v. 4, n. 1, p. 55-70, 21 dez. 2012.

GREATHEAD, D. J. Parasitoids in classical biological control. In: WAAGE, J. K.; GREATHEAD, D. J. (org.). **Insect parasitoids**. New York: Academic Press, p. 290-318, 1986.

GUIMARÃES, J. H.; TUCCI, E. C.; GOMES, J. P. C. Dermaptera (Insecta) associados a aviários industriais no estado de São Paulo e sua importância como agentes de controle biológico de pragas avícolas. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 36, n. 3, p. 527-34, 1992.

HAAS, F.. Biodiversity of Dermaptera. In: Footitt RG, Adler PH (Eds.) **Insect Biodiversity and Society**. Hoboken: Wiley-Blackwell. p. 315–334, 2018.

HAAS, F.. **Earwig Research Centre**. 2019. Disponível em: <http://www.earwigs-online.de>. Acesso em: 2 jul. 2021.

HAAS, F; GORB, S; WOOTTON, R.J. Elastic joints in dermapteran hind wings: materials and wing folding. **Arthropod Structure & Development**, v. 29, n. 2, p. 137-146, abr. 2000.

HARBI, A.; BEITIA, F.; FERRARA, F.; CHERMITI, B.; SABATER-MUÑOZ, B.. Functional response of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) over *Ceratitis capitata* (Wiedemann): influence of temperature, fruit location and host density. **Crop Protection**, v. 109, p. 115-122, jul. 2018.

HEGAZI, E.; KHAFAGI, W.; HERZ, A.; KONSTANTOPOULOU, M.; HASSAN, S.; AGAMY, E.; ATWA, A.; SHWEIL, S.. Dispersal and field progeny production of *Trichogramma* species released in an olive orchard in Egypt. **Biocontrol**, v. 57, n. 4, p. 481-492, 9 nov. 2012.

HOLLING, C. S.. The Components of Predation as Revealed by a Study of Small-Mammal Predation of the European Pine Sawfly. **The Canadian Entomologist**, v. 91, n. 5, p. 293-320, maio 1959.

JACOBS, A. C.; STIGALL, T.. Paternity and egg cannibalism in the ringlegged earwig *Euborellia annulipes* (Dermaptera: anisolabididae). **Entomological Science**, v. 22, n. 3, p. 250-257, 6 jun. 2019.

JALALI, M. A.; TIRRY, L.; DE CLERCQ, P.. Effect of temperature on the functional response of *Adalia bipunctata* to *Myzus persicae*. **Biocontrol**, v. 55, n. 2, p. 261-269, 16 out. 2010.

KNABKE, J. J.; GRIGARICK, A. A.. Biology of the African earwig, *Euborellia cincticollis* (Gerstaecker) in California and comparative notes on *Euborellia annulipes* (Lucas). **Hilgardia**, v. 41, n. 7, p. 157-194, dez. 1971.

KOCAREK, P.; DVORAK, L.; KIRSTOVA, M.. *Euborellia annulipes* (Dermaptera: anisolabididae), a new alien earwig in central european greenhouses. **Applied Entomology And Zoology**, v. 50, n. 2, p. 201-206, 17 fev. 2015.

KOCAREK, P.; JOHN, V.; HULVA, P.. When the Body Hides the Ancestry: phylogeny of morphologically modified epizoic earwigs based on molecular evidence. **Plos One**, v. 8, n. 6, p. 66900, 24 jun. 2013.

KOPPENHÖFER, A. M.. Bionomics of the Earwig Species *Euborellia annulipes* in Western Kenya (Dermaptera: carcinophoridae). **Entomologia Generalis**, v. 20, n. 1-2, p. 81-85, 1 set. 1995.

LACERDA, L. B. **Técnica para liberação do predador *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae)**. 2020. 43 p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2020.

LAWRENCE, P. O.. Host vibration? A cue to host location by the parasite, *Biosteres longicaudatus*. **Oecologia**, v. 48, n. 2, p. 249-251, mar. 1981.

LEMELIN, R.H.; HARPER, R.W.; DAMPIER, J.; BOWLES, R.; BALIKA, D.. Humans, insects and their interaction: A multi-faceted analysis. **Animal Studies Journal**, v. 5, n. 1, p. 65-79, 2016.

LEMO, W. P. **Biologia e exigências térmicas de *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) (Dermaptera: Anisolabididae), predador do bicudo-do-algodoeiro**. 1997. 132 p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1997.

LEMO, W. P.; MEDEIROS, R. S.; RAMALHO, F. S. Influência da temperatura no desenvolvimento de *Euborellia annulipes* (Lucas) (Dermaptera: Anisolabididae), predador do

Bicudo-do-Algodoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 1, p. 67-76, 1998.

LIMA, R. M. **Caracterização morfológica de *Marava arachidis* (Dermaptera: Labiidae) e *Euborellia annullipes*, (Dermaptera: Anisolabididae) para identificação do dimorfismo sexual**. 2020. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2020.

LIQUIDO, N. J.; SHINODA, L. A.; CUNNINGHAM, RT. Host plants of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): an annotated world review. **Miscellaneous Publication of the Entomological Society of America**, v. 77, p. 1-52, 1991

LIVEIRA, H. N.; ÁVILA, C. J. Controle biológico de pragas no Centro-Oeste brasileiro. In: **G. Bio: Revista de Controle Biológico**, p. 11-13, abr. 2010.

MALACRIDA, A. R.; GOMULSKI, L. M.; BONIZZONI, M.; BERTIN, S.; GASPERI, G.; GUGLIELMINO, C. R.. Globalization and fruitfly invasion and expansion: the medfly paradigm. **Genetica**, v. 131, n. 1, p. 1-9, 17 nov. 2007.

MAHZOUM, A. M.; VILLA, M.; BENHADI-MARÍN, J.; PEREIRA, J. A.. Functional Response of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: chrysopidae) larvae on *saissetia oleae* (olivier) (hemiptera. **Agronomy**, v. 10, n. 10, p. 1511, 4 out. 2020.

MALAVASI, A. Biologia, ciclo de vida, relação com o hospedeiro, espécies importantes e biogeografia de tefritídeos. In: **Curso Internacional De Capacitação Em Moscas-das-frutas**, ed. 5, 2009, Vale do São Francisco, Brasil. Biologia, monitoramento e controle de moscas-das-frutas. Juazeiro: Biofábrica Moscamed Brasil, p. 1-5, 2009.

MALAVASI, A., ZUCCHI, R. A. **Mosca-das-frutas de importância econômica no Brasil. Conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 1999.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.; SUGAYAMA, R. L. Biogeografia. In: Malavasi, A.; Zucchi, R. A. (Org.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto-SP: Holos, p. 93-98, 2000.

MALISZEWSKI, E. **Os rumos da produção de frutas no Brasil: país é um celeiro de variedades que enfrentam problemas com clima e incentivo à exportação**. 2019. Desenvolvida por AGROLINK. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2019/11/os-rumos-da-producao-de-frutas-no-brasil/>. Acesso em: 22 abr. 2021.

MARINHO, C. F.; SOUZA-FILHO, M. F.; RAGA, A.; ZUCCHI, R.. Parasitóides (Hymenoptera: braconidae) de moscas-das-frutas (Diptera). **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 3, p. 321-326, jun. 2009.

MATZKE, D.; KOCAREK, P.. Description and biology of *Euborellia arcanum* sp. nov., an alien earwig occupying greenhouses in Germany and Austria (Dermaptera: anisolabididae). **Zootaxa**, v. 3956, n. 1, p. 131, 7 maio 2015.

MELE, P. V.; VAYSSIERES, J.; ADANDONON, A.; SINZOGAN, A.. Ant cues affect the oviposition behaviour of fruit flies (Diptera: tephritidae) in africa. **Physiological Entomology**, v. 34, n. 3, p. 256-261, set. 2009.

METCALF, R. L.; LUCKMANN, W. H.. **Introduction to insect pest management**. 3 ed. Nova Iorque: Wiley, 1994.

METCALF, R.L.. Biography of the medfly. In: MORSE, J.G.; METCALF, R.L., CAREY, J.R.; DOEWLL, R.V. (EDS.) **The Mediterranean fruit fly in California: defining critical research**. College of Natural and Agricultural Sciences, University of California, Riverside, p. 43-48, 1995.

MIRANDA, J. R. et al. Capacidade predatória de *Euborellia annulipes* sobre *Brevicoryne brassicae*. In: **Congresso Brasileiro de Entomologia**, ed. 24, 2012, Curitiba. *Anais...* Curitiba: SEB, p. 5, 2012.

MONZÓ, C.; HERNÁNDEZ, O. M.; MONTÓN, H.; URBANEJA, A.; CASTAÑERA DOMÍNGUES, P.. Artrópodos depredadores potenciales de *Ceratitis capitata* presentes em el suelo de los cítricos. Levante Agrícola: **Revista Internacional de Cítricos**, v. 385, p. 152-156, 2007.

MONZÓ, C.; MOLLÁ, O.; CASTAÑERA, P.; URBANEJA, A.. Activity-density of *Pardosa cribata* in Spanish citrus orchards and its predatory capacity on *Ceratitis capitata* and *Myzus persicae*. **Biocontrol**, v. 54, n. 3, p. 393-402, 26 nov. 2008.

MONZÓ, C.; SABATER-MUÑOZ, B.; URBANEJA, A.; CASTAÑERA, P.. The ground beetle *Pseudophonus rufipes* revealed as predator of *Ceratitis capitata* in citrus orchards. **Biological Control**, v. 56, n. 1, p. 17-21, jan. 2011.

MORAIS, R. M.; BARCELLOS, A.; REDAELLI, L. R. Insetos predadores em copas de *Citrus deliciosa* (Rutaceae) sob manejo orgânico no sul do Brasil. Iheringia. **Série Zoologia**, v. 96, n. 4, p. 419-424, 30 dez. 2006.

MOREIRA, C. **Forficulídeos do Brasil**. Boletim Instituto Biológico Defesa Agrícola, Rio de Janeiro, v. 7, p. 1-34, 1930.

MURDOCH, W.W.; OATEN, A. Predation and population stability. In: **Advances in Ecological Research**; MacFadyen, A., Ed.; Academic Press: Cambridge, MA, USA, v. 9, p. 1-131, 1975.

MURDOCH, W. W. Population stability and life history phenomena. **American Naturalist**, Chicago, v. 100, p.5-11, 1966.

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S.. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil – Conhecimento Básico e Aplicado**. Bahia: Holos, p. 235-239, 2000.

NAVA, D. E., et al. Avaliação preliminar da seletividade de inseticidas e do parasitismo de *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae) em moscas-das-frutas. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Clima Temperado**, 2019.

NAVA, D. E.; BOTTON, M. Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pessegueiro. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, v. 315, 2010.

NEGM, A.A.; HENSLEY, S.D.. Role of predaceous arthropods of the sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (F.) in Louisiana. **Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technology**, v. 14, p. 445-453, 1972.

NORRBOM, A. L. **Fruit Fly** (Diptera: Tephritidae). 2006.

NUNES, G. S. **Relações tróficas entre *Euborellia annulipes* (LUCAS) Dermaptera: Anisolabididae e *Bacillus thuringiensis* no manejo de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae)**. 2020. 82 p. Dissertação (Doutorado em Entomologia Agrícola) - UNESP, Jaboticabal, 2020.

NUNES, G. S.; DANTAS, T. A. V.; FIGUEIREDO, W. R. S.; SOUZA, M. S.; NASCIMENTO, I. N.; BATISTA, J. L.. Predation of diamondback moth larvae and pupae by *Euborellia annulipes*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal Of Agricultural Sciences**, v. 13, n. 3, p. 1-8, 30 set. 2018.

NUNES, G. S.; DANTAS, T. A. V.; SOUZA, M. S.; NASCIMENTO, I. N.; BATISTA, J.; MALAQUIAS, J. B.. Life stage and population density of *Plutella xylostella* affect the predation behavior of *Euborellia annulipes*. **Entomologia Experimentalis Et Applicata**, v. 167, n. 6, p. 544-552, jun. 2019.

NUNES, G. S.; RAMALHO, D. G.; SANTOS, N. A.; TRUZI, C. C.; VIEIRA, N. F.; CARDOSO, C. P.; BORTOLI, S. A.. Parasitism-Mediated Interactions Between the Ring-Legged Earwig and Sugarcane Borer Larvae. **Neotropical Entomology**, v. 48, n. 6, p. 919-926, 7 nov. 2019a.

NUNES, G. S.; TRUZI, C. C.; NASCIMENTO, J.; PAULA, F. F.; MATOS, S. T. S.; POLANCZYK, R. A.; BORTOLI, S. A.. *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) treated Diamondback Moth (Lepidoptera: Plutellidae) larvae mediate the preference and functional response of *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae). **Journal of Economic Entomology**, v. 112, n. 6, p. 2614-2619, jul. 2019b.

NÚÑEZ-BUENO L.. **Las moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae)**. Revista ICA 29, p. 121-134, 1994.

OLIVEIRA, S. A. et al. Effect of temperature on the interaction between *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) and *Sipha flava* (Hemiptera: Aphididae). **European Journal of Entomology**, v. 107, n. 2, p. 183, 2010.

OVRUSKI, S. M. *et al.* Hymenopteran parasitoids on fruit infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United State: diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. **Integrated Pest Management Reviews**, v. 5, n. 2, p. 81-107, 2000.

OVRUSKI, S. M.; SCHLISERMAN, P. Biological control of tephritid fruit flies in Argentina: historical review, current status, and future trends for developing a parasitoid mass- release program. **Insects**, Austrália, v. 3, p. 1-19, 2012.

PARANHOS, B. A. J.; NASCIMENTO, A. S.; BARBOSA, F. R.; VIANA, R.; SAMPAIO, R.; MALAVASI, A.; WALDER, J. M. M. Técnica do inseto estéril: nova tecnologia para combater a mosca-das-frutas, *Ceratitis capitata*, no Submédio do Vale do São Francisco. **Comunicado Técnico Embrapa Semiárido**, v. 137, p. 1-6, 2008.

PARANHOS, B. A. J.; NAVA, D. E.; MALAVASI, A. Biological control of fruit flies in Brazil. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 54, p. e26037, 2019.

PARANHOS, B. A. J.; PONCIO, S.; MORELLI, R.; NAVA, D. E.; SÁ, L. A. N.; MANOUKIS, N. C.. Non-target effects of the exotic generalista parasitoid wasp *Fopius arisanus* (Sonan) estimated via competition assays against *Doryctobracon areolatus* (Szepliget) on both native and exotic fruit fly hosts. **Biocontrol**, v. 66, n. 1, p. 83-96, 22 out. 2020.

PARRA, J. R. P. **Comercialização de inimigos naturais no Brasil, uma área emergente. Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Ed. Manole, p. 343-347, 2002d.

PARRA, J. R. P. *et al.* **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores**. Barueri: Manole Ltda., 2002c.

PARRA, J. R. P. *et al.* Controle Biológico: Terminologia. In: PARRA, J. R.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, S.; BENTO, J. M. S. **Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. São Paulo: Manole, p. 143-164, 2002b.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FRERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S.. Controle biológico: Uma visão inter e multidisciplinar. p. 125-137. In J.R.P. Parra (ed.), **Controle biológico no Brasil**. São Paulo, Manole, 609 p., 2002a.

PEDIGO, L. P.; RICE, M. E. **Entomology and pest management**. Waveland Press, 2014.

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

PRITCHARD, D. et al. Frair : an R package for fitting and comparing consumer functional responses. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 8, n. 11, p. 1528–1534, nov. 2017.

PURCELL, M. F. Contribution of biological control to integrated pest management of Tephritidae fruit flies in the tropics and subtropics. **International Journal of Pest Management**, v. 3, p. 63-83, 1998.

R CORE TEAM. **The Comprehensive R Archive Network (Version 4.0.2)**. Available from <https://brieger.esalq.usp.br/CRAN/>, 2019.

RAMALHO, F.S. Cotton pest management: Part 4. A Brazilian perspective. **Annual Review of Entomology**, v. 39, p. 563-578, 1994.

RAMALHO, F. S.; WANDERLEY, P. A. Ecology and management of the boll weevil in South American cotton. **American Entomologist**, v. 42, n. 1, p. 41-47, 1996.

RAMAMURTHI, B. N. et al. Dermapteran predators in the biological regulation of sugarcane borers in India. **Current Science**, v. 49, n. 4, p. 333-342, 1980.

RANA, N.; AZAM, S.; RIASAT, S.; RUQIA, G.; RASHEED, F.; KANWAL, S.; NARGIS, S.; SHABIR, A.; ALI, M.; IQBAL, M.Z.. Prevalence of macro-invertebrate among cauliflower (*Brassica oleracea* var. *capitata*) and tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Blanco cv. Feutrell's Early. International Journal of Advances in Agriculture Sciences**, v. 4, p. 1-9, 2019.

REN, M.; SHIH, C.; XING, C.; REN, D.. Dermaptera - Earwigs. In: REN, D.; SHIH, C. K.; GAO, T.; YAO, Y.; WANG, Y. (Eds.) **Rhythms of insect evolution**. Hoboken: John Wiley & Sons. p. 149-156, 2019.

ROGERS, D. Random Search and Insect Population Models. **The Journal of Animal Ecology**, v. 41, n. 2, p. 369-383, jun. 1972.

SANTOS, J. P.; GUIMARÃES, J. A. Parasitoids associated with *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in native fruits: first record of *Aganaspis nordlanderi* (Hymenoptera: Figitidae) in the state of Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 40, n. 3, Jaboticabal, 2018.

SEGURA, D. F.; NUSSENBAUM, A. L.; VISCARRET, M. M.; DEVESCOVI, F.; BACHMANN, G. E.; CORLEY, J. C.; OVRUSKI, S. M.; CLADERA, J. L.. Innate Host Habitat Preference in the Parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata*: functional significance and modifications through learning. **Plos One**, v. 11, n. 3, p. e0152222, 23 mar. 2016.

SILVA, A. B. **Aspectos Biológicos de *Euborellia annulipes***. 2006. 88 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

SILVA, A. B.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Aspectos biológicos de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae) alimentada com o pulgão *Hyadaphis foeniculi* (Hemiptera: Aphididae). **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, p. 21-27, 2010a.

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

SILVA, A. B.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Capacidade predatória de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae) sobre *Hyadaphis foeniculi* (Hemiptera: Aphididae). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 10, n. 1, p. 1-8, 2010b.

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

SILVA, A. et al. Aspectos biológicos de *Euborellia annulipes* sobre ovos de *Spodoptera frugiperda*. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 6, n. 3, 2009c.

SILVA, A. et al. Influência de produtos de origem vegetal na oviposição e no desenvolvimento embrionário de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae). **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 6, n. 3, 2009b.

SILVA, B. K. A. **Parasitoides pupais de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) no município de Mossoró/RN**. 2017. 56 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017a.

SILVA, H. D.; SOUZA, M. D. C.; GIUSTOLIN, T. A.; ALVARENGA, C. D.; FONSECA, E. D.; DAMASCENO, A. S. Bioatividade dos extratos aquosos de plantas às larvas da mosca-das-frutas, *Ceratitis capitata* (Wied.) **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 82, p. 1-4, 3 out. 2015.

SILVA, I. T. F. A.; OLIVEIRA, R.; OLIVEIRA, L. V. Q.; NASCIMENTO JÚNIOR, J. L.; BATISTA, J. L. Biological development of *Euborellia annulipes* reared with artificial diets and *Ephestia kuehniella* eggs. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 3, p. 295-298, 2018.

SILVA, K. B. **Toxicidade residual de inseticidas utilizados para *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho e *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja, e efeitos sobre o predador *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae)**. 2017. 96 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - ESALQ/USP, Piracicaba, 2017b.

SILVA, R. A.; LIMA, A. L.; DEUS, E. G. Controle biológico de moscas-das-frutas na Amazônia: um caminho para o desenvolvimento sustentável da fruticultura. **Inclusão Social**, Brasília, v. 6, n. 2, p. 90-99, 2013.

SIVINSKI, J. M.; ALUJA, M.; LOPEZ, M. Spatial and temporal distribution of parasitoids of Mexican *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) within the canopies of fruit flies. **Annals of the Entomological Society of America**, Columbus, v. 90, n. 5, p. 604-618, 1997.

SOUSA, E. M. **Diversidade, hospedeiros, parasitoides e distribuição geográfica de moscas-das-frutas (Tephritoidea) no Estado de São Paulo: coleta documental e disponibilização de banco de dados**. 2018. 86 p. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico (IB-APTA), São Paulo, 2018.

SYMONDSON, W. O. C.; SUNDERLAND, K. D.; GREENSTONE, M. H.. Can Generalist Predators be Effective Biocontrol Agents? **Annual Review of Entomology**, v. 47, n. 1, p. 561-594, jan. 2002.

TANGKAWANIT, U.; SEEHAVET, S.; SIRI, N. The potencial of *Labidura riparia* and *Euborellia annulipes* (Dermaptera) as predators of house fly in livestock. **Songklanakarinn Journal of Science and Technology**, v. 43, n. 3, p. 603 – 607, 2021.

THOMAS, M. C.; HEPPNER, J.B.; WOODRUFF, R. E.; WEEMS, H.V. ; STECK, G. J.; FASULO, T.R. **Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Insecta:Diptera:Tephritidae)**. University of Florida, IFAS Extension, 2001.

TORRES, J. B.; BASTOS, C. S.; PRATISSOLI, D. Controle biológico de pragas com uso de insetos predadores. **Informe Agropecuário**, v. 30, p. 17-32, 2009.

URAMOTO, K. **Diversidade de moscas-das-frutas (Diptera, tephritidae) em pomares comerciais de papai e em áreas remanescentes de Mata Atlântica e suas plantas hospedeiras nativas, no município de Linhares, Espírito Santo**. 2007. 106 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

VAN LENTEREN, J.C.; BAKKER, K. Functional responses in invertebrates. **Netherlands Journal of Zoology**, v. 26, p. 567–572, 1975.

VAN LENTEREN, J.C. The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **Biocontrol**, v. 57, p. 1–20, 2012.

VIVAN, L. M.; TORRES, J.B.; VEIGA, A. F. S. L.; ZANUNCIO, J. C. Comportamento de predação e conversão alimentar de *Podisus nigrispinus* sobre a traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 581-587, maio 2002.

VON IHERING, H.. Laranjas bichadas. **Revista Agrícola**, Maceió, n. 6, p. 179-181, 1901.

WHARTON, R. A. Classical biological control of fruit Tephritidae. In: ROBINSON, A., HARPER, G. (org.). **World Crop Pests, Fruit flies: Their Biology, Natural Enemies, and Control**. Amsterdam: Elsevier Science, p. 303–313, 1989.

WHARTON, R. A.; GILSTRAP, F. E. Key to and status of opine braconid (Hymenoptera) parasitoids used in biological control of *Ceratitis* and *Dacus*. (Diptera: Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 76, n. 4, p. 721-742, 1983.

WHARTON, R. A.; GILSTRAP, F. E.; RHODE, R. H.; FISCHER, M. M.; HART, W. G.. Hymenopterous egg-pupal and larval-pupal parasitoids of *Ceratitis capitata* and *Anastrepha* spp. (Diptera, Tephritidae) in Costa Rica. **Entomophaga**, v. 26, n. 3, p. 285-290, set. 1981.

WHARTON, R. A.; YODER, M. J. **Parasitoids of Fruit-Infesting Tephritidae**. 2017. Disponível em: <http://paroffit.org>. Acesso em: 26 jul. 2021.

WHITE, I. M.; ELSON-HARRIS, M.M.. Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics. **Environmental Entomology**, v. 22, n. 6, p. 1408, dez. 1992.

WIEDENMANN, R. N.; SMITH, J. W.. Attributes of Natural Enemies in Ephemeral Crop Habitats. **Biological Control**, v. 10, n. 1, p. 16-22, set. 1997.

WONG, J. W. Y.; KÖLLIKER, M.. The Effect of Female Condition on Maternal Care in the European Earwig. **Ethology**, v. 118, n. 5, p. 450-459, 24 fev. 2012.

YAMAMOTO, P. T.; BASSANEZI, R. B. Seletividade de produtos fitossanitários aos inimigos naturais de pragas dos citros. **Laranja**, v. 24, n. 2, p. 353-382, 2003.

ZANUNCIO, J.C. et al. Fecundidade de fêmeas de *Podisus connexivus* BERGROTH, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes tipos de hospedeiros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 20, n. 2, p. 369-378, 1991.

ZUCCHI, R. A. Diversidad, distribución y hospederos del género *Anastrepha* em Brasil. In: HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. (Org.). **Mosca de la fruta en Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): diversidad, biología y manejo**. México- D.F.:S y G Editores, p.77-100, 2007.

ZUCCHI, R. A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, p. 15-22, 2001.

ZUCCHI, R. A. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-Frutas de Importância Econômica no Brasil - Conhecimentos básicos e aplicados**. Ribeirão Preto: Holos, p. 13-14. 2000.

ZUCCHI, R. A.; MORAES, R. C. B. 2021. **Fruit flies in Brazil** – hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly. Disponível em: www.lea.esalq.usp.br/ceratitis/. Acesso em: 04 set. 2021.