



JOSÉLIA CARVALHO OLIVEIRA FRANÇA

***Doru luteipes e Euborellia annulipes: HISTÓRIA DE VIDA E
ASPECTOS DA MORFOLOGIA DOS APARELHOS
REPRODUTORES FEMININOS E MASCULINOS***

**LAVRAS – MG
2022**

JOSÉLIA CARVALHO OLIVEIRA FRANÇA

***Doru luteipes* E *Euborellia annulipes*: HISTÓRIA DE VIDA E ASPECTOS DA
MORFOLOGIA DOS APARELHOS REPRODUTORES FEMININOS E
MASCULINOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agronômicas, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Doutor

Prof. Dr. Khalid Haddi
Orientador

**LAVRAS – MG
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

França, Josélia Carvalho Oliveira.
e : História de vida e aspectos da morfologia dos aparelhos
reprodutores femininos e masculinos / Josélia Carvalho Oliveira
França. - 2022.
48 p.: il.

Orientador(a): Khalid Haddi.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2022.
Bibliografia.

1. dermaptera. 2. morfologia. 3. tesourinha. I. Haddi, Khalid. II.
Título.

JOSÉLIA CARVALHO OLIVEIRA FRANÇA

***Doru luteipes* E *Euborellia annulipes*: HISTÓRIA DE VIDA E ASPECTOS DA
MORFOLOGIA DOS APARELHOS REPRODUTORES FEMININOS E
MASCULINOS**

***Doru luteipes* and *Euborellia annulipes*: LIFE HISTORY AND MORPHOLOGY
ASPECTS OF FEMALE AND MALE REPRODUCTIVE SYSTEM**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agronômicas, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 19 de Dezembro de 2022.

Dr. Oscar Fernando Santos Amaya Universidade de Pamplona

Dr. Ricardo Siqueira da Silva UFVMJ

Dr. Jose Eduardo Serrao UFV

Dra. Graziela Domingues de Almeida Lima UNIFAL

Prof. Dr. Khalid Haddi

Orientador

**LAVRAS – MG
2022**

*Aos meus pais França e Nena, pelo amor, apoio e pela generosidade, e
ao meu marido Islan pelo amor, força e motivação,*

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus por me permitir ir mais além do que um dia eu imaginei.

Aos meus pais Nena e França, que desde pequena me ensinaram com muito amor, valores simples mas fundamentais para a vida. O principal a meu ver é o amor ao próximo. Esse trabalho é nosso, pois sempre sonhamos juntos por esse momento. Agradeço à minha amada mãe, por não ter me deixado desistir, mesmo diante de todas as dificuldades e por me tornar uma mulher mais forte. Ao meu amado pai, hoje desencarnado, dedico esse tão sonhado título, do qual ele tanto almejava e sonhava. Obrigada pelos incentivos até os últimos minutos finais de vida. Sim pai, você vai ter uma filha Doutora!

Aos meus irmãos, Natália, Rodrigo e Renata, e aos meus sobrinhos, por sempre me apoiarem nos momentos de dor e de alegria. Nossa união faz muita diferença.

Ao meu marido Islan, meu amor, pela paciência e compreensão ao longo desses anos e pela força que não me deixou faltar.

Ao meu orientador Khalid por acreditar em meu potencial, pela compreensão e incentivo. Obrigada pelas horas em sua sala de muito aprendizado e por nunca ter me deixado de desistir!

Aos meus estagiários no início Muller e Rafael, hoje mestres, pelas longas horas no laboratório que sempre geravam boas risadas. Sem vocês parte desse trabalho não teria acontecido.

À todos amigos do departamento de Entomologia, em especial a Mariana, uma nordestina que me recebeu de braços abertas em Lavras, obrigada por nossa amizade. À Ana Paula, companheira de doutorado, de longas conversas, por ter ficado ao meu lado quando nem eu sabia que precisava tanto. Obrigada por não me deixar perder nenhum prazo no departamento! À Brenda por tornar a jornada sempre mais leve, com sua tranquilidade, sempre acalmava meu coração. À Kênia pela força, amizade em que em longas chamadas de vídeos conseguia fazer tudo ficar mais fácil e leve. À Karol, por toda amizade, gargalhadas e companheirismo. Obrigada por me colocar por dentro de todos os acontecimentos da UFLA.

Ao professor José Eduardo Serrão, que abriu as portas de seu laboratório para a realização dessa pesquisa, que sempre com muito amor e carinho me orientou em cada passo. Agradeço ao seu laboratório de Ultraestrutura, pela recepção calorosa, aos cafés diários e por

tornarem essa jornada muito mais leve. Em especial, agradeço ao Cliver, por sua generosidade e paciência em me ensinar todos os protocolos. Sua cobrança me ajudou a ser independente e buscar sempre meu melhor, sempre com muito respeito e carinho. Obrigada por me ensinar a gostar do micrótomo, foram muitas horas sentadas em busca da lâmina ideal. Eternamente grata!

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Entomologia da UFLA, que colaboraram para minha formação acadêmica e profissional.

Aos membros da banca de tese, pelas contribuições que enriqueceram este trabalho.

Agradeço à Secretaria e ao Programa de Pós Graduação em Entomologia, por todo o apoio ao longo do doutorado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Entomologia (DEN) por oportunizar grande aprendizado, e pela oportunidade para a realização do doutorado.

Eterna gratidão a todos!

RESUMO GERAL

Dermaptera é uma ordem cosmopolita de insetos, popularmente conhecidos como tesourinhas, com representantes distribuídos principalmente no hemisfério sul, com minoria de espécies na América do Norte, Europa e Sul da Ásia. No Brasil, existe uma diversidade desses predadores na cultura do milho, com destaque para as espécies *Doru luteipes* Scudder (Dermaptera: Forficulidae) e *Euborellia annulipes* Lucas (Dermaptera: Anisolabididae) encontradas em diferentes regiões do país. O crescente interesse por uma agricultura sustentável, colocou esses predadores em evidência devido seu grande potencial de predação de insetos na fase jovem. Entretanto, os conhecimentos da biologia desses predadores até o presente momento, só traz informações de desenvolvimento durante a fase jovem, sendo sua história de vida não descrita por completo. Além disso, os estudos da morfologia interna são escassos para algumas espécies e inexistentes para outras. Nesse trabalho buscamos compreender toda a história de vida de dois predadores da ordem dermaptera, bem como os estudos da morfologia interna dos aparelhos reprodutores de machos e fêmeas, a fim de melhor compreender e traçar um padrão para essas espécies. Na primeira parte do nosso estudo, confeccionamos uma tabela de vida para cada espécie, na quais estimamos os parâmetros R_0 , rm e T e dados da biologia dos predadores. Detectamos que *E. annulipes* durante a fase jovem possui um instar a mais quando comparada a *D. luteipes*. aceleração no tempo de desenvolvimento durante a fase jovem nas espécies *D. luteipes* no campo e a presença de seleção sexual. Essa parte do trabalho, foi realizado na Universidade Federal de Lavras, com tesourinhas coletadas em campos de milho e trazidas ao laboratório Molecular Entomology and Ecotoxicology (M.E.E.T). Nos demais capítulos, através de técnicas microscópicas e histoquímicas, conhecemos e descrevemos as estruturas dos aparelhos reprodutores masculinos e femininos de ambas espécies presentes no estudo. Em *E. annulipes* o desenvolvimento dos oócitos no interior dos ovariolos ocorre de forma assincrônica, possuem apenas cinco ovariolos em cada ovário e os machos possuem canal deferente pós vesiculares, sendo contínuo até a formação do canal ejaculatório. Em *D. luteipes* o desenvolvimento dos oócitos no interior dos ovariolos ocorre de forma sincrônica e os machos possuem um duto ejaculatório curto. O estudo fornece informações de base, porém fundamentais para a melhor compreensão dessa ordem que possui dados escassos. Acreditamos que a partir de conhecimentos básicos se fazem grandes pesquisas, principalmente visando uma agricultura mais sustentável. Nossos dados contribuem para futuras criação massal dessas tesourinhas em laboratório e uma potencial liberação massal em campos para o controle de diferentes insetos pragas.

Palavras-chave: Tesourinhas. Morfologia. Tabela de vida. Biologia.

GENERAL ABSTRACT

Dermaptera is a cosmopolitan order of insects, popularly known as earwigs, with representatives distributed mainly in the Southern Hemisphere, with a minority of species in North America, Europe and South Asia. In Brazil, there is a diversity of these predators in corn crops, with emphasis on the species *Doru luteipes* Scudder (Dermaptera: Forficulidae) and *Euborellia annulipes* Lucas (Dermaptera: Anisolabididae) found in different regions of the country. The growing interest in sustainable agriculture has put these predators in the spotlight due to their great potential for preying on insects at a young stage. However, knowledge of the biology of these predators to date only provides information on development during the young phase, with their life history not being completely described. Furthermore, studies of internal morphology are scarce for some species and non-existent for others. In this work we seek to understand the entire life history of two predators from the order dermaptera, as well as studies of the internal morphology of the reproductive systems of males and females, in order to better understand and trace a pattern for these species. In the first part of our study, we created a life table for each species, in which we estimated the parameters R_0 , rm and T and data on the biology of the predators. We detected that *E. annulipes* during the young phase has one more instar when compared to *D. luteipes*. acceleration in development time during the young phase in *Doru luteipes* species in the field and the presence of sexual selection. This part of the work was carried out at the Federal University of Lavras, with earwigs collected in corn fields and brought to the Molecular Entomology and Ecotoxicology (M.E.E.T) laboratory. In the other chapters, through microscopic and histochemical techniques, we learn about and describe the structures of the male and female reproductive systems of both species present in the study. In *E. annulipes*, the development of oocytes inside the ovarioles occurs asynchronously, there are only five ovarioles in each ovary and males have a post-vesicular vas deferens, which is continuous until the formation of the ejaculatory duct. In *D. luteipes*, the development of oocytes inside the ovarioles occurs synchronously and males have a short ejaculatory duct. The study provides basic but fundamental information for a better understanding of this order, which has scarce data. We believe that great research can be carried out based on basic knowledge, mainly aimed at more sustainable agriculture. Our data contribute to future mass breeding of these earwigs in the laboratory and a potential mass release in fields to control different insect pests.

Keywords: Earwings. Morphology. Life table. Biology.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Aspectos Gerais	13
2.2 Aspectos comportamentais	13
2.3 Corte e Cópula	14
2.4 Morfologia Externa	15
2.5 O uso de Dermapteros em programas de controle biológico	15
REFERÊNCIAS	17
CAPÍTULO 1	19
3.1 Coleta e Criação de Insetos	20
3.2 Ensaio da biologia e seleção sexual dos predadores	20
3.3 Estimadores da taxa potencial de crescimento populacional	21
3.4 Análises Estatísticas	21
4 RESULTADOS	22
5 DISCUSSÃO	27
6 CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS	29
CAPÍTULO 2	31
1 INTRODUÇÃO	32
2 MATERIAL E MÉTODOS	33
2.1 Local do Experimento	33
2.2 Morfologia e histologia dos aparelhos reprodutores	33
3 RESULTADOS	34
3.1 Aparelho reprodutor feminino	34
3.2 Aparelho reprodutor masculino	37
4 DISCUSSÃO	40
4.1 Aparelho reprodutor feminino	40
4.2 Aparelho reprodutor masculino	41
5 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	42
CAPÍTULO 3	45
1 INTRODUÇÃO	46

2 MATERIAL E MÉTODOS	47
2.1 Local do Experimento	47
2.2 Morfologia e histologia dos aparelhos reprodutores	47
3 RESULTADOS	48
3.1 Aparelho reprodutor feminino	48
3.2 Aparelho reprodutor masculino	51
4 DISCUSSÃO	54
4.1 Aparelho reprodutor feminino	54
4.2 Aparelho reprodutor masculino	55
5 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	56
CONSIDERAÇÕES FINAIS	58

1 INTRODUÇÃO

O controle biológico é uma estratégia sustentável, alinhada as práticas de manejo integrado de pragas, a fim de reduzir as populações de insetos pragas, visando minimizar os danos econômicos em diversas culturas (STERN *et al.*, 1959). A utilização de inimigos naturais, como agentes reguladores de populações de insetos pragas em diferentes culturas agrícolas, vem demonstrando sucesso e apresentando resultados promissores (ALBAJES; LUMBIERRES; PONS, 2011; BATUECAS *et al.*, 2021; OUYANG *et al.*, 2012). Porém, é necessário obter conhecimento sobre a biologia da população de inimigos naturais, para futuramente ser possível sua multiplicação em ambientes controlados e posterior liberação em áreas afetadas por insetos pragas.

Dermaptera (Earwings) é uma ordem cosmopolita, com representantes distribuídos principalmente no hemisfério sul, com minoria de espécies na América do Norte, Europa e Sul da Ásia (POPHAM, 2000). No Brasil, existe uma diversidade desses predadores na cultura do milho, com destaque para as espécies *Doru luteipes* Scudder (Dermaptera: Forficulidae) e *Euborellia annulipes* Lucas (Dermaptera: Anisolabididae) encontradas em diferentes regiões do país (CRUZ; OLIVEIRA, 1997; GUERREIRO; BERTI FILHO; BUSOLI, 2003). As tesourinhas são atraídas pela composição de voláteis das plantas de milho e geralmente encontradas na região do cartucho e entre as espigas (BELL *et al.*, 2020). O milho fornece um microclima favorável como alta umidade, servindo ainda de abrigo para a sobrevivência das formas jovens e adultas (PASINI *et al.*, 2010). Por serem predadores generalistas e de hábito noturno, elas se beneficiam de uma diversidade de presas alternativas, além do pólen como alimento complementar à sua dieta.

A presença de cercos não segmentados, semelhantes a um fórceps nos adultos, são utilizados para a predação, acasalamento e dobramento das asas e a presença de cromossomos holocêntricos, fornecem um bom suporte para manter a monofilia desse grupo (HASS; KUKALOVA-PECK, 2001). O corpo das tesourinhas é em geral achatado dorsoventralmente, possuem em torno de 15 a 20 mm de comprimento, abdômen musculoso e telescópico. Quando presentes, as asas são altamente especializadas. As asas anteriores são curtas e endurecidas e tégminas e as posteriores dobram-se em uma conformação de leque (HASS; KUKALOVA-PECK, 2001).

Em geral, os dermapteros são divididos em três sub ordens: Hemimerina, Arixeniina e Forficulina. Os dois primeiros grupos possuem hábitos foréticos, vivendo em mamíferos. Segundo Sakai 1982, os forficulinas são tesourinhas de vida livre e compõe um grupo de oito

famílias: Pygidicraniedae, Diplatyidade, Anisolabidae, Apachyidae, Labiduridae, Spongiphoridaem Chelisochidae e Forficulidae (POPHAM, 1965). O comportamento de seleção sexual é registrado na família Forficulidae, sendo essa uma estratégia de selecionar parceiros sexuais mais vantajosos para o desenvolvimento evolutivo. A seleção sexual pode ocorrer em duas fases: pré copulatória e pós copulatória. A seleção pré copulatória ocorre entre machos (seleção intrasexual) e o cortejo da fêmea (seleção intersexual). Os machos geralmente produzem uma quantidade maior de espermatozoides comparada a produção de óvulos, por isso eles geralmente competem pelo acesso a fêmea, enquanto elas são exigentes na escolha de seus parceiros. A seleção pós copulatória pode ocorrer pela competição espermática ou conflito sexual, por exemplo, na manipulação e remoção de espermas rivais no interior da espermateca as fêmeas (HOSKEN; STOCKLEY, 2004).

Os estudos sobre a biologia de *D. luteipes* e *E. annulipes* são escassos, o que impede o desenvolvimento de técnicas de criação massal para liberação em campo. Em nosso estudo, de forma inédita, elaboramos a tabela de vida, a fim de conhecer o ciclo de vida completo e estimamos os parâmetros biológicos de ambos os predadores. Nosso objetivo é fornecer informações essenciais para criação massal desses predadores em laboratórios, a fim de contribuir para o controle biológico como ais uma ferramenta no controle de insetos pragas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos Gerais

Dermaptera é uma ordem de insetos composta por cerca de 1.784 espécies, descritas em 182 gêneros e 11 famílias (SAKAI, 1982). Os insetos dessa ordem passam pelos estágios de ovo, ninfa e adulto, sendo considerados hemimetábolos, o que compreende uma metamorfose incompleta. São divididos em três subordens: Hemimerina, Arixeniina e Forficulina. As duas primeiras subordens são compostas por insetos vivíparos, ápteros e que possuem cercos. Os representantes dessas subordens são consideradas ectoparasitas de mamíferos, vivendo sobre o corpo desses animais, principalmente de ratos e morcegos. No Brasil não há registros dessas subordens (JARVIS; HAAS; WHITING, 2005; NAEGLE *et al.*, 2016; POPHAM, 1969; POPHAM, 2000). A ordem Forficulina possui a maioria das espécies descritas, sendo composta por oito famílias: *Pygidicranidae*, *Diplatyidae*, *Anisolabididae*, *Apachyidae*, *Labiduridae*, *Spongiphoridae*, *Chelisochidae* e *Forficulidae* (SAKAI, 1982). Os insetos pertencentes à essa subordem são conhecidos popularmente por “tesourinhas”.

As tesourinhas são consideradas espécies cosmopolitas, distribuídas amplamente pelo mundo, sua maior diversidade ocorre nos trópicos (JARVIS; HAAS; WHITING, 2005; SAKAI, 1982). Geralmente, seu corpo é longo e achatado dorsoventralmente, medindo cerca de 15 a 20 mm de comprimento. Ao final do abdômen possuem os cercos, estruturas em formato de pinça, que ao erguê-los são utilizados como defesa. Além disso, os cercos são utilizados para auxiliar na predação, acasalamento e dobramento das asas.

2.2 Aspectos comportamentais

O cuidado maternal nos dermapteros é uma das características mais marcantes desse grupo, sendo considerados insetos subsociais. Todas as tesourinhas conhecidas até os dias atuais apresentam o cuidado maternal. Esse comportamento não é comum entre os insetos e pode variar de acordo com o grau e a forma entre diferentes espécies. O cuidado com os ovos e ninfas jovens é a forma mais encontradas nos insetos, provavelmente isso ocorre devido a uma evolução a uma resposta à intensa pressão predatória (PINTO; STORCH; COSTA, 2005). As tesourinhas são predadores vorazes e exibem um comportamento muito agressivo (COELHO *et al.*, 2023).

O cuidado com sua prole se inicia antes mesmo da oviposição, com a preparação dos ninhos pelas fêmeas. Geralmente, as fêmeas buscam locais com baixa luminosidade e elevada umidade, fazem um buraco no solo e depositam seus ovos. A oviposição ocorre distante de

outras fêmeas, a fim de aumentar a segurança de sua prole. Após à oviposição, as fêmeas se mantêm em cima ou ao lado dos ovos para garantir a proteção. É raro observamos uma fêmea abandonar sua prole para ir forragear, na espécie *Labidura ripara* as fêmeas podem ficar até 12 dias sem se alimentar (TRYON JR, 1986).

A fêmeas passam a maior parte do tempo limpando os ovos com seu aparelho bucal, elas depositam uma secreção para umidificar e desinfetar os ovos. Se perceberem que o ambiente está desfavorável ou detectar alguma perturbação, transportam seus ovos com a mandíbulas e os palpos (MATZKE; KLASS, 2005). Após a eclosão, as ninfas possuem um comportamento gregário e o cuidado maternal é observado apenas nas ninfas de primeiro instar.

A prática de canibalismo e fratricídio é frequente entre estes insetos (BRICENO; EBERHARD, 1955). Após o período de cuidado, a fêmea ataca e se alimenta das ninfas mais velhas. De acordo com os experimentos laboratoriais, as tesourinhas confinadas em altas densidades, podem matar e se alimentar dos indivíduos da mesma espécie. Em insetos sociais em que há o cuidado maternal, é comum que a competição entre os indivíduos jovens seja intensa. Essa competição ocorre frequentemente em espécies inseridas em ambientes com recursos imitados ou quando a ninhada é muito grande. Essa competição intensa favorece a pressão de seleção natural, favorecendo esse comportamento mais agressivo, resultando no fratricídio.

2.3 Corte e Cópula

A grande maioria das tesourinhas apresentam um comportamento de corte, geralmente manifestado pelo macho. O contato do casal ocorre através das antenas, aparelho bucal e cercos. A duração da cópula é variável entre as espécies, e até mesmo dentro da mesma espécie. A espécie *Forficula auriculata* possui o maior tempo de cópula registrado em dermápteros, que permaneceu por até 14 horas copulando. Em contrapartida, a espécie *Euborellia plebeja* leva de um a oito minutos de cópula (KAMIMURA, 2000).

Na espécie *Doru taeniatum*, a corte dura cerca de 1 a 45 minutos, enquanto a cópula dura apenas dez minutos. Nessa espécie, as fêmeas não receptivas se afastam-se dos machos ou enconstam o abdome no chão a fim de evitar a cópula. Os machos em resposta a essas fêmeas não receptivas, permanecem próximos a elas e provocam uma vibração através de seu corpo no substrato. As fêmeas receptivas sinalizam para os machos, através do balanço do abdome e permitem que o macho permanecem o contato genital (BRICENO; EBERHARD, 1995).

2.4 Morfologia Externa

As tesourinhas apresentam corpo alongado, medindo aproximadamente entre 15 e 20 mm de comprimento, podendo alcançar até 55 mm. Apresentam abdome composto por 11 segmentos, com dois cercos que se assemelham a uma pinça. A cabeça é do tipo prognata e os olhos compostos e bem desenvolvidos. Possuem aparelho bucal do tipo mastigador, em que todas as peças assumem função na mastigação. O aparelho bucal é muito similar aos ortópteros, sendo as vezes denominados de ortopteroides Costa, Ide e Simonka (2006). As asas, quando presentes, são altamente especializadas: as posteriores possuem conformação de leque e as anteriores são curtas e endurecidas do tipo élitro (HAAS; KUKALOVÁ-PECK, 2001).

As antenas são classificadas como filiformes, podendo variar de 10 a 50 segmentos, podendo esse número variar de acordo com o desenvolvimento da espécie (COSTA LIMA, 1938). As antenas são formadas por 28 antenômeros alongados. Esse tipo de antena é considerado um dos mais primitivos, pois mesmo em ambientes iluminados, a antena é mais importante que a visão para a detecção de algum indivíduo. Em geral, insetos com hábitos noturnos possuem o estímulo tátil mais apurado, tornando-se mais importantes nesses insetos (BRICENO; EBERHARD, 1995).

2.5 O uso de Dermapteros em programas de controle biológico

Nos últimos tempos houve um crescente interesse por pesquisadores pelas tesourinhas para estudos de controle biológico. A busca por uma agricultura mais sustentável, a fim de reduzir o uso de defensivos agrícolas, permitem que esses predadores sejam um potencial aliado as ferramentas de manejo integrado de pragas. Os dermápteros são considerados predadores vorazes, sendo essa principal característica para seu sucesso nos campos agrícolas (CAMPOS *et al.*, 2011; COELHO *et al.*, 2023; REDOAN *et al.*, 2010).

Alguns estudos demonstram que as tesourinhas possuem mais sucessos na predação nas fases imaturas (ovos e formas jovens), especialmente por representantes das ordens Lepidópteras, hemípteras coleópteras e dípteras (PINTO; STORCH; COSTA, 2005). Estudos a com o predador *Euborellia annulipes*, demonstra sua preferência por instares imaturos de *Spodoptera frugiperda*, principal praga da cultura do milho. Ao comparar o consumo dos ovos e lagartas, essa espécie optou pelo consumo maior de ovos, tendo em vista a facilidade pelo menor tamanho. Porém, os ovos tornam-se menos nutritivos ao comparar com as lagartas, o que exige um maior consumo para suprirem suas necessidades nutricionais. Recentemente,

observou que essa *E. annulipes* tem grande potencial predatório para larvas de mosca das frutíferas (COELHO *et al.*, 2023)

Na espécie de *Doru luteipes* o mesmo padrão também foi encontrado, tanto em trabalhos de campos como de laboratórios. Os relatos de predação de *D.luteipes* mostram seu potencial em se alimentar de ovos e larvas de outras lagartas como *Helicoverpa zea* e uma diversidade de espécies de pulgões (CRUZ; ALVARENGA; FIGUEIREDO, 1995; GUERREIRO; FILHO; BUSOLI, 2003).

REFERÊNCIAS

- BRICENO, R. Daniel; EBERHARD, William G. **The functional morphology of male cerci and associated characters in 13 species of tropical earwigs (Dermaptera: Forficulidae, Labiidae, Carcinophoridae, Pygidicranidae)**. Smithsonian Contributions to Zoology, n. 555, 1995.
- CAMPOS, Mateus R. *et al.* **Insecticide selectivity and behavioral response of the earwig *Doru luteipes***. Crop Protection, v. 30, n. 12, p. 1535-1540, 2011.
- COELHO, Rosamara S. *et al.* **Predation potential of the earwig *Euborellia annulipes* on fruit fly larvae and trophic interactions with the parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata***. Journal of Applied Entomology, v. 147, n. 2, p. 147-156, 2023.
- COSTA, Cleide; IDE, Sergio; SIMONKA, Carlos Estevão. **Insetos imaturos: metamorfose e identificação**. Editora Holos, 246 p., 2006.
- CRUZ, Ivan; ALVARENGA, Clarice D.; FIGUEIREDO, Pedro E. F. **Biologia de *Doru luteipes* (scudder) e sua capacidade predatória de ovos de *Helicoverpa zea* (boddie)**. An. Soc. Entomol. Brasil, v. 24, n. 2, 1995.
- GUERREIRO, Júlio César; FILHO, Evonco Berti; BUSOLI, Antônio Carlos. **Ocorrência estacional de *Doru luteipes* na cultura do milho em São Paulo, Brasil**. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, n. 70, p. 46-49, 2003.
- HAAS, Fabia; KUKALOVA-PECK, Jarmila. **Dermaptera hindwing structure and folding: new evidence for familial, ordinal and superordinal relationships within Neoptera (Insecta)**. European Journal of Entomology, v. 98, n. 4, p. 445-510, 2001.
- JARVIS, Karl J.; HAAS, Fabian; WHITING, Michael F. **Phylogeny of earwigs (Insecta: Dermaptera) based on molecular and morphological evidence: reconsidering the classification of Dermaptera**. Systematic Entomology, v. 30, n. 3, p. 442-453, 2005.
- KAMIMURA, Yoshitaka. **Possible removal of rival sperm by the elongated genitalia of the earwig, *Euborellia plebeja***. Zoological Science, v. 17, n. 5, p. 667-672, 2000.
- MATZKE, Danilo; KLASS, Klaus-Dieter. **Reproductive biology and nymphal development in the basal earwig *Tagalina papua* (Insecta: Dermaptera: Pygidicranidae), with a comparison of brood care in Dermaptera and Embioptera**. Entomologische Abhandlungen, v. 62, n. 2, p. 99-116, 2005.
- NAEGLE, Michael A. *et al.* **Reassessing the phylogenetic position of the epizoic earwigs (Insecta: Dermaptera)**. Molecular Phylogenetics and Evolution, v. 100, p. 382-390, 2016.
- PINTO, Diego Moscarelli; STORCH, Gustavo; COSTA, Marcos. **Biologia de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Forficulidae) em laboratório**. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, v. 4, n. 8, p. 1-7, 2005.
- POPHAM, Edward J. **Rates of evolution in the Dermaptera**. Entomologist, v. 102, p. 75-79, 1969.
- POPHAM, Edward J. **The geographical distribution of the Dermaptera (Insecta) with reference to continental drift**. Journal of Natural History, v. 34, n. 10, p. 2007-2027, 2000.

REDOAN, A. C. *et al.* **Efeito de inseticidas usados na cultura do milho (*Zea mays* L.) sobre ninfas e adultos de *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: forficulidae) em semicampo.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 9, n. 3, p. 223–235, 2010.

SAKAI, Seiroku. **A new proposed classification of the Dermaptera with special reference to the check list of the Dermaptera of the world.** Bulletin of Daito Bunka University, v. 20, p. 1-108, 1982.

TRYON JR, Earl H. **The striped earwig, and ant predators of sugarcane rootstock borer, in Florida citrus.** Florida Entomologist, p. 336-343, 1986.

CAPÍTULO 1

BIOLOGY AND LIFE TABLE OF *Doru luteipes* and *Euborellia annulipes* (DERMAPTERA)

RESUMO

Predadores da ordem Dermaptera presentes em cultivos de milho predam diferentes espécies de pragas como *Spodoptera frugiperda*. Desse modo, estes insetos apresentam um potencial para o controle biológico aplicado. Contudo, aspectos biológicos, em condições de criação e multiplicação massal, ainda são desconhecidas. Neste trabalho, determinamos aspectos biológicos de duas espécies de tesourinhas, *Doru luteipes* e *Euborellia annulipes*, utilizando técnicas de tabela de vida. Encontramos diferenças na biologia de cada espécie entre as populações durante a fase jovem e adulta e quanto ao sexo. O 5º instar foi encontrado nas espécies de *E. annulipes*. Detectamos uma aceleração no tempo de desenvolvimento durante a fase jovem nas espécies *D. luteipes* no campo e a presença de seleção sexual. Os parâmetros de história de vida mostraram diferenças apenas em R_0 e T . Nossos resultados indicam que ambas as espécies de predadores apresentam um bom desempenho em condições artificiais de criação e com potencial para criação massal.

Palavras-chave: Tesourinhas. Milho. Predadores. *Spodoptera frugiperda*.

ABSTRACT

Dermaptera predators present in corn crops prey on different species of pests such as *Spodoptera frugiperda*. Thus, these insects have a potential for applied biological control. However, biological aspects, under conditions of mass breeding and multiplication, are still unknown. In this work, we determined biological aspects of two earwig species, *Dorus luteipes* and *Euborellia annulipes*, using life table techniques. We found differences in the biology of each species between populations during the juvenile and adult stages and in terms of sex. The 5th instar was found in *E. annulipes* species. we detected an acceleration in the development time during the young phase in the *D. luteipes* species in the field and the presence of sexual selection. Life history parameters showed differences only in R_0 and T . Our results indicate that both predator species perform well under artificial rearing conditions and with potential for mass rearing.

Keywords: Earwings. Corn. Predators. *Spodoptera frugiperda*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta e Criação de Insetos

A coleta dos insetos ocorreu durante a safra 2018-2019 em uma área localizada na região de Madre de Deus de Minas (21° 29' 2" S, 44° 19' 58" W, 985 m altitude e clima tropical das montanhas) no estado de Minas Gerais, Brasil. Esta área é caracterizada pela produção de milho transgênico e uso intensivo de defensivos agrícolas, como fungicidas, herbicidas e inseticidas. Consideramos nessa investigação, todas as diretrizes internacionais, nacionais e institucionais aplicáveis para o cuidado e manuseio dos insetos. Não foram necessárias permissões específicas para esses locais / atividades, pois não envolviam espécies ameaçadas ou protegidas.

Os insetos foram coletados em plantas de milho transgênico, principalmente na haste central e nas primeiras camadas de palhas da espiga. Em torno de 100-150 indivíduos de diferente instar e espécie, foram levados e mantidos no laboratório Molecular Entomology and Ecotoxicology (MEET), localizado na Universidade Federal de Lavras. Os insetos foram mantidos sob condições controladas de temperatura 25 ± 2 °C, $75 \pm 5\%$ de UR e um fotofase de 14 h até a realização dos experimentos. A dieta artificial foi composta por 35% de ração para gato; 27% de germe de trigo; 23% de levedo de cerveja; 14% de leite em pó; 0,5% de Nipagin, 0,5% de Ácido sórbico, batidos no liquidificador até virar um pó homogêneo (CRUZ, 2000).

3.2 Ensaio da biologia e seleção sexual dos predadores

No laboratório, as fêmeas foram separadas em um recipiente de plástico (500ml) de acordo com a espécie. Devido ao cuidado maternal presente na ordem Dermaptera, as ninfas foram separadas das mães após 24 horas da eclosão, a fim de diminuir a taxa de mortalidade. As ninfas de *E. annulipes* (n= 70) e *D. luteipes* (n= 60) referentes a progênie F1, foram individualizadas e confinadas em recipientes plásticos (500ml) vedados com tampa revestida em *voile*, contendo dieta artificial, algodão umedecido (fonte de umidade e substrato de oviposição) e canudos plásticos (substrato de oviposição). Nós avaliamos diariamente cada recipiente referente a espécie e a mudança de instar foi determinada pela presença de exúvia.

Ao atingir a fase adulta, separamos machos e fêmeas através das diferenças morfológicas encontradas nos últimos segmentos abdominais, modificadas em forma de cercos. De forma randomizada, a partir da emergência dos adultos, confinamos um casal por recipiente. Sendo assim, cada repetição consistiu em cada recipiente contendo um casal de acordo com a espécie, seguindo a metodologia de criação descrita para fase jovem. As avaliações de *E. annulipes* (n = 19) e *D. luteipes* (n = 14), ocorreram a cada quatro dias para

verificar a presença e o número de ovos. Posteriormente, as ninfas foram contabilizadas e inseridas nas gaiolas de criação do laboratório. Durante o período reprodutivo, analisamos as três etapas da oviposição, a fim de determinar o pico de oviposição das espécies. Para a etapa de pré-oviposição consideramos a data de emergência do adulto subtraindo a data da primeira oviposição; etapa de oviposição a data da última oviposição subtraindo a data da primeira oviposição e pós oviposição a data da última oviposição até a morte.

O comportamento de seleção sexual é característico da espécie *D. luteipes*. Nesse experimento, rotacionamos os machos entre as fêmeas dessa espécie, permanecendo confinados por cinco dias em uma tentativa de acasalamento. Passado esse período, se encontrado ovos, esse macho foi considerado parceiro fixo (não rotacionava) dessa fêmea, formando um casal. A cada rotação, evitamos oferecer o mesmo macho para a mesma fêmea. Na espécie de *E. annulipes* essa etapa não foi necessária, pois detectamos uma aceitação imediata de seu parceiro sexual.

3.3 Estimadores da taxa potencial de crescimento populacional

Os registros da biologia dos predadores das espécies em estudo, forneceram dados essenciais para estimar o potencial de crescimento populacional. Através do ensaio citado na seção anterior, foi possível determinar a idade e proporção sobrevivente da coorte a fase adulta, a proporção de sexo e número de fêmeas produzidas por fêmeas (SHUSTER, 2009). De acordo com esses dados, foi possível estimar os parâmetros da tabela de vida para cada espécie, como a taxa de reprodução líquida (R_0), a taxa intrínseca de aumento populacional (r_m) e o tempo de desenvolvimento de uma geração.

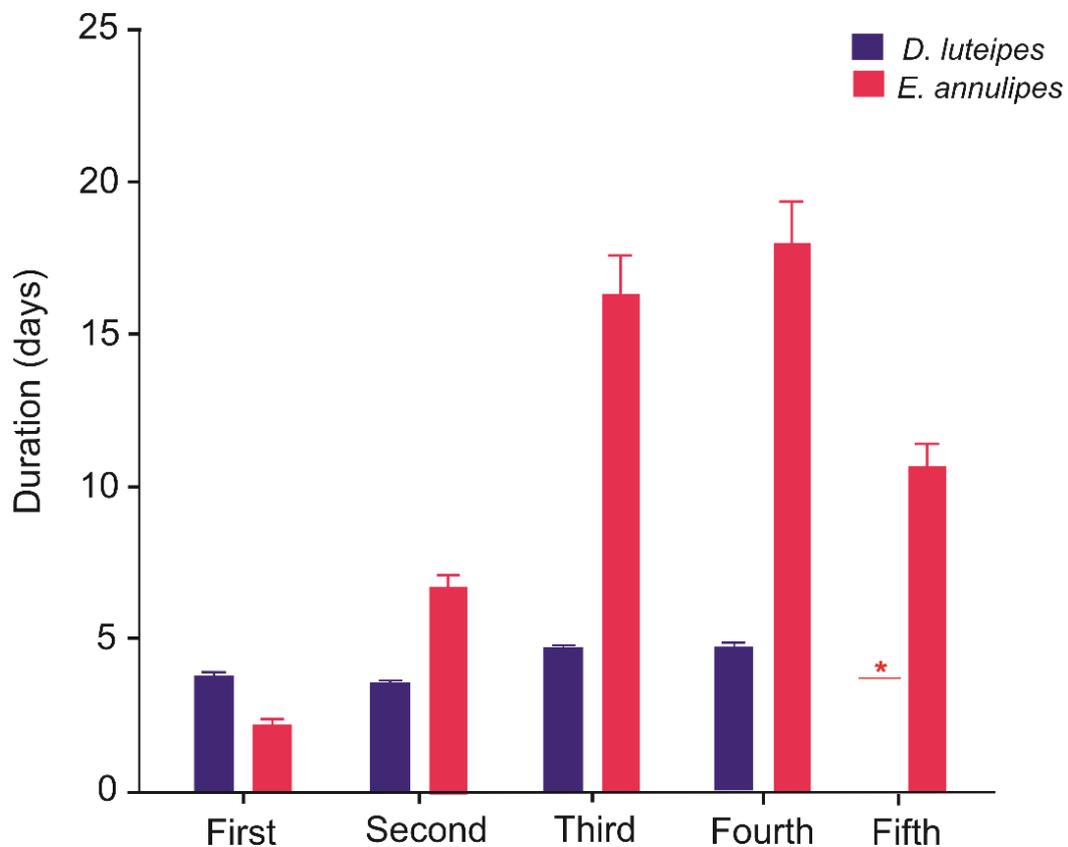
3.4 Análises Estatísticas

Nós usamos estatística descritiva para apresentar o tempo médio de desenvolvimento gasto por cada instar em ambas as espécies. Não realizamos comparações de médias entre espécies, pois *E. annulipes* apresentou um instar a mais (5st) durante seu desenvolvimento. A duração média do tempo de desenvolvimento gasto por instar, tempo de desenvolvimento gasto por sexo em cada fase de desenvolvimento e picos de oviposição, foram analisados utilizando modelos lineares generalizados (GLMs). Os dados foram ajustados a família quasipoisson, para correção da overdispersão. Todas as análises de bioensaio da biologia foram realizadas usando o software Rstudio[®] (2015). Finalmente, estimamos a taxa de reprodução líquida (R_0), a taxa intrínseca de aumento populacional (r_m) e o tempo de desenvolvimento de uma geração, através de estimadores de Jackknife (SAS INSTITUTE, 2009).

4 RESULTADOS

Doru luteipes apresentou variação quanto ao número médio de dias necessários para a mudança de instar: primeiro instar (média \pm SE) ($\bar{x} = 3,75 \pm 0,14$), segundo ($\bar{x} = 3,51 \pm 0,15$), terceiro ($\bar{x} = 4,57 \pm 0,17$) e quarto ($\bar{x} = 8,66 \pm 0,73$). Para *E. annulipes*, esses valores foram de: primeiro instar ($\bar{x} = 3,34 \pm 0,17$), segundo ($\bar{x} = 6,65 \pm 0,37$), terceiro ($\bar{x} = 16,19 \pm 1,14$), quarto ($\bar{x} = 17,97 \pm 1,16$) e quinto ($\bar{x} = 10,60 \pm 1,01$) dias. Até a formação de casais fixos rotacionamos os machos entre fêmeas em uma média de 20 vezes. Diferentemente, *E. annulipes* apresentou um instar a mais, 5st instar, durante a fase jovem (FIGURA 1).

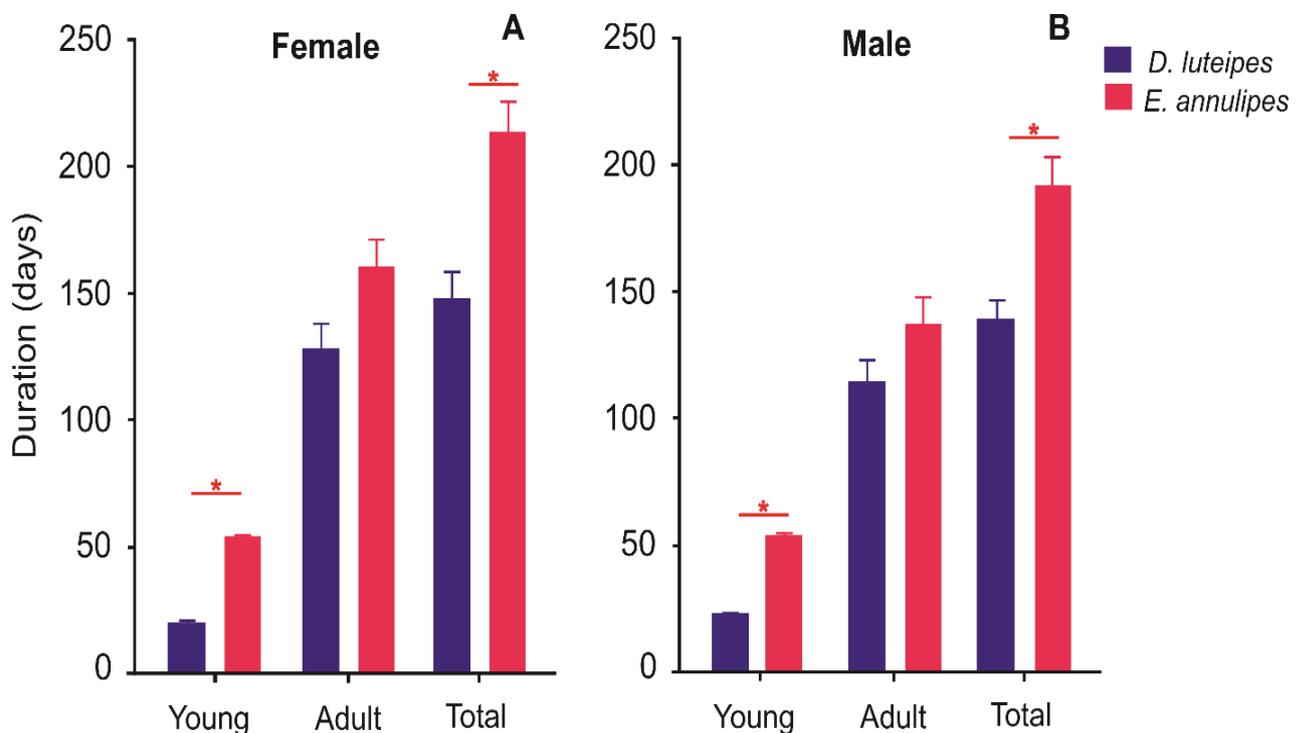
Figura 1 – Duração média do tempo (dias) de desenvolvimento gasto por instar em cada espécie. O asterisco representa a ausência de instar encontrada na espécie de *D. luteipes*. As barras representam as médias e erro padrão.



Fonte: Da autora (2022).

Diferenças significativas foram encontradas ao comparar as fases de desenvolvimento entre as espécies, e de acordo com o sexo. *D. luteipes* durante a fase jovem, gastou aproximadamente metade do tempo (dias) para atingir a fase adulta, tanto para fêmeas ($F = 573,97$; $df = 1,31$; $p < 0,001$) quanto para machos ($F = 386,47$; $df = 1,31$; $p < 0,001$). No entanto, no tempo de desenvolvimento total houve uma compensação na espécie *E. annulipes*, tanto em fêmeas ($F = 16,87$; $df = 1,31$; $p < 0,001$) e machos ($F = 13,41$, $df = 1,31$, $p < 0,001$). A duração da fase adulta entre as espécies não apresentou diferenças significativas para fêmeas ($F = 4,12$; $df = 1,31$; $p = 0,06$) e machos ($F = 2,23$; $df = 1,31$; $p = 0,14$). No geral, o tempo médio do ciclo de vida de *E. annulipes* foi maior para fêmeas ($\bar{x} = 213,21 \pm 11,43$) e machos ($\bar{x} = 191,36 \pm 11,39$) quando comparado com fêmeas ($\bar{x} = 147,35 \pm 10,85$) e machos ($\bar{x} = 137,71 \pm 8,38$) de *D. luteipes* (FIGURA 2A e 2B).

Figura 2 – Tempo de desenvolvimento gasto durante a fase jovem, adulta e o tempo de desenvolvimento total dos predadores *D. luteipes* e *E. annulipes* quanto ao sexo. A) fêmeas e B) machos. As barras representam as médias e erro padrão.

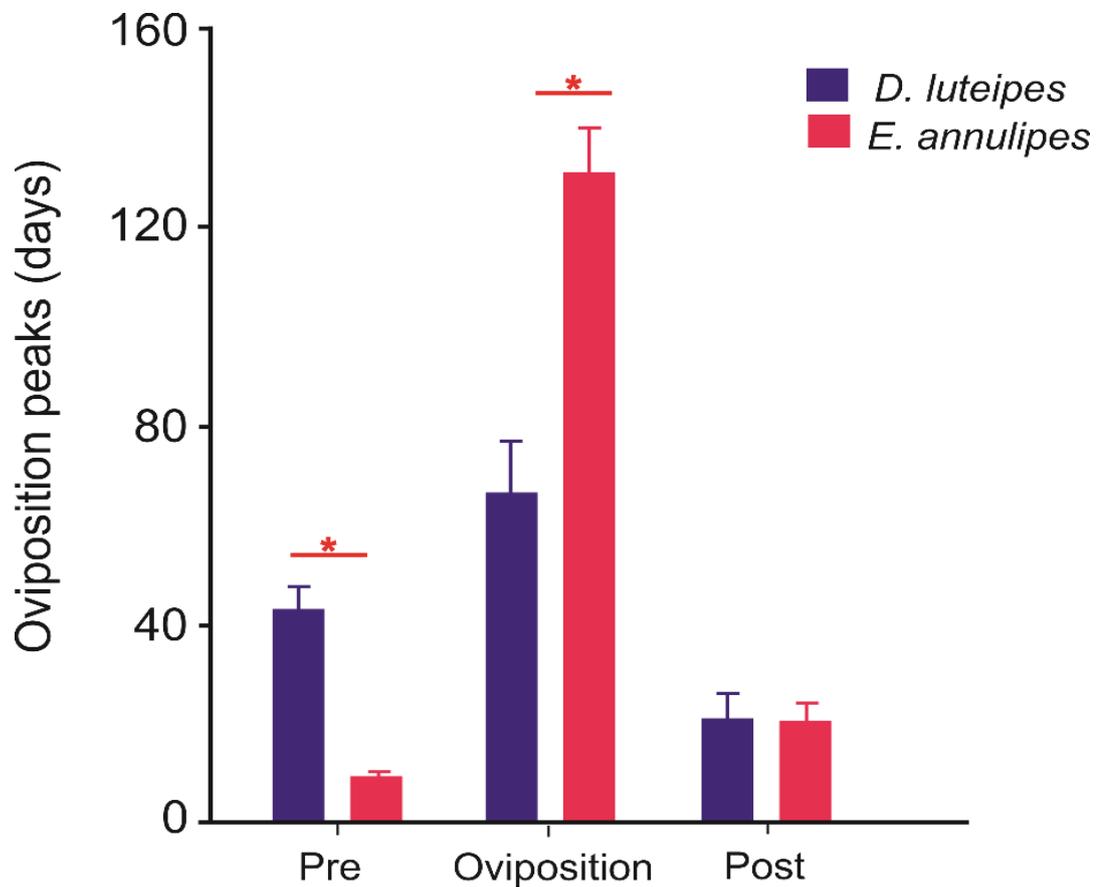


Fonte: Da autora (2022).

As análises das fases de oviposição apresentaram diferenças significativas nas fases de pré oviposição ($F = 79,51$; $df = 1,31$; $p < 0,001$) e oviposição ($F = 19,65$; $df =$

1,31; $p < 0,001$). O pico de oviposição de *D. luteipes* foi em média ao 66º dia ($\bar{x} = 66,64 \pm 10,32$) e *E. annulipes* ao 130º ($\bar{x} = 130,57 \pm 9,51$). O período de pós oviposição ($F = 0,12$; $df = 1,31$; $p > 0,05$) foi similar entre as espécies, não apresentando diferenças significativas (FIGURA 3).

Figura 3 – Picos de oviposição fases de oviposição (pré-oviposição, oviposição e pós oviposição) das fêmeas de *D. luteipes* e *E. annulipes* em dias. As barras representam as médias e erro padrão.

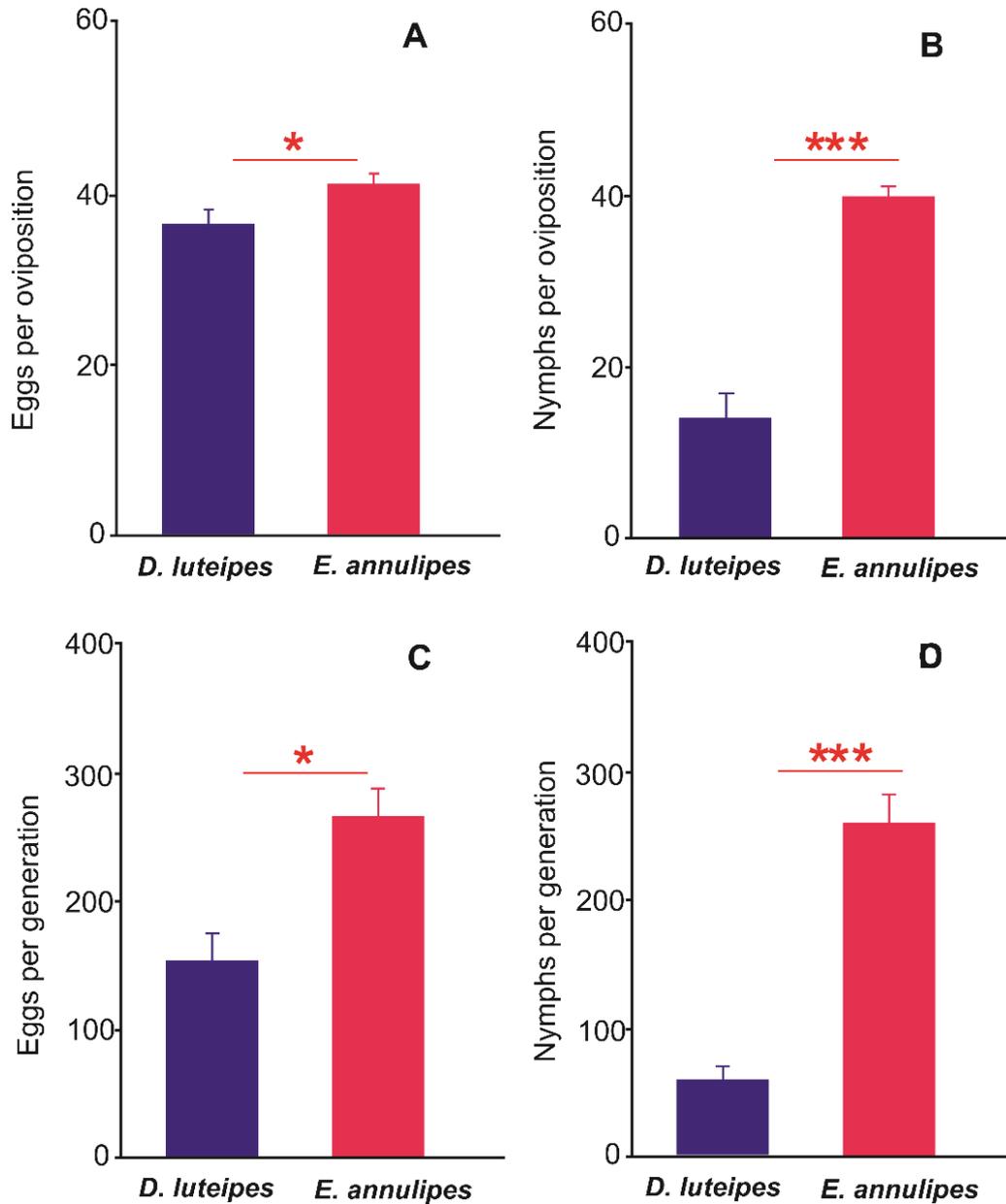


Fonte: Da autora (2022).

Encontramos diferenças significativas ao comparamos o número de ovos por oviposição ($F = 4,17$; $df = 1,31$; $p < 0,005$), na viabilidade através da eclosão das ninfas ($F = 46,92$; $df = 1,31$; $p < 0,001$) e na taxa de eclosão de ninfas ($F = 61,63$; $df = 1,31$; $p < 0,001$) entre as espécies em estudo. entre as espécies. Em contrapartida, não foram encontradas diferenças significativas no número de ovos por geração ($F = 11,72$; $df =$

1,31; $p < 0,05$). Obtivemos resultados significativos para todas as análises, porém encontramos valores bem expressivos para a média de ninfas por oviposição quanto em uma geração. A média de ovos ovipositados por fêmea de *D. luteipes* ($\bar{x} = 36,14 \pm 1,89$) foi menor que *E. annulipes* de ($\bar{x} = 45,47 \pm 3,81$). A média de ovos ovipositados em uma geração por fêmea de *D. luteipes* ($\bar{x} = 152,75 \pm 21,97$) e *E. annulipes* ($\bar{x} = 293 \pm 25,76$). O total de ninfas eclodida por fêmea foi de ($\bar{x} = 13,80 \pm 3,82$) e ($\bar{x} = 39,79 \pm 1,36$) de *D. luteipes* e *E. annulipes*, respectivamente.

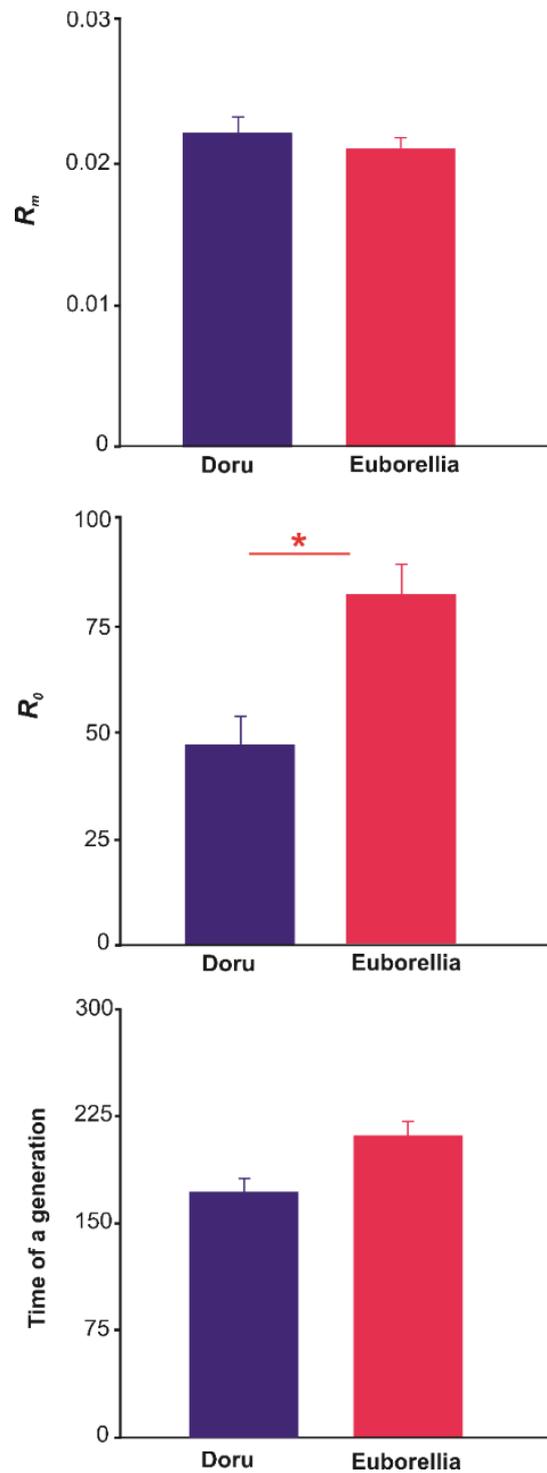
Figura 4 – Médias de ovos e ninfas por oviposição e uma geração nas espécies de *D. luteipes* e *E. annulipes*. A) média de ovos ovipositados por fêmeas; B) número de ninfas eclodidas; C) número de ovos ovipositados ao longo de uma geração e D) número de ninfas por geração.



Fonte: Da autora (2022).

A média de ninfas deixadas por uma geração de *D. luteipes* ($\bar{x} = 58,21 \pm 11,10$) e ($\bar{x} = 258,36 \pm 22,77$) por fêmeas de *E. annulipes*. Através das análises dos dados da tabela de vida, não encontramos diferenças quanto as taxas intrínsecas de aumento populacional (r_m) e tempo de uma geração (T), calculadas para coortes das espécies. Entretanto, a taxa líquida de crescimento (r_0) foi aproximadamente o dobro para *E. annulipes* comparada a *D. luteipes*, produzindo assim um número superior de fêmeas por dia.

Figura 5 – Parâmetros da tabela de vida das espécies *D. luteipes* e *E. annulipes*. R_0 : Taxa intrínseca de crescimento; r_m : Taxa líquida de reprodução e T : tempo de geração.



Fonte: Da autora (2022).

5 DISCUSSÃO

Nossos resultados mostraram que o ciclo de vida de *E. annulipes* é mais longo quando comparado a espécie *D. luteipes*, independentemente do sexo. Ao analisarmos as fases de desenvolvimento isoladamente, é notável que há uma aceleração no desenvolvimento das fêmeas e machos, para atingirem a fase adulta. Acreditamos que essa aceleração em ambos os

sexos de *D. luteipes*, esteja diretamente relacionada com o processo de seleção sexual, produzindo em um curto período, uma diversidade fenotípica dentro e entre os sexos (WADE; SHUSTER, 2004). Essa pode ser uma estratégia das fêmeas em reduzir a competitividade na busca por parceiro sexual ou uma seletividade por características de interesse. Visivelmente, o tamanho dos cercos dos machos difere entre cada indivíduo da mesma espécie. Nós não analisamos a interferência do tamanho dos cercos dos machos com a aceitação das fêmeas e parâmetros reprodutivos, sendo esses mecanismos que necessitam de maiores investigações, pois as diferenças nas estratégias de acasalamento são marcadas pelo sucesso na produção da prole (WADE; SHUSTER, 2004; SHUSTER, 2009).

Em contrapartida, ambos sexos de *E. annulipes* gastam o dobro do tempo para atingirem a mesma fase e ainda possuem um instar a mais, contribuindo para esse longo período de desenvolvimento durante a fase jovem. Essa espécie não possui asas, sendo essa uma característica perdida ao longo do processo evolutivo. Como consequência, a ausência de asas torna-se um fator limitante para a migração, evitando assim esses predadores adultos ocupem nichos ecológicos mais distantes, reduzindo as chances de encontrar novos parceiros de acasalamento (EDMUNDS, 1992). Nesse estudo, não encontramos seleção sexual em *E. annulipes*, pois verificamos a aceitação imediata dessas fêmeas por seus parceiros sexuais. Durante a diversificação dos insetos, o evento mais importante é considerado a evolução das asas, apesar da perda das asas ter ocorrido em quase todas as ordens de pterigotos. Geralmente, com a perda das asas pode haver um investimento em aumento da fecundidade feminina, sendo essa uma das vantagens adaptativas em decorrência da perda (GROSS, 1996). De acordo com nossos resultados, sugerimos que possa ter ocorrido um trade off em apteria, tendo em vista que isso já ocorreu em outras ordens, como Phasmatodea (ROFF, 1994; WHITING; BRADLER; MAXWELL, 2003). No entanto, esta hipótese poderá ser testada em futuras investigações.

6 CONCLUSÃO

Em nosso estudo, os resultados analisados da tabela de vida, apontam que as espécies se comportam de forma similar quanto ao crescimento populacional. A partir dos valores de R encontrados, podemos inferir que as populações crescem de forma ascendente, pois os valores de R foram positivos e maiores que um. *E. annulipes* demonstrou que o número de fêmeas por geração é superior, corroborando com os dados reprodutivos dessa espécie.

Durante a experimentação não encontramos dificuldades na criação, manutenção e multiplicação sob condições artificiais e controladas. Recomendamos que estudos da capacidade predatória possui grande importância, sendo complementar as informações deste estudo. Consideramos esta pesquisa básica, mas de grande importância para o entendimento da biologia desses predadores, contribuindo para a implementação de protocolos, visando a criação massal em laboratórios e futura liberação em campo para controle de pragas de importância agrícola, principalmente *S. frugiperda* no milho. Com isso, buscamos agregar novas informações em estudos desta ordem, que tem se mostrado grande potencial, por ser mais uma ferramenta para o controle biológico, aliado ao manejo integrado de pragas.

REFERÊNCIAS

- ALBAJES, Ramon; LUMBIERRES, Belén; PONS, Xavier. **Two heteropteran predators in relation to weed management in herbicide-tolerant corn**. *Biological Control*, v. 59, n. 1, p. 30-36, 2011.
- BATUECAS, Iván *et al.* **Molecular tracking of insect dispersal to verify arthropod predator movement from an alfalfa field to a peach orchard**. *Biological Control*, v. 158, p. 104506, 2021.
- BELL, Kim *et al.* **Predatory earwigs are attracted by herbivore-induced plant volatiles linked with plant growth-promoting rhizobacteria**. *Insects*, v. 11, n. 5, p. 271, 2020.
- CRUZ, I. **Métodos de criação de agentes entomófagos de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)**. *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*, p. 112-114, 2000.
- CRUZ, Ivan; OLIVEIRA, Antônio C. **Flutuação populacional do predador *Doru luteipes* Scudder em plantas de milho**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 32, n. 4, p. 363-368, 1997.
- EDMUNDS, Malcolm. **Flightlessness in insects**. *Trends in ecology & evolution*, v. 7, n. 12, p. 421, 1992.
- GROSS, Mart R. **Alternative reproductive strategies and tactics: diversity within sexes**. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 11, n. 2, p. 92-98, 1996.
- GUERREIRO, Júlio César; BERTI FILHO, E.; BUSOLI, Antonio Carlos. **Ocorrência estacional de *Doru luteipes* na cultura do milho em São Paulo, Brasil**. *Manejo Intergrado Plangas y Agroecologia*, v. 70, 2003.
- HAAS, Fabian; KUKALOVA-PECK, Jarmila. **Dermaptera hindwing structure and folding: new evidence for familial, ordinal and superordinal relationships within Neoptera (Insecta)**. *European Journal of Entomology*, v. 98, n. 4, p. 445-510, 2001.
- HOSKEN, David J.; STOCKLEY, Paula. **Sexual selection and genital evolution**. *Trends in ecology & evolution*, v. 19, n. 2, p. 87-93, 2004.

- OUYANG, Fang *et al.* **Maize benefits the predatory beetle, *Propylea japonica* (Thunberg), to provide potential to enhance biological control for aphids in cotton.** PLoS One, v. 7, n. 9, p.1–16, 2012.
- PASINI, Amarildo *et al.* **Exigências térmicas de *Doru lineare* Eschs. e *Doru luteipes* Scudder em laboratório.** Ciência Rural, v. 40, p. 1562-1568, 2010.
- POPHAM, Edward J. **The functional morphology of the reproductive organs of the Common earwing (*Forficula auricularia*) and other Dermaptera with reference to the natural classification of the order.** In: Proceedings of the Zoological Society of London. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd, p. 1- 43, 1965.
- POPHAM, Edward J. **The geographical distribution of the Dermaptera (Insecta) with reference to continental drift.** Journal of Natural History, v. 34, n. 10, p. 2007-2027, 2000.
- ROFF, Derek A. **The evolution of flightlessness: is history important?.** Evolutionary Ecology, v. 8, p. 639-657, 1994.
- RSTUDIO. **RStudio: integrated development for R.** p. 14, 2015.
- SAKAI, Seiroku. **A new proposed classification of the Dermaptera with special reference to the check list of the Dermaptera of the world.** Bulletin of Daito Bunka University, v. 20, p. 1-108, 1982.
- SAS INSTITUTE. **SAS institue.** version 9.1, 2009.
- SHUSTER, Stephen M. **Sexual selection and mating systems.** Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 106, n. 1, p. 10009-10016, 2009.
- STERN, V. M. *et al.* **The Integrated Control Concept.** J Agric Sci., v. 59, p. 81-102, 1959.
- WADE, Michael J.; SHUSTER, Stephen M. **Sexual selection: harem size and the variance in male reproductive success.** The American Naturalist, v. 164, n. 4, p. E83-E89, 2004.
- WHITING, Michael F.; BRADLER, Sven; MAXWELL, Taylor. **Loss and recovery of wings in stick insects.** Nature, v. 421, n. 6920, p. 264-267, 2003.

CAPÍTULO 2

DESCRIÇÃO DO APARELHO REPRODUTOR FEMININO E MASCULINO DO PREDADOR *Euborellia annulipes*

RESUMO

Euborellia annulipes é pertencente à família Anisolabididae e possui como principal característica, a ausência de asas. São insetos de hábitos noturnos e onívoros, com grande potencial de predação de diversas espécies agrícolas. Nesse estudo, descrevemos o aparelho reprodutor feminino e masculino da espécie *E. annulipes*. Os insetos foram coletados em cultivos de milho e levados para análises morfológicas. Através de técnicas de histoquímica, detectamos a presença de grânulos de proteínas e carboidratos nos oócitos em desenvolvimento. O desenvolvimento dos oócitos no interior dos ovariolos ocorre de forma assincrônica, pois foram encontrados em diferentes graus de maturação. As fêmeas possuem apenas cinco ovariolos em cada ovário. Os machos possuem canal deferente pós vesiculares, sendo contínuo até a formação do canal ejaculatório. Até aqui, o aparelho reprodutor de machos e fêmeas dessa espécie não haviam sido descrito. Acreditamos que nosso trabalho possa auxiliar pesquisas futuras e contribuir para a criação massal desse potencial predador de diversas pragas agrícolas.

Palavras- chaves: Tesourinhas. Oócitos. Morfologia. Ovariolos.

ABSTRACT

Euborellia annulipes belongs to the Anisolabididae family and its main characteristic is the absence of wings. They are nocturnal and omnivorous insects, with great potential for predation on several agricultural species. In this study, we describe the female and male reproductive system of the species *E. annulipes*. The insects were collected in corn crops and taken for morphological analysis. Through histochemical techniques, we detected the presence of protein and carbohydrate granules in the developing oocytes. The development of oocytes within the ovarioles occurs asynchronously, as they were found in different degrees of maturation. Females have only five ovarioles in each ovary. Males have a post-vesicular vas deferens, which is continuous until the ejaculatory duct is formed. Until now, the reproductive system of males and females of this species had never been described. We believe that our work can help future research and contribute to the mass creation of this potential predator of several agricultural pests.

Keywords: Earwigs. Oocytes. Morphology. Ovarioles.

1 INTRODUÇÃO

Ao redor do mundo, são conhecidas em média 2.000 espécies de tesourinhas, sendo dívidas em 11 famílias da ordem Dermaptera (JARVIS; HAAS; WHITING, 2005; ZHANG, 2013). Os representantes dessa ordem possuem ciclo de desenvolvimento hemimetábolos e possuem apêndices abdominais denominados de cercos (FOOTTIT; ADLER, 2009; KOCAREK; JOHN; HULVA, 2013). *Euborellia annulipes* é pertencente à família Anisolabididae e possui como principal característica, a ausência de asas. Possuem hábitos noturno e são onívoras, com grande potencial de predação de algumas pragas agrícolas, como pulgões, lagartas do milho *Spodoptera frugiperda* e até mesmo mosca das frutas (COELHO *et al.*, 2023).

As tesourinhas são espécies cosmopolitas e devido a sua elevada capacidade de oviposição aliada ao cuidado maternal com ninfas de primeiros instares, tornam-se atrativas para estudos de controle biológico (RANKIN *et al.*, 1996). Fêmeas de *E. annulipes* já demonstram potenciais de predação em casas de vegetação na Europa, no controle das traças-das-crucíferas, *Plutella xylostella*, e no sul da Argentina no controle de ovos de *Aedes Aegyptii*. (NUNES *et al.*, 2019).

O aparelho reprodutor feminino dos insetos geralmente é composto, por um par de ovários, ovidutos laterais conectados a um oviduto comum, conectados a vagina, na qual se liga o duto da espermateca. Em algumas espécies possuem glândulas acessórias a (CHAPMAN, 1998). Cada ovário é formado por estruturas alongadas, os ovaríolos, cujo número e fisiologia estão relacionados com a produção de ovos (MAZURKIEWICZ; KUBRAKIEWICZ, 2003). Os ovários ainda podem ser classificados como meroístico e panoístico. Na maioria das espécies de dermapteros descritos atualmente, em sua maioria possuem os ovários meroísticos politrófico, com a presença de uma célula nutridora (trofócitos) conectadas a cada oócito.

Em machos o aparelho reprodutor é formado por um par de testículos, podendo variar os números de folículos presentes em cada um, vasos deferentes, vesícula seminal e canal ejaculatório. Além disso podem possuir glândulas acessórias. Entretanto, os danos ocasionados nos sistemas reprodutivos tanto de machos quanto de fêmeas, podem afetar diretamente a densidade populacional e manutenção dessas populações nas áreas. Como consequência, pode ocorrer um desequilíbrio ecológico no ambiente, trazendo prejuízos econômicos e ambientais (MAKSOUUD *et al.*, 2020; MOREIRA *et al.*, 2018).

A caracterização da genitália masculina e feminina tem sido muito utilizada para estudos de filogenia e taxonomia. Conhecer as estruturas internas da espécie facilita as investigações,

uma vez que temos material base para compararmos. Nosso estudo é base, no qual descrevemos o aparelho reprodutor feminino e masculino da espécie *E. annulipes*, a fim de trazer mais conhecimento sobre uma espécie com grande potencial de ser mais uma ferramenta ao controle biológico no manejo integrado de pragas. Estudos como esses são importantes para uma possível criação massal e liberação desses predadores no campo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do Experimento

Aproximadamente 50 Fêmeas com posturas foram retiradas da criação do laboratório de Entomologia Molecular e Ecotoxicologia (MEET) da Universidade Federal de Lavras e levadas para Biologia Celular e Ultraestrutura da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Todas as fêmeas foram mantidas em uma única gaiola na presença de água, alimento e substrato de oviposição. A gaiola foi mantida em B.O.D a 32 ± 2 °C com umidade 71% até a emergência dos adultos. Os experimentos foram realizados com a segunda geração de adultos.

2.2 Morfologia e histologia dos aparelhos reprodutores

Fêmeas e machos adultos de *E. annulipes* foram individualizados em placas de Petri contendo tampão de fosfato de sódio (PBS) 0,1 M (pH 7,2) e anestesiados a 0 °C por 4 minutos para remoção do aparelho reprodutor feminino (n= 20) e masculino (n= 20). As amostras foram fixadas em glutaraldeído 2,5% por 24 horas. 5 aparelhos reprodutores de fêmeas e machos foram utilizados para análise morfológica do aparelho reprodutor completo fotografado em um estereomicroscópio Zeiss Discovery V-20 acoplado a uma câmera Zeiss AxioCam MRc.

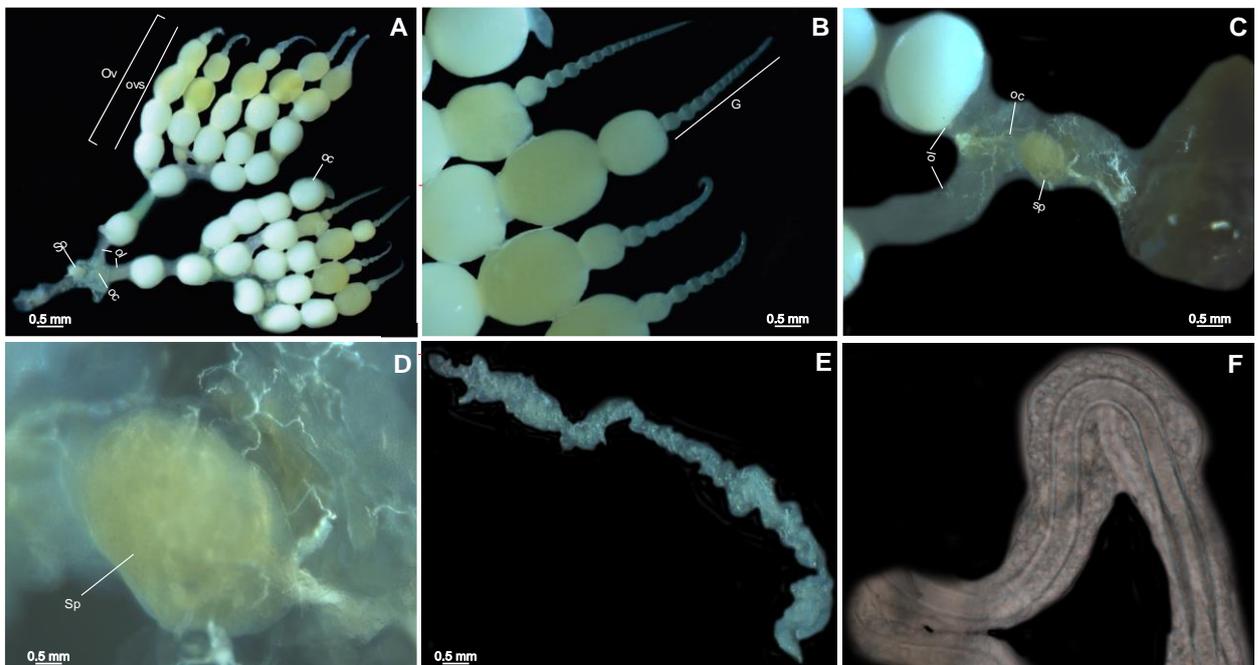
As demais amostras fixadas, foram desidratadas em uma série de etanol graduado (70-100%) e embebidos em historesina (Leica). Cortes histológicos de 3µm de espessura foram seccionados em um micrótomo RM2255 (Leica, Wetzlar, Alemanha). Os cortes foram corados com diferentes técnicas: coloração com hematoxilina e eosina; reação do ácido periódico de Schiff (PAS) para a detecção de glicoproteínas neutras, carboidratos e glicoconjugados (SUVARNA; LAYTON; BANCROFT, 2018) e azul de bromofenol, para detecção de proteína total (WEI; LI; TONG, 1996). Por fim, as amostras foram montadas com Entellan® (Merck, Darmstadt, Alemanha) e analisadas em um microscópio de luz BX-60 acoplado a uma câmera digital Q-Color 3 (Tóquio, Japão).

3 RESULTADOS

3.1 Aparelho reprodutor feminino

O aparelho reprodutor feminino do predador *E. annulipes* localiza-se na porção dorsoventral do abdome. É composto por um par de ovários conectados por ovidutos laterais a um oviduto comum, que termina na vagina onde conecta-se o ducto da espermateca, com ausência de glândulas acessórias. (FIGURA 1A). Os ovários são do tipo pectinado, sendo compostos por cinco longos ovariólos. Cada ovariolo possui regiões bem definidas, sendo possível a distinção do filamento terminal, germário, vitelário e pedicelo (FIGURA 1B). Em um primeiro instante, a espermateca possui formato arredondado, formando uma espécie de “saco” (FIGURA 1C e FIGURA 1D). Ao dissecarmos essa estrutura, percebemos que ela se mantém enovelada, formato tubular, ducto extenso e envolto por uma bainha (FIGURA 1E e FIGURA 1F).

Figura 1 – Aparelho reprodutor feminino do predador *E. annulipes*. A- Aparelho reprodutor completo; B- Região do vitelário; C- região de localização da espermateca; D- espermateca enovelada; E- Espermateca desenovelada e F- Ducto da espermateca. Ov: ovário; ovs: ovariólos; Oc: ovócito; ol: oviduto lateral; oc: oviduto comum e sp: espermateca.



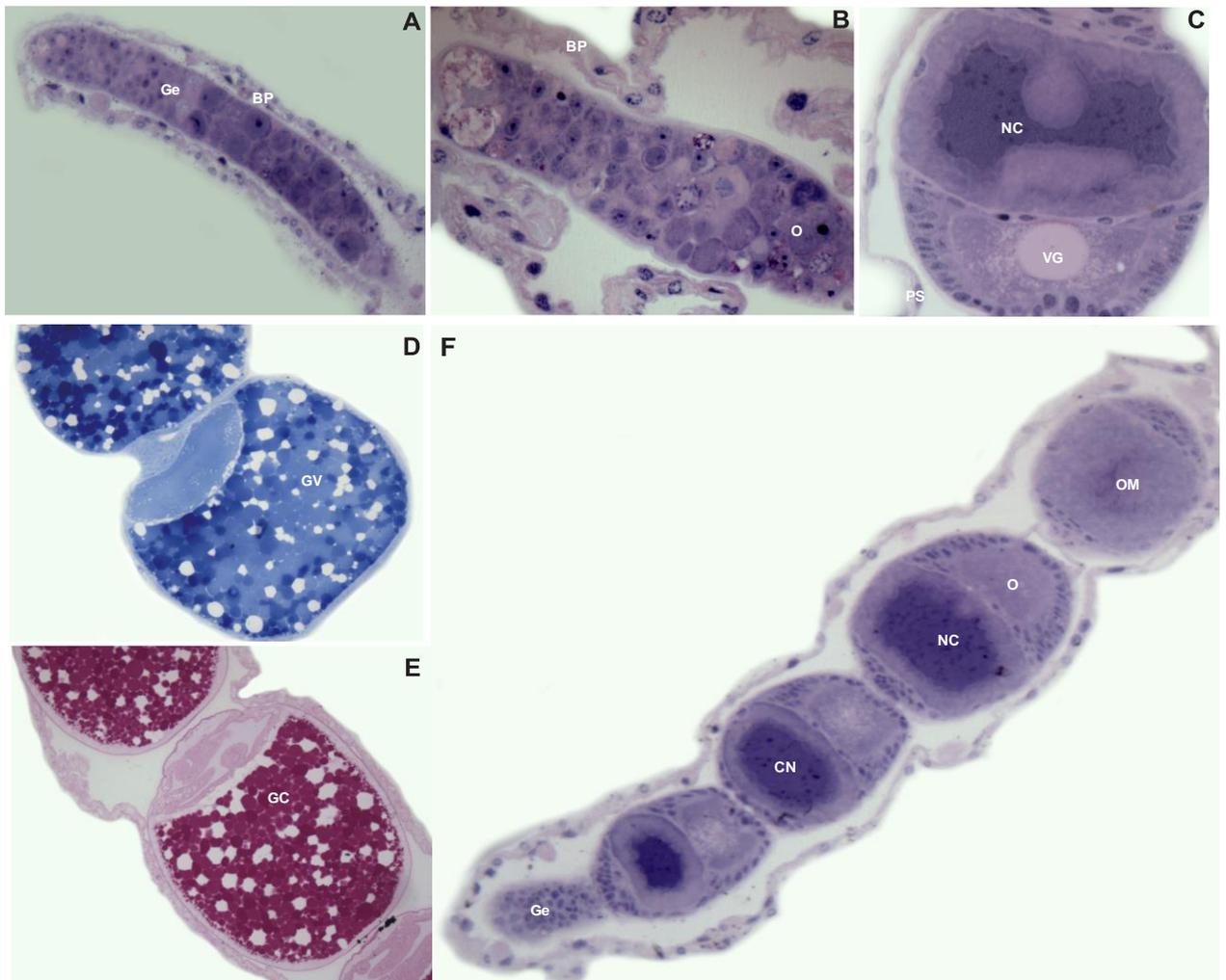
Fonte: Da autora (2022).

Os ovários de *E. annulipes* são do tipo meroístico-politrófico, possuindo uma célula nutridora acompanhando cada oócito, desaparecendo ao fim do processo de maturação. Nos

ovários, os oócitos apresentam-se de forma linear em progressão de desenvolvimento, sendo os mais maduros localizados na região mais proximal ao pedúnculo e os imaturos próximos ao germário (FIGURA 2F).

A região do germário é caracterizada por oócitos em diferentes fases de amadurecimento, com núcleos bem delimitados, o que demonstra elevada atividade celular (FIGURA 2A e 2B). No início da maturação, a célula nutridora possui maior tamanho comparado ao oócito, com núcleos bem desenvolvidos e envolta por uma fina camada de células foliculares achatadas. Em estágios avançados desse processo, seu núcleo é completamente degenerado, o oócito aumenta de tamanho, sendo preenchido por grande quantidade de grânulos. A marcação por bromofenol e PAS detectou a presença de grânulos de proteínas e carboidratos (FIGURA 2D e E).

Figura 2 – Seção longitudinal dos ovaríolos de *E.annulipes*. A: Região do germário; B: Região do germário com oócitos em diferentes estágios de desenvolvimento; C: oócito com célula nutridora; D: Oócitos corados com bromofenol; E: Oócitos corados com P.A.S e F: Oócitos em diferentes fases de desenvolvimento juntamente com sua célula nutridora. Ge- Germário; BP- Bainha peritoneal; O: Oócito; NC: Núcleo da célula nutridora; CN:Célula Nutridora; VG: Vesícula germinal; OM: Oócito maduro; GV: Grânulos vitelínicos.

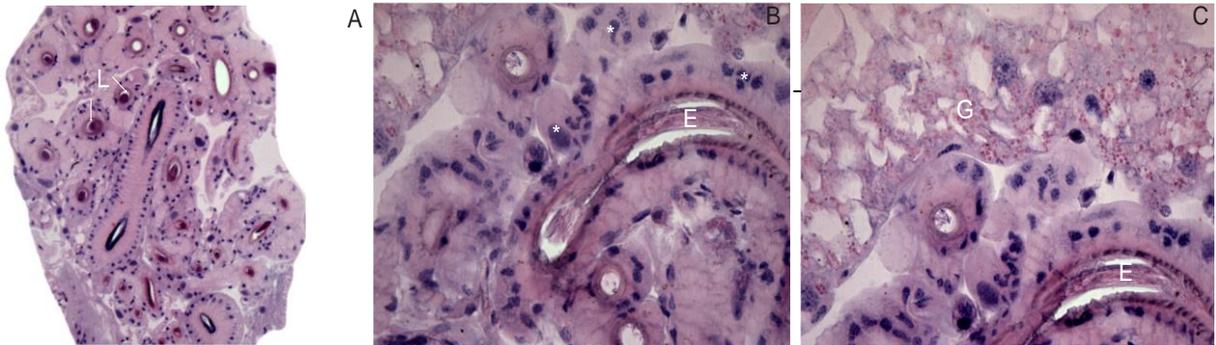


Fonte: Da autora (2022).

Os cortes longitudinais da espermateca apresentam o interior do lúmen totalmente preenchidos com espermatozoides aderidos a parede celular (FIGURA 3A). As células apresentam uma única camada de células epitelial, com formato cúbico, os núcleos são grandes e estão fortemente corados (FIGURA 3B). A bainha que reveste a espermateca, é marcada por

uma grande quantidade de grânulos em toda sua extensão e por núcleos grandes e também fortemente corados (FIGURA 3C).

Figura 3 – Seção longitudinal da espermateca de *E. annulipes*. A: visão geral do corte; B: interior da espermateca com presença de espermatozoides e C: região de atividade celular com produção de grânulos. L- lúmen; E: espermatozoides, G: grânulos e *: núcleos celulares corados

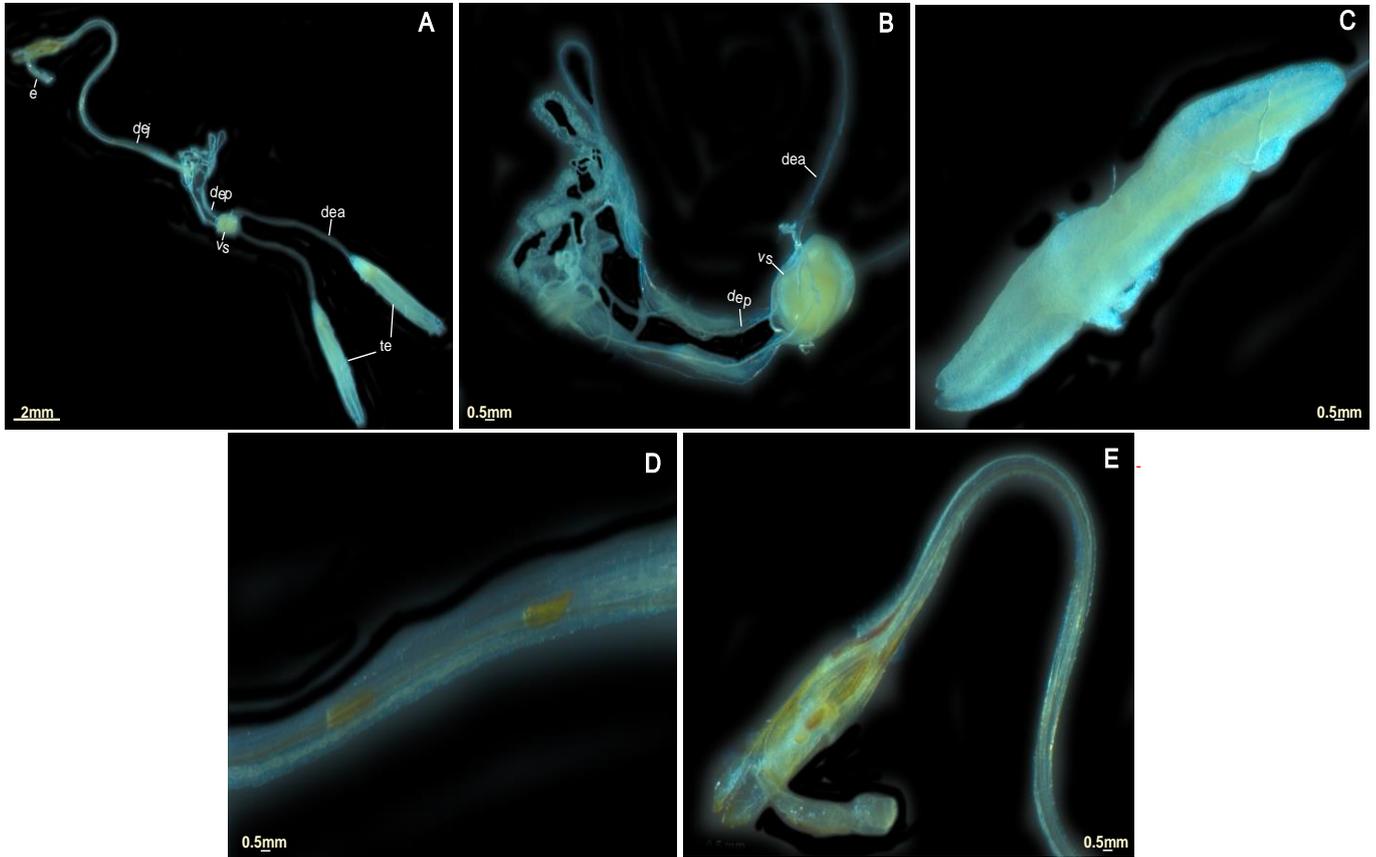


Fonte: Da autora (2022).

3.2 Aparelho reprodutor masculino

O sistema reprodutor masculino é composto por um par de testículos conectados aos vasos deferentes, que desembocam em uma vesícula seminal e unem-se a um único canal, o canal ejaculatório (FIGURA 4A). Os vasos deferentes são longos, contínuos e dividem-se em duas porções, a porção anterior e posterior à vesícula seminal. Na porção posterior, ocorre uma junção dos vasos deferentes formando o canal ejaculatório, sendo marcados com pontos de esclerotização e finalizando com órgão copulador, edeago (FIGURA 4B, D e E). Os testículos possuem um formato ovoide, sendo envoltos por uma bainha (FIGURA 4C). Não detectamos nenhuma glândula acessória.

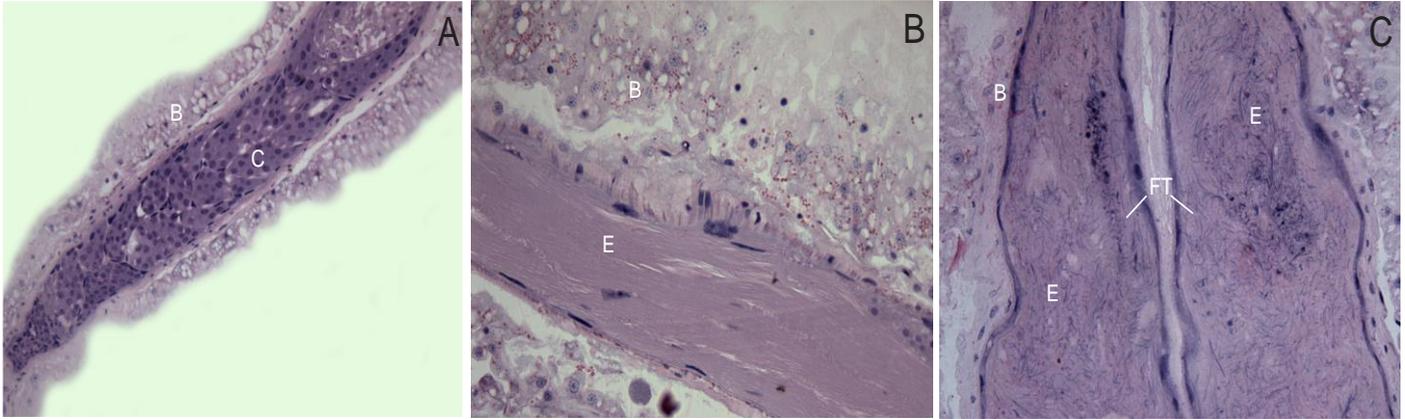
Figura 4 – Aparelho reprodutor masculino de *E. annulipes*. A- Aparelho reprodutor completo; B- Região da vesícula seminal e vasos eferentes; C- testículos; D- pontos de esclerotização no duto ejaculatório; E-região do edeago. **Te**: Testículo; **vda**: vaso deferente anterior; **vdp**: vaso deferente posterior; **vs**: vesícula seminal; **ce**: canal ejaculatório e **e**: edeago evertido.



Fonte: Da autora (2022).

Os testículos de *E. annulipes* apresentaram dois folículos, com seu interior preenchido com grande quantidade de cistos, em diferentes estágios da espermatogênese (FIGURA 5A). Em seu eixo longitudinal, podemos dividir os testículos em três terços: terço apical ou primário, mediano e final em relação ao vaso deferente. No terço primário, os cistos encontram-se em diferentes estágios de maturação e no terço mediano e final um grande número de espermatozoides são encontrados (FIGURA 5B e C).

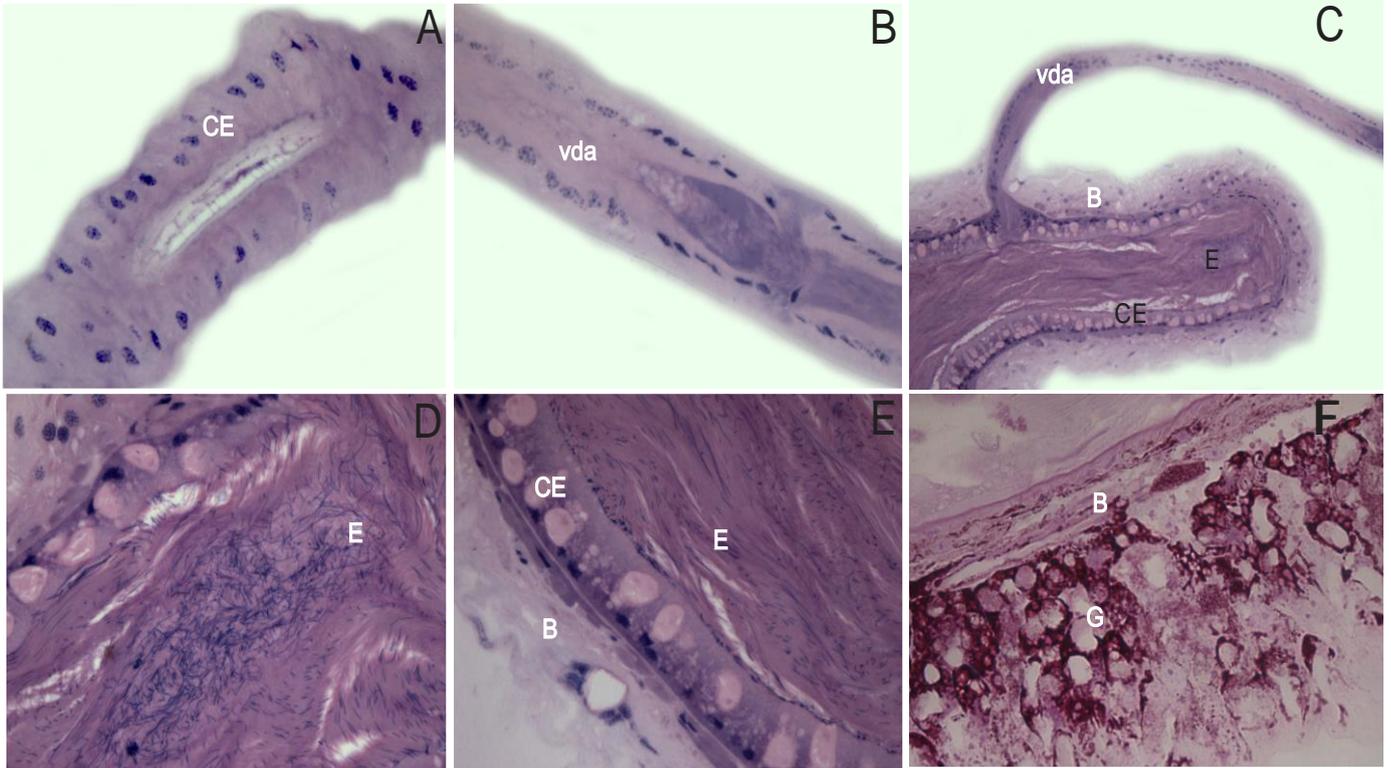
Figura 5 – Região testicular de machos de *E. annulipes*. A- Terço apical ou primário dos testículos; B- Terço médio dos testículos e C- Terço final dos testículos. **B**: bainha; **C**: cistos em diferentes tamanhos; **E**: espermatozoides; **FT**: Folículos testiculares.



Fonte: Da autora (2022).

Os vasos deferentes que desembocam na vesícula, são formados por epitélio simples com células cúbicas, núcleos esféricos e usualmente basal (FIGURA 6A e B). O revestimento da vesícula seminal é glandular, com presença de grânulos (FIGURA 6F). Os núcleos foram fortemente corados o que reforça uma elevada atividade celular nessa região (FIGURA 6 A-E e B). Há uma camada simples de células epiteliais, núcleos esféricos e uma grande quantidade de espermatozoides em seu interior (FIGURA 6D).

Figura 6 – Cortes histológicos dos vasos deferentes e vesícula seminal de *E. annulipes*. A-vaso deferente; B- vaso deferente anterior; C- Junção vesícula seminal + vaso deferente anterior; D e E- interior vesícula seminal e F- grânulos na bainha vesicular. **CE:** Células Epiteliais; **vda:** vaso deferente anterior; **B** bainha vesicular; **E:** espermatozoides e **G:** grânulos.



Fonte: Da autora (2022).

4 DISCUSSÃO

4.1 Aparelho reprodutor feminino

Em fêmeas de *E. annulipes*, o sistema reprodutor feminino exhibe padrão típico observado em outros dermapteros, constituído de um par de ovários conectados por ovidutos laterais a um oviduto comum, que termina na vagina onde conecta-se o ducto da espermateca, com ausência de glândulas acessórias. A quantidade de ovários presentes em cada ovário é uma característica dessa espécie, pois esse resultado diferencia-se dos demais dermapteros descritos (HAAS; KUKALOVA-PECK, 2001).

O ovário é do tipo meroístico-politrófico, padrão geralmente apresentado pela maioria dos dermapteros (TWORZYDŁO *et al.*, 2010; TWORZYDŁO; BILIŃSKI, 2008) Os ovários meroísticos contêm cistos, que são aglomerados celulares (clones), de células germinativas

irmãs, denominados de cistócitos. A formação dos cistos surge como resultado de sucessivas divisões mitóticas do cistoblasto (célula fundadora) no interior de cada cisto, uma única célula origina o oócito e as outras tornam-se células nutridoras. O complexo oócito-célula nutridor são cercados por células foliculares somáticas, que migram para o vitelar, local onde forma-se os folículos ovarianos. Em *Euborellia plebeja*, espécie próxima, também possui essas mesmas características, sendo este um padrão dessas espécies pertencentes ao gênero *Euborellia* (TWORZYDLO; BILINSKI, 2008; TWORZYDLO; KISIEL, 2011).

Os oócitos desenvolvem-se de forma assincrônica, sendo encontrados em diferentes estágios de desenvolvimento (KAMIMURA; IWASE, 2010). No primeiro capítulo, relatamos que as fêmeas dessa espécie levam maior tempo (dias) para oviposição, provavelmente isso ocorra devido os oócitos levarem tempos diferentes para sua maturação. Logo, a fêmea necessita de maior período para deixar seus descendentes na área.

A espermateca nessa espécie é bastante alongada e seu comprimento pode ser o dobro do tamanho do próprio corpo (KAMIMURA, 2000; KAMIMURA, 2003a). As especializações na morfologia feminina têm relação direta com a evolução da genitália masculina, incluindo as modificações dos órgãos intromitentes (TATARNIC; CASSIS; SIVA-JOTHY, 2014). Aqui, demonstramos como o canal ejaculatório dos machos dessa mesma espécie também são longos, provavelmente essa foi uma adaptação evolutiva aos longos dos anos dessa espécie para garantir seu sucesso reprodutivo.

4.2 Aparelho reprodutor masculino

A genital masculina de *E. annulipes* é composta por estruturas similares da maioria dos dermapteros, como: um par de testículos conectados aos vasos deferentes, que desembocam em uma vesícula seminal e unem-se a um único canal, o canal ejaculatório (KAMIMURA, 2000). Nesse estudo, verificamos que essa espécie possui apenas uma vesícula com vasos deferentes contínuos pós região vesicular. Chamamos atenção aqui, pois esse não é um padrão geralmente não encontrado em dermapteros. A ausência de glândulas acessórias é compensada pela presença da bainha que reveste os testículos. A bainha tem o papel de nutrir os espermatozoides nessa região, fornecendo os nutrientes necessário à sua sobrevivência.

A competição espermática severa é relatada na espécie de *E. plebeja*, em que as fêmeas acasalam com múltiplos machos ao longo da vida adulta e ovipositam lotes de paternidades mista (KAMIMURA, 2003b). Durante o acasalamento os machos inserem seu órgão intromitente longo no interior da espermateca para a remoção dos espermatozoides rivais

(KAMIMURA, 2003a)Nessa espécie os machos conseguem retirar menos de 50% do esperma rival armazenado (KAMIMURA, 2005).

A genitália alongada dos machos representa uma adaptação para a entrega de espermatozoides diretamente nos ovários das fêmeas (KAMIMURA; TEE; LEE, 2016). Os pontos de esclerotização, auxiliam na firmeza durante o acasalamento, contribuindo para o sucesso reprodutivo dessa espécie (KAMIMURA; IWASE, 2010). Em contrapartida, alguns estudos já apontam da possibilidade de quebra desse órgão intromitente no interior da espermateca feminina. Essa quebra pode comprometer a capacidade de armazenamento de espermatozoides em sua espermateca (KAMIMURA, 2003a). E dados ainda não publicados, verificamos que há um dimorfismo sexual entre os espermatozoides no interior da vesícula seminal de machos de *E. annulipes*. Possivelmente esse dimorfismo pode estar associado a competição espermática, morfologia do aparelho reprodutor feminino e evolução reprodutiva dessa espécie.

5 CONCLUSÃO

Nosso trabalho traz o ineditismo, pois até hoje não havia sido descrito os aparelhos reprodutores de macho e fêmeas de *E. annulipes*. Esse é um trabalho inicial que busca conhecer estruturas básicas desse predador, que possui grande potencial para ser utilizado no controle de pragas agrícolas. Aqui, através da morfologia e histologia, foi possível confirmar informações escassas desses sistemas, para ser utilizado como fonte de dados em estudos futuros.

REFERÊNCIAS

CHAPMAN, R. F. A. **The insects: structure and function**. IV Cambridge University Press UK. 1998.

COELHO, Rosamara S. *et al.* **Predation potential of the earwig *Euborellia annulipes* on fruit fly larvae and trophic interactions with the parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata***. Journal of Applied Entomology, v. 147, n. 2, p. 147-156, 2023.

FOOTTIT, Robert G.; ADLER, Peter H. **Insect biodiversity: science and society**. John Wiley & Sons, 2009.

HAAS, Fabian; KUKALOVA-PECK, Jarmila. **Dermaptera hindwing structure and folding: new evidence for familial, ordinal and superordinal relationships within Neoptera (Insecta)**. European Journal of Entomology, v. 98, n. 4, p. 445-510, 2001.

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

- KAMIMURA, Yoshitaka. **Effects of broken male intromittent organs on the sperm storage capacity of female earwigs, *Euborellia plebeja***. *Journal of Ethology*, v. 21, p. 29-35, 2003a.
- KAMIMURA, Yoshitaka. **Effects of repeated mating and polyandry on the fecundity, fertility and maternal behaviour of female earwigs, *Euborellia plebeja***. *Animal Behaviour*, v. 65, n. 1, p. 205-214, 2003b.
- KAMIMURA, Yoshitaka. **Last-male paternity of *Euborellia plebeja*, an earwig with elongated genitalia and sperm-removal behavior**. *Journal of Ethology*, v. 23, n. 1, p. 35-41, 2005.
- KAMIMURA, Yoshitaka. **Possible removal of rival sperm by the elongated genitalia of the earwig, *Euborellia plebeja***. *Zoological Science*, v. 17, n. 5, p. 667-672, 2000.
- KAMIMURA, Yoshitaka; IWASE, Ryota. **Evolutionary genetics of genital size and lateral asymmetry in the earwig *Euborellia plebeja* (Dermaptera: Anisolabididae)**. *Biological journal of the Linnean Society*, v. 101, n. 1, p. 103-112, 2010.
- KAMIMURA, Yoshitaka; TEE, Hui-Siang; LEE, Chow-Yang. **Ovoviviparity and genital evolution: a lesson from an earwig species with coercive traumatic mating and accidental breakage of elongated intromittent organs**. *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 118, n. 3, p. 443-456, 2016.
- KOCAREK, Petr; JOHN, Vaclav; HULVA, Pavel. **When the body hides the ancestry: phylogeny of morphologically modified epizoic earwigs based on molecular evidence**. *PloS one*, v. 8, n. 6, p. e66900, 2013.
- MAKSOUH, Ha Abdel *et al.* **Harmful effects of pyrethroid ester insecticide on the male reproductive system mainly through affecting testicular function and inflammatory markers**. *Biocell*, v. 44, n. 1, p. 111, 2020.
- MAZURKIEWICZ, Marta; KUBRAKIEWICZ, Janusz. **Follicular cell differentiation in polytrophic ovaries of a moth midge, *Tinearia alternata***. *International Journal of Developmental Biology*, v. 52, n. 2-3, p. 267-278, 2003.
- MOREIRA, Daiani Rodrigues *et al.* **Toxicity and effects of the neonicotinoid thiamethoxam on *Scaptotrigona bipunctata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae)**. *Environmental toxicology*, v. 33, n. 4, p. 463-475, 2018.
- NUNES, Gilmar da Silva *et al.* **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, 2019.
- RANKIN, Susan M. *et al.* **Maternal behavior and clutch manipulation in the ring-legged earwig (Dermaptera: Carcinophoridae)**. *Journal of Insect Behavior*, v. 9, p. 85-103, 1996.
- SUVARNA, Kim S.; LAYTON, Christopher; BANCROFT, John D. **Bancroft's theory and practice of histological techniques**. Elsevier health sciences, 2018.
- TATARNIC, Nikolai J.; CASSIS, Gerasimos; SIVA-JOTHY, Michael T. **Traumatic insemination in terrestrial arthropods**. *Annual Review of Entomology*, v. 59, p. 245-261, 2014.
- TWORZYDŁO, Waclaw *et al.* **Ovaries and germline cysts and their evolution in Dermaptera (Insecta)**. *Arthropod structure & development*, v. 39, n. 5, p. 360-368, 2010.

TWORZYDŁO, Waclaw; BILIŃSKI, Szczepan M. **Structure of ovaries and oogenesis in dermapterans. I. Origin and functioning of the ovarian follicles.** *Arthropod structure & development*, v. 37, n. 4, p. 310-320, 2008.

TWORZYDŁO, Waclaw; KISIEL, Elzbieta. **A very simple mode of follicular cell diversification in *Euborellia fulviceps* (Dermaptera, Anisolabididae) involves actively migrating cells.** *Zoological science*, v. 28, n. 11, p. 802-808, 2011.

WEI, Yong-ju; LI, Ke-an; TONG, Shen-yang. **The interaction of bromophenol blue with proteins in acidic solution.** *Talanta*, v. 43, n. 1, p. 1-10, 1996.

ZHANG, Zhi-Qiang. **Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness.** *Zootaxa*, v. 3703, p. 1–82, 2013.

CAPÍTULO 3

Descrição do aparelho reprodutor feminino e masculino do predador *Doru luteipes*

RESUMO

Dermaptera é uma pequena ordem de insetos cosmopolitas, que possui mais de 2.000 espécies descritas. Nos insetos o sistema reprodutor forma um conjunto de órgãos complexos localizados no abdome e contribui exclusivamente para originar novas gerações. De acordo com a espécie, o aparelho reprodutor pode variar quanto a forma e sua estrutura. Aqui, descrevemos o aparelho reprodutor de fêmeas e machos da espécie *Doru luteipes*. A partir de análises morfológicas e procedimentos histoquímicos, realizamos a extração dos aparelhos reprodutores de machos e fêmeas e coramos com reagentes para marcação de estruturas e detecção de compostos, como proteínas e carboidratos. Nossos resultados mostraram uma sincronia no desenvolvimento dos oócitos nos ovários e uma grande quantidade de ovariolos. Nos machos, o canal ejaculatório é curto, os testículos são revestidos por uma bainha e os canais deferentes desembocam na vesícula seminal, sem terminações pós vesiculares. Nossos resultados fornecem informações de base para a compreensão desse aparelho que é fundamental para a sobrevivência dos insetos. A partir desse trabalho, novas pesquisas podem ser desenvolvidas, incluindo estratégias para o uso desses predadores no campo, como a criação massal em laboratório.

Palavras-chave: Tesourinhas. Morfologia. Insetos. Dermpateros.

ABSTRACT

Dermaptera is a small order of cosmopolitan insects, which has more than 2,000 described species. In insects, the reproductive system forms a set of complex organs located in the abdomen and contributes exclusively to creating new generations. Depending on the species, the reproductive system may vary in shape and structure. Here we describe the reproductive system of females and males of the species *Doru luteipes*. Using morphological analyzes and histochemical procedures, we protect the reproductive systems of males and females and stain them with reagents to mark structures and detect compounds, such as proteins and carbohydrates. Our results demonstrated a synchrony in the development of oocytes in the ovaries and a large number of ovaries. In males, the ejaculatory duct is short, the testicles are covered by a sheath and the vas deferens open into the seminal vesicle, without post-vesicular endings. Our results provide basic information for understanding this device, which is essential for the survival of insects. From this work, new research can be developed, including strategies for using these predators in the field, such as massive breeding in the laboratory.

Keywords: Earwigs. Morphology. Insects. Dermpaters.

1 INTRODUÇÃO

Dermaptera é uma pequena ordem de insetos cosmopolitas, que possui mais de 2.000 espécies descritas, distribuídas em 11 famílias e 182 gêneros. Seus representantes estão divididos em três subordens distintas: Hemimerina, Arixeniina e Forficulina (HAAS; KUKALOVÁ-PECK, 2001, SAKAI, 1982). Os representantes dos dois primeiros táxons são especializados e modificados as condições de vida ectoparasitária. A grande maioria dos dermapteros compõem a subordem Forficulina, as “típicas tesourinhas”, sendo de vida livre, o que os diferencia dos demais. Além disso, são considerados predadores onívoros, se alimentando de uma variedade de insetos pragas.

Nos insetos o sistema reprodutor forma um conjunto de órgãos complexos localizados no abdome e contribui exclusivamente para originar novas gerações. De acordo com a espécie, o aparelho reprodutor pode variar quanto a forma e sua estrutura. Os órgãos reprodutores de machos e fêmeas se assemelham em condições embrionárias, mas diferenciam-se durante o desenvolvimento pós embrionário. (LARA, 1992; ROSS, 1965; SNODGRASS, 1993).

O aparelho reprodutor feminino dos insetos, em sua maioria, é composto por um de ovários, ovidutos laterais e comum, espermateca (podendo variar quanto ao número), glândulas acessórias e vagina (BÜNNING, 1994). Os ovários dos insetos, são formados por estruturas alongadas, denominadas de ovaríolos, podendo variar a quantidade existente em cada ovário. De forma individual, cada ovaríolo é composto por três regiões de fácil visualização: o filamento terminal, o germário e o vitelário (BÜNNING, 1994).

Os ovários dos insetos também podem ser divididos em duas categorias básicas: panoístico e meroístico. Nos ovários panoístico, as células germinativas se desenvolvem nos oócitos (ovos). Cada folículo ovariano consiste de apenas um oócito e uma camada de epitélio folicular. Nos ovários meroísticos, parte das células germinativas se desenvolvem em oócito, e a outra parte em células especializadas na nutrição do oócito, conhecidas como trofócitos ou células nutridoras. A síntese e o transporte de macromoléculas para o interior do citoplasma do oócito, são realizados por essas células, sendo essa sua principal função (MATOVA; COOLEY, 2001; TWORZYDŁO; BILIŃSKI, 2008; BÜNNING, 1994).

O aparelho reprodutor masculino dos insetos apresenta grande diversidade quanto sua morfologia. Em geral, são formados por um par de testículos, um par de vasos eferentes, vesícula seminal e canal ejaculatório (CHAPMAN, 1998). Na extremidade distal do canal ejaculatório podem ser encontradas glândulas acessórias, que podem variar de acordo com a posição e quantidades encontradas em diferentes grupos de insetos. Além disso, essas glândulas

secretam uma substância que pode auxiliar na fecundidade de fêmeas e garantir o sucesso reprodutivo da espécie (CHAPMAN, 1998).

A produção dos espermatozoides ocorre no interior dos testículos, que possuem geralmente formato ovoide, constituído por folículos testiculares (DAVEY, 1968; VANNETTI, 1983). O folículo testicular é dividido em quatro regiões: o germário, a zona de crescimento, zona de divisão e redução e a zona de transformação, sendo responsável pela produção de espermatozoides. Essas regiões possuem células em diferentes estágios de desenvolvimento (LARA, 1992).

As tesourinhas no geral têm apresentado cada vez mais importância como potencial predador em diversas culturas. Entendemos que conhecer a morfologia interna desses insetos são fundamentais para o estabelecimento de criações em laboratório, e poderão contribuir para a busca de conhecimentos sobre sua biologia e comportamento. Neste trabalho de base, descrevemos o aparelho reprodutor de fêmeas e machos da espécie *D. luteipes*. Com nosso estudo esperamos auxiliar futuras pesquisas, principalmente voltadas para a busca de uma agricultura mais sustentável.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do Experimento

Em torno de 50 fêmeas com posturas foram retiradas da criação no laboratório de Entomologia Molecular e Ecotoxicologia (MEET) da Universidade Federal de Lavras e levadas para o laboratório de Biologia Celular e Ultraestrutura na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. As fêmeas e machos foram confinados em uma mesma gaiola e mantidos em B.O.D a 32 ± 2 °C com umidade 71%. Os experimentos foram realizados com a segunda geração dessas fêmeas.

2.2 Morfologia e histologia dos aparelhos reprodutores

Em placas de Petri contendo tampão de fosfato de sódio (PBS) 0,1 M (pH 7,2) fêmeas e machos adultos de *D. luteipes* foram individualizados e anestesiados a 0 °C por 4 minutos para remoção do aparelho reprodutor feminino (n= 20) e masculino (n=20). As amostras foram fixadas em glutaraldeído 2,5% por 24 horas. 5 aparelhos reprodutores de fêmeas e machos foram utilizados para análise morfológica do aparelho reprodutor completo fotografado em um estereomicroscópio Zeiss Discovery V-20 acoplado a uma câmera Zeiss AxioCam MRc.

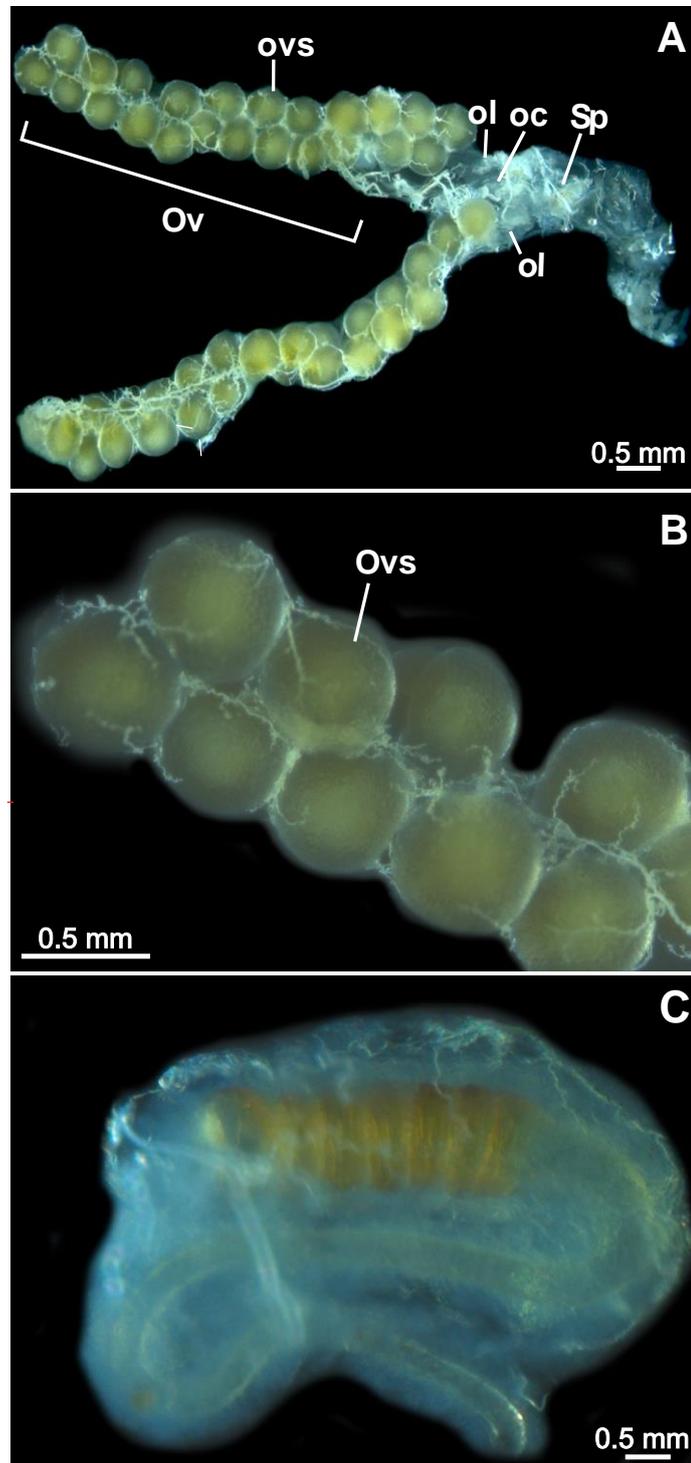
Através de uma série de etanol graduado (70-100%) as amostras foram desidratadas e posteriormente embebidas em historesina (Leica). Através do micrótomo RM2255 (Leica, Wetzlar, Alemanha), foram seccionados cortes histológicos de 3µm de espessura. Utilizamos diferentes técnicas de coloração para os cortes: hematoxilina e eosina; reação do ácido periódico de Schiff (PAS) para a detecção de glicoproteínas neutras, carboidratos e glicoconjugados (SUVARNA.; LAYTON; BANCROFT, 2018) e azul de bromofenol, para detecção de proteína total (WEI; LI; TONG, 1996). Por fim, as amostras foram montadas com Entellan® (Merck, Darmstadt, Alemanha) e analisadas em um microscópio de luz BX-60 acoplado a uma câmera digital Q-Color 3 (Tóquio, Japão).

3 RESULTADOS

3.1 Aparelho reprodutor feminino

O aparelho reprodutor feminino de *D. luteipes* é composto por um de ovários conectados a ovidutos laterais a um oviduto comum até a região da vagina, onde conecta-se ao ducto da espermateca (FIGURA 1A). Nessa espécie não encontramos glândulas acessórias. Cada ovário possui em média 23 ovariolos, curtos e os oócitos desenvolvem-se de forma sincrônica, ou seja, sequencial, geralmente na mesma fase de desenvolvimento (FIGURA 1B). A espermateca dessa espécie já havia sido descrita por como uma estrutura única com um reservatório alargado associado a um longo ducto sinuoso. Neste trabalho, optamos por trazer essa informação apenas de forma complementar ao nosso estudo (FIGURA 1C).

Figura 1 – Aparelho reprodutor feminino do predador *D.luteipes*. A- Aparelho reprodutor completo; B- Região do vitelário; C- região de localização da espermateca. Ov: ovário; ovs: ovócito; ol: oviduto lateral; oc: oviduto comum e sp: espermateca.

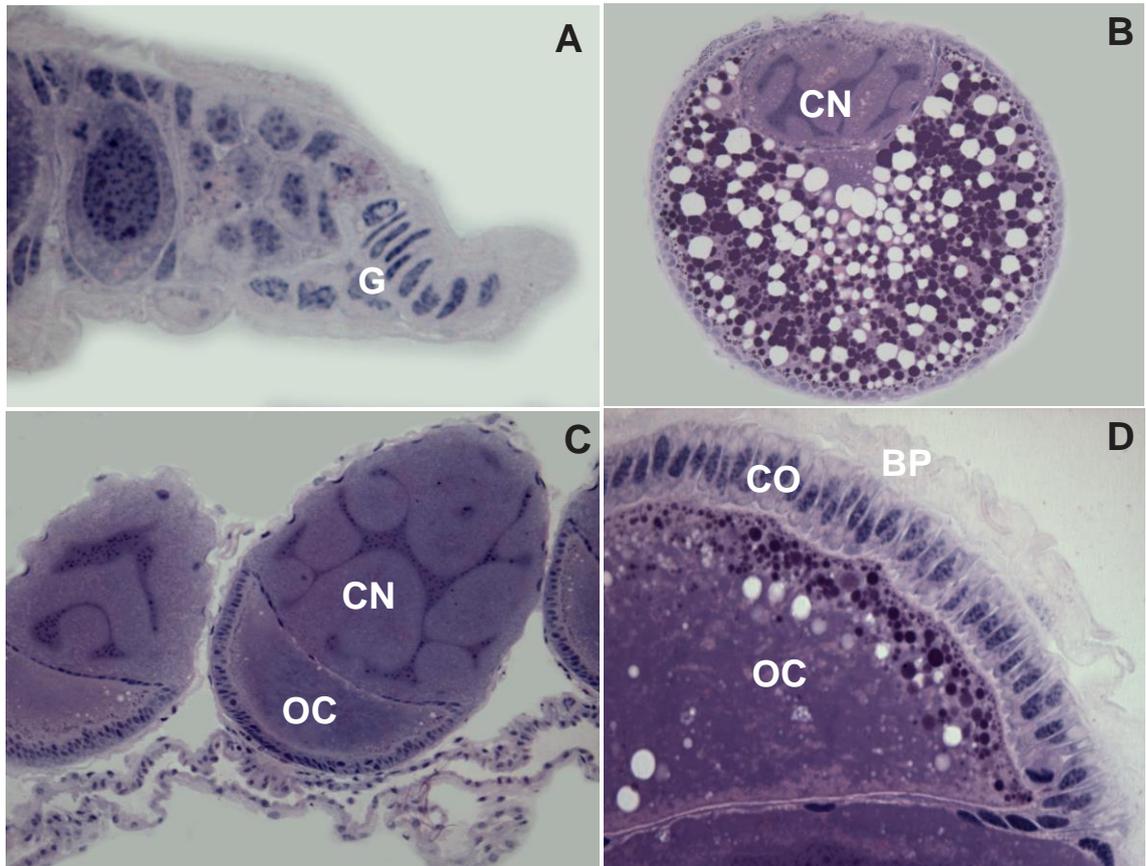


Fonte: Da autora (2022).

As fêmeas de *D. luteipes* possuem ovário meroístico-politrófico, no qual cada oócito é acompanhado de uma célula nutridora, que desaparece ao fim da ovogênese. Na região do germário é possível verificarmos os folículos em diferentes fases de amadurecimento,

possuindo núcleos bem marcados, indicando alta atividade celular nessa região (FIGURA 2A). Os oócitos apresentam-se todos em um mesmo grau de desenvolvimento, de forma linear e com tamanho uniforme (FIGURA 2C).

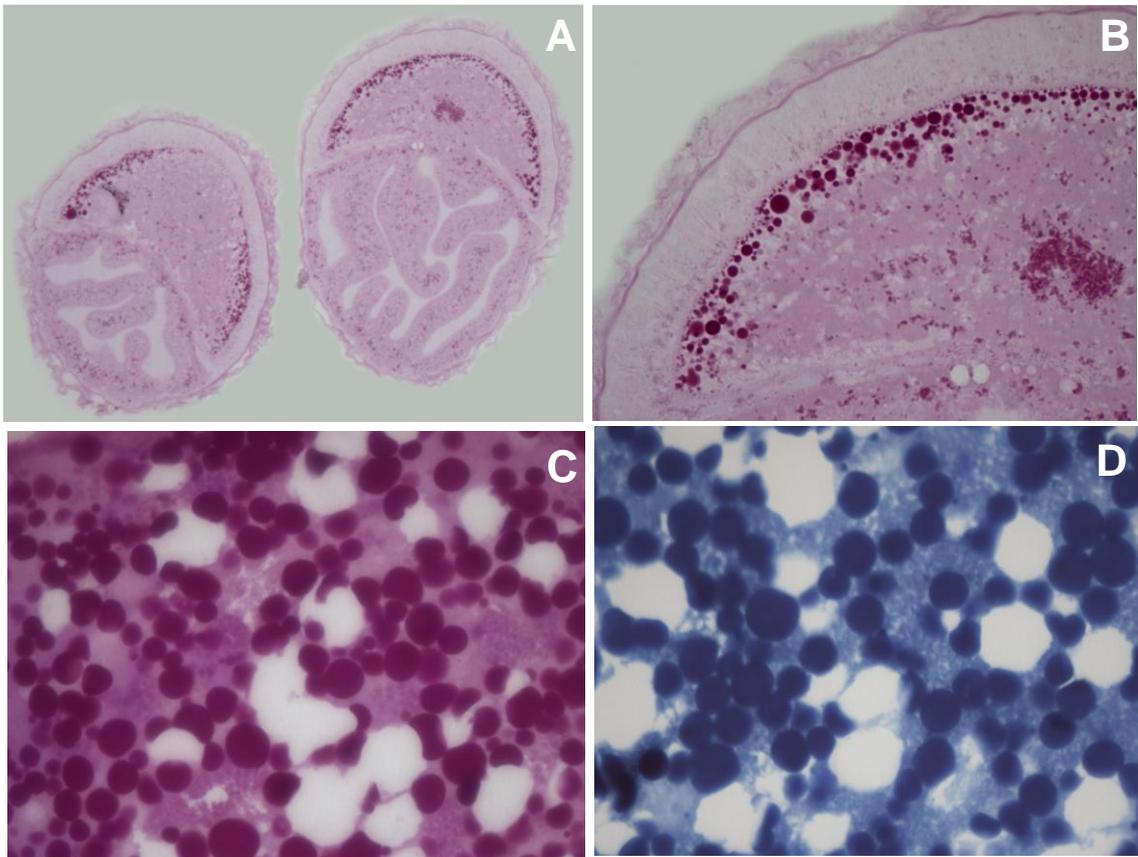
Figura 2 – Seção longitudinal DO Germário e oócitos de *D. luteipes*. A: Região do germário; B: degeneração da célula nutridora e oócitos ricos em grânulos; C: oócito com célula nutridora; D: células epiteliais e bainha peritoneal do oócito.: Oócitos em diferentes fases de desenvolvimento juntamente com sua célula nutridora. Ge- Germário; BP- Bainha peritoneal; O: Oócito; CN:Célula Nutridora; VG: Vesícula germinal; CE: células do epitélio do oócito.



Fonte: Da autora (2022).

A célula nutridora no início do desenvolvimento do oócito encontra-se ocupando maior espaço, com núcleos grandes e bem delimitados (FIGURA 2B). Conforme ocorre a vitelogênese, ela reduz seu tamanho e há maior concentração de grânulos. Através da marcação de PAS e bromofenol sabemos que estes grânulos são de carboidratos e proteínas, respectivamente (FIGURA 3).

Figura 3 – Oócitos corados com P.A.S e bromofenol. A e B: oócitos corados com PA; C e D: grânulos no interior do oócito marcados com PAS e Bromofenol, respectivamente.



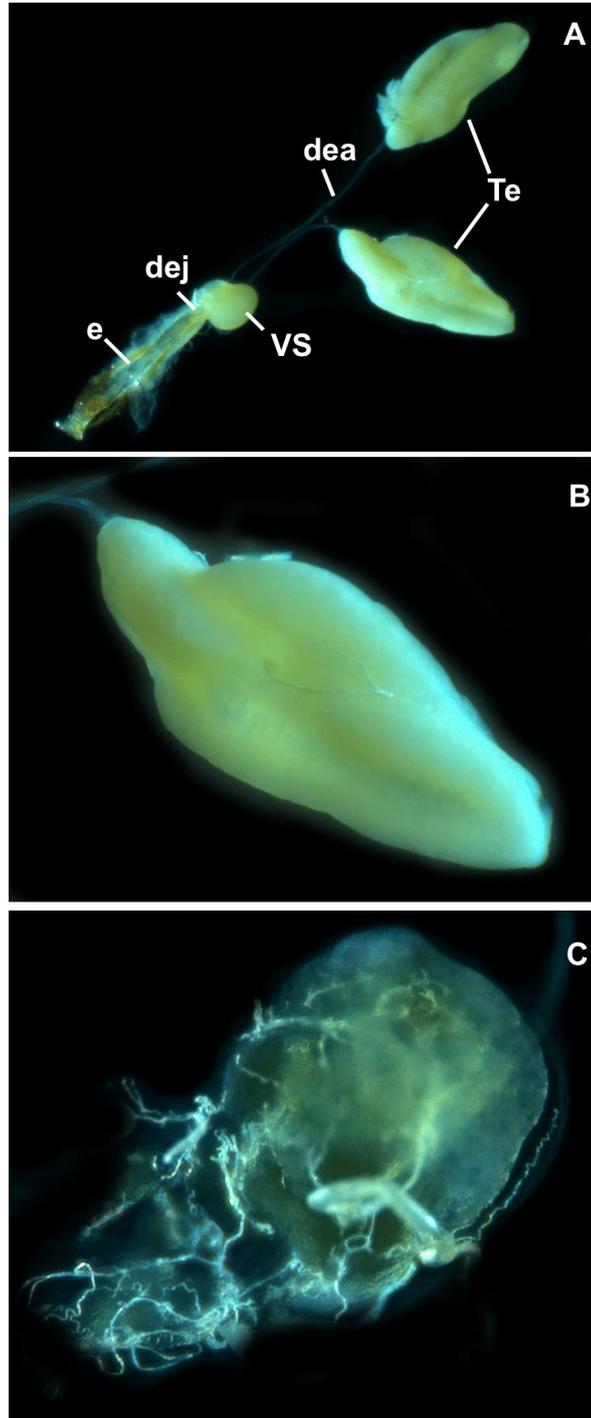
Fonte: Da autora (2022).

3.2 Aparelho reprodutor masculino

Os machos de *D. luteipes* apresentam um par de testículos com formato ovoide, envoltos por uma bainha e possuem a presença de folículos testiculares. Os vasos deferentes são longos e fazem a conexão entre os testículos até a vesícula seminal. Após a vesícula forma-se o canal ejaculatório, região onde localiza-se o edeago, órgão de cópula. Essa região é protegida pelos cercos, que são estruturas altamente esclerotizadas.

A vesícula seminal possui formato esférico formada por epitélio simples de células colunares. Os espermatozoides permanecem também em feixes, em grande quantidade e aderidos a parede vesicular. O canal ejaculatório é muito curto, sendo até mesmo difícil delimitar de forma precisa seu início e fim (FIGURA 4).

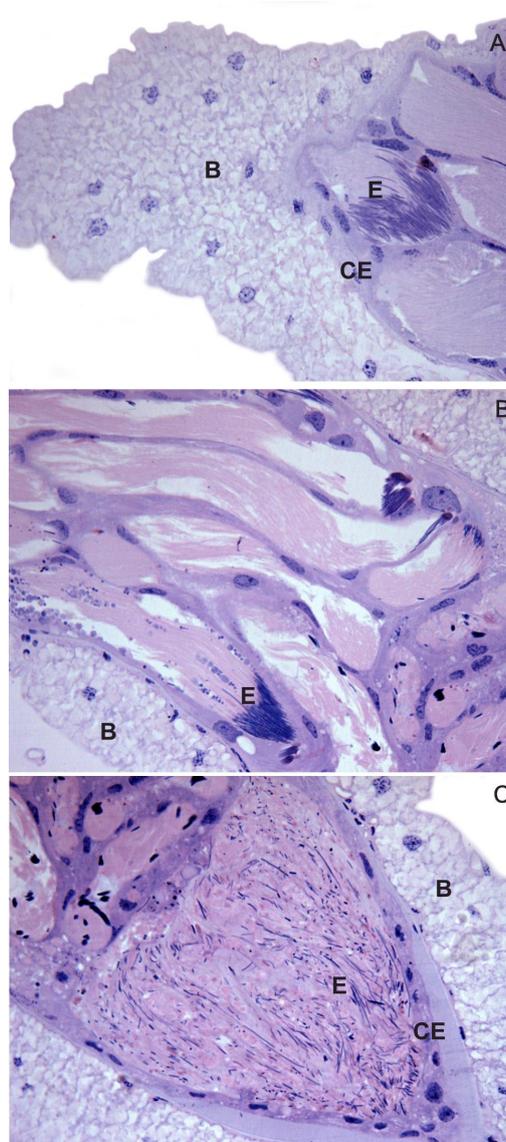
Figura 4 – Aparelho reprodutor masculino de *D. luteipes*. A- Aparelho reprodutor completo; B- Região da testículos; C: vesícula seminal. **Te**: Testículo; **de**: ducto **vs**: vesícula seminal; **ce**: canal ejaculatório e **e**: edeago.



Fonte: Da autora (2022).

Nos testículos podemos visualizar três terços: o apical, mediano e final. É possível notar a diferença na concentração de espermatozoides do terço primário ao final, aumentando de forma gradativa. Em todos os terços os espermatozoides encontram-se em feixes, aderidos a parede dos testículos. A bainha que envolve os testículos é formada por epitélio simples, em um conjunto de células com elevada atividade celular, devido a marcação dos núcleos nessa região (FIGURA 5).

Figura 5 – Secção longitudinal do testículo de *D. luteipes* e três porções A: Porção Apical; B – Porção mediana e C: Porção final. CE: células epiteliais; B: bainha; E: espermatozoides.



Fonte: Da autora (2022).

4 DISCUSSÃO

4.1 Aparelho reprodutor feminino

Doru luteipes apresenta o aparelho reprodutor feminino composto por um par de ovários conectados a ovidutos laterais a um oviduto comum, finalizando na vagina, local de ligação com a espermateca. A espermateca possui anatomia similar aos demais representantes da família forficulidae, como já citado na literatura.

Os ovários dessa espécie são meroísticos, sendo considerados mais basais. O germário de dermapteros mais derivados são curtos e possuem apenas cistos germinativos de duas células, indicando que os citoblastos somente dividem-se uma vez. Essa característica permite que cada célula se diferencie no oócito e outras formam as células nutridoras (TWORZYDŁO *et al.*, 2010; TWORZYDŁO; BILIŃSKI, 2008; TWORZYDŁO; KLOC; BILINSKI, 2009). O fato de serem politrófico, permite que células foliculares somáticas migrem para a região vitelar e envolva o complexo ovócito-célula nutridora para a formação dos folículos ovarianos.

Os ovócitos nesses ovariolos se desenvolvem de forma sincrônica, quase todos estão maduros simultaneamente, ocorrendo a produção de numerosos ovócitos maduros para fertilização. Essa sincronia permite que as fêmeas ovipositem uma grande quantidade de ovos em um curto espaço de tempo. Considerando que as fêmeas adultas desta espécie possuem grande longevidade, essa é uma característica interessante quanto ao número de descendentes deixados ao longo do tempo (dados pessoais ainda não publicados).

O corpo gorduroso produz as vitelogeninas, que são proteínas precursoras do vitelo que são liberadas na hemolinfa. Através dos espaços intercelulares elas conseguem alcançar o oócito (RAIKHEL; DHADIALLA, 1992; RONNAU *et al.*, 2016). Em outras espécies de insetos, como os dípteros, as células foliculares podem ser as responsáveis pela produção das vitelogeninas (MAZURKIEWICZ; KUBRAKIEWICZ, 2003; TROUGAKOS; LAMNISSOU; MARGARITIS, 1999). Ao final do processo de acúmulo de vitelo, grande quantidade do citoplasma das células nutridoras são transferidos para o oócito (MAHAJAN-NIKLOS; COOLEY, 1994). Esse transporte é regulado pelo citoesqueleto de actina que auxilia na expulsão, ao mesmo tempo que o núcleo dessas células ficam ancorados na membrana, a fim de impedir o fluxo de citoplasma para fora da célula (ANAN'INA *et al.*, 2010).

4.2 Aparelho reprodutor masculino

Em machos de *D. luteipes* a genitália masculina externa é achatada dorso-ventralmente e situada acima do nono segmento abdominal. O aparelho reprodutor possui padrão típico para dermapteros, constituído de um par de testículos com dois folículos conectados pelos vasos deferentes a vesícula seminal que desembocam no canal ejaculatório (POPHAM, 1965). Os testículos apresentam dois folículos,

Os espermatozoides são liberados dos testículos em feixes, se assemelhando a maioria dos Hymenopteras. Na vesícula seminal, os espermatozoides ainda se encontravam em feixes, sendo provavelmente transferidos assim para as fêmeas, como ocorrem em Symphyta. A presença de cistos em diferentes fases de desenvolvimentos na espermatogênese de machos de *D. luteipes*, evidencia a produção contínua de espermatozoides. Produção contínua de espermatozoides, geralmente acontecem em espécies que possuem a vida adulta ativa e geralmente longa, como ocorre com essa espécie. Esses dados são confirmados através do capítulo 1 deste trabalho onde demonstramos o ciclo de vida completo desta espécie.

Diante o exposto acima, fica evidente que o sistema reprodutor feminino e masculino dessa espécie apresenta padrão básicos de outros insetos. Ao mesmo tempo apresentam características morfológicas que os enquadra na família Forficulidae. Nosso trabalho trouxe informações básicas para a compreensão da morfologia dessa espécie, até os dias de hoje, nunca haviam sido descritas. Esperamos que esse trabalho possa dar suporte a novas pesquisas, tendo em vista que esses predadores tem demonstrado na literatura grande potencial de predação de pragas agrícolas.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesse estudo demonstraram que o par de ovários meroísticos-politrófico de *D. luteipes* possuem em média 23 ovariolos cada e a diferenciação dos ovócitos ocorre de fora sincrônica. O aparelho reprodutor masculino se assemelha ao já encontrado em outras espécies de dermapteros. Compreender a organização do sistema reprodutor feminino e masculino dessa espécie de tesourinha, pode contribuir para o melhor entendimento da sua reprodução e biologia, principalmente por essa espécie demonstrar na literatura grande potencial a ser utilizada em manejo integrado de diversas pragas agrícolas. Nossos resultados, podem ser utilizados como bases para futuros experimentos.

REFERÊNCIAS

- ANAN'INA, T. V. *et al.* **Development of ovarioles and nurse-cell cytoskeleton in *Calliphora erythrocephala* Mg (Diptera: Calliphoridae).** Cell and Tissue Biology, v. 4, p. 192-198, 2010.
- BÜNING, Jürgen. **The insect ovary: ultrastructure, previtellogenic growth and evolution.** Springer Science & Business Media, 400 p., 1994.
- CHAPMAN, R. F. A. **The insects: structure and function.** IV Cambridge University Press UK. 1998.
- DAVEY, K. G. **La reproducción em los insectos.** Editorial Alhambra, 1. ed., 106p. 1968.
- HAAS, FaBIaN; KUKALOVA-PECK, Jarmila. **Dermaptera hindwing structure and folding: new evidence for familial, ordinal and superordinal relationships within Neoptera (Insecta).** European Journal of Entomology, v. 98, n. 4, p. 445-510, 2001.
- LARA, Fernando Mesquita. **Princípios de entomologia.** São Paulo: Ícone, 3. ed., 1992.
- MAHAJAN-MIKLOS, Shalina; COOLEY, Lynn. **Intercellular cytoplasm transport during *Drosophila* oogenesis.** Developmental biology, v. 165, n. 2, p. 336-351, 1994.
- MATOVA, Nina; COOLEY, Lynn. **Comparative aspects of animal oogenesis.** Developmental biology, v. 231, n. 2, p. 291-320, 2001.
- MAZURKIEWICZ, Marta; KUBRAKIEWICZ, Janusz. **Follicular cell differentiation in polytrophic ovaries of a moth midge, *Tinearia alternata*.** International Journal of Developmental Biology, v. 52, n. 2-3, p. 267-278, 2003.
- POPHAM, Edward J. **The functional morphology of the reproductive organs of the Common earwing (*Forficula auricularia*) and other Dermaptera with reference to the natural classification of the order.** In: Proceedings of the Zoological Society of London. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd, p. 1- 43, 1965.
- RAIKHEL, Alexander S.; DHADIALLA, T. S. **Accumulation of yolk proteins in insect oocytes.** Annual review of entomology, v. 37, n. 1, p. 217-251, 1992.
- RONNAU, Milton *et al.* **Changes in follicular cells architecture during vitellogenin transport in the ovary of social Hymenoptera.** Protoplasma, v. 253, p. 815-820, 2016.
- ROSS, Herbert Holdsworth A. **A textbook of entomology.** John Wiley & Sons, 3. ed., 149 p., 1965.
- SAKAI, Seiroku. **A new proposed classification of the Dermaptera with special reference to the check list of the Dermaptera of the world.** Bulletin of Daito Bunka University, v. 20, p. 1-108, 1982.
- SNODGRASS, Robert E. **Principles of insect morphology.** Cornell University Pres, 2. ed., 667 p., 1993.
- SUVARNA, Kim S.; LAYTON, Christopher; BANCROFT, John D. **Bancroft's theory and practice of histological techniques.** Elsevier health sciences, 2018.

TROUGAKOS, Ioannis P.; LAMNISSOU, Klea; MARGARITIS, Lukas H. **Biochemical and immunocytochemical analysis of vitellogenesis in the olive fruit fly *Dacus (Bactrocera) oleae* (Diptera: Tephritidae)**. *Cell Biology International*, v. 23, n. 6, p. 417-429, 1999.

TWORZYDŁO, Waław *et al.* **Ovaries and germline cysts and their evolution in *Dermaptera* (Insecta)**. *Arthropod Structure and Development*, v. 39, n. 5, p. 360–368, set. 2010.

TWORZYDŁO, Waław; BILIŃSKI, Szczepan M. **Structure of ovaries and oogenesis in dermapterans. I. Origin and functioning of the ovarian follicles**. *Arthropod structure & development*, v. 37, n. 4, p. 310-320, 2008.

TWORZYDŁO, Waław; KLOC, Małgorzata; BILINSKI, Szczepan M. **The Balbiani body in the female germline cells of an earwig, *Opisthocosmia silvestris***. *Zoological science*, v. 26, n. 11, p. 754-757, 2009.

VANETTI, F. **Entomologia Geral.**, Coopasul, 273 p., 1983.

WEI, Yong-ju; LI, Ke-an; TONG, Shen-yang. The interaction of bromophenol blue with proteins in acidic solution. **Talanta**, v. 43, n. 1, p. 1-10, 1996.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a experimentação não encontramos dificuldades na criação, manutenção e multiplicação sob condições artificiais e controladas. Os dados resultantes da tabela de vida e biologia, mostrou que há diferenças no desenvolvimento desses predadores sob condições de laboratório, tanto na fase jovem, adulta e ciclo completo. Através dos estimadores de crescimento populacional, verificamos que *E. annulipes* possui um número de fêmeas por geração superior a *D. luteipes*. Ao analisarmos as morfologia de fêmeas e machos, verificamos que o aparelho reprodutor feminino de ambas as espécies são compostos pelas mesma estruturas, diferenciando-se o número de ovariolos e a sincronia do desenvolvimento dos oócitos. Os machos apresentam aparelhos reprodutores semelhantes, porém na espécie *E. annulipes*, detectamos uma continuação do canal deferente pós vesícula, não encontrado nos machos de *D. luteipes*.

Nesse trabalho esclarecemos informações que consideramos essenciais sobre a histórias de vida e aspectos morfológicos dos machos e fêmeas de *E. annulipes* e *D. luteipes*. Acreditamos que a partir dessas informações, novas pesquisas podem ser realizadas, principalmente voltadas para a sustentabilidade do manejo integrado de pragas, através do controle biológico de insetos pragas.