



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS COM ÊNFASE EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS

NATHALIA LORANNA SILVA

**INFLUÊNCIA DA ALIMENTAÇÃO ALTERNATIVA NO COMPORTAMENTO
SEXUAL DE *Cryptolaemus montrouzieri* MULSANT, 1853 (COLEOPTERA:
COCCINELLIDAE)**

Recife
2024

NATHALIA LORANNA SILVA

**INFLUÊNCIA DA ALIMENTAÇÃO ALTERNATIVA NO COMPORTAMENTO
SEXUAL DE *Cryptolaemus montrouzieri* MULSANT, 1853 (COLEOPTERA:
COCCINELLIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Bacharelado em Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel.

Orientador (a): Wendel José Teles Pontes

Recife
2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Nathalia Loranna .

INFLUÊNCIA DA ALIMENTAÇÃO ALTERNATIVA NO
COMPORTAMENTO SEXUAL DE *Cryptolaemus montrouzieri* MULSANT,
1850 (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) / Nathalia Loranna Silva. -
Recife, 2024.

35p.

Orientador(a): Wendel José Teles Pontes

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas /Ciências
Ambientais - Bacharelado, 2024.

Inclui referências, apêndices.

1. Controle biológico. 2. Desempenho reprodutivo. 3. Dieta alternativa. 4.
Joaninha predadora. I. Pontes, Wendel José Teles. (Orientação). II. Título.

590 CDD (22.ed.)

NATHALIA LORANNA SILVA

**INFLUÊNCIA DA ALIMENTAÇÃO ALTERNATIVA NO COMPORTAMENTO
SEXUAL DE *Cryptolaemus montrouzieri* MULSANT, 1853 (COLEOPTERA:
COCCINELLIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Bacharelado em Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel.

Aprovada em: 21/02/2024

COMISSÃO EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **WENDEL JOSE TELES PONTES**
Data: 11/03/2024 13:57:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Wendel José Teles Pontes / UFPE

Documento assinado digitalmente
 **FABIO CORREIA COSTA**
Data: 08/03/2024 15:07:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Fábio Correia Costa / UFPE

Documento assinado digitalmente
 **CARLA HELENA MACIEL DE LIMA**
Data: 11/03/2024 14:43:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ms. Carla Helena Maciel de Lima / UFRPE

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas oportunidades que foram colocadas em meu caminho, pela força e inspiração que ele me concedeu nos momentos de desafio e pelo alcance das metas que sempre almejei, e por estar presente em cada passo desta jornada acadêmica. Sua presença constante e amor incondicional foram fontes de conforto e encorajamento durante todo o processo de pesquisa e escrita deste trabalho.

Aos meus pais, que sempre me apoiaram, me incentivaram, me ajudaram e sempre fizeram de tudo para eu conseguir chegar até aqui. Agradeço a minha mãe por sempre ter orado por mim, pois creio que essas orações foi o que me ajudou em vários momentos na minha trajetória.

Ao meu orientador Wendel Pontes pela oportunidade, e cuja orientação sábia, apoio constante e insights valiosos foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Sua orientação foi fundamental para a estruturação e aprimoramento deste projeto.

Ao pessoal do LEA (Andréa Sena, Gabriela Steindorff, Helloyza Rodrigues, Jorge Oliveira, Flora Menezes, Carlos Marques e Matheus Henrique) por terem sempre me ajudado de alguma forma a desenvolver este trabalho e por todas outras ajudas no laboratório. Por me darem incentivo, apoio e conselhos, não só na vida acadêmica como na vida pessoal.

Minha gratidão se estende às minhas colegas de curso (Jeisa Alves, Marcela Leôncio, Gabriela Vasconcelos e Gleyciane Cardoso) que compartilharam suas experiências e conhecimentos, me deram apoio e ajuda ao longo desta jornada acadêmica.

A todas as outras pessoas que me ajudaram de alguma forma para que eu pudesse realizar esse sonho, meus sinceros e profundos agradecimentos.

Por fim, não poderia deixar de agradecer à instituição de ensino UFPE, por proporcionar o ambiente propício para o meu aprendizado e crescimento acadêmico.

RESUMO

A escolha de insetos para programas de controle biológico requer a consideração de três características fundamentais: especificidade, voracidade e alta taxa de crescimento populacional. A joaninha predadora *Cryptolaemus montrouzieri*, especialista em predação de cochonilhas, possui essas três características. Desta forma, esta pesquisa teve como objetivo, investigar como a alimentação alternativa afeta o comportamento sexual de *C. montrouzieri*. Para testar, foram avaliados cinco tratamentos com 30 casais incluindo dietas com mel e cochonilha, onde machos e fêmeas de *C. montrouzieri* foram alimentados com seu respectivo alimento de acordo com cada tratamento: 1) machos e fêmeas alimentados com mel; 2) machos mel e fêmeas cochonilha; 3) machos cochonilhas e fêmeas mel; 4) machos e fêmeas alimentados com cochonilha; 5) troca de alimentação (mel por cochonilha). Foram observados os comportamentos sexuais de engate, fuga e cópula, onde foi contabilizado a sua frequência e tempo de duração. Nossos resultados mostraram que a dieta alternativa influencia significativamente no comportamento sexual da espécie em estudo. Foi observado que machos quando alimentados apenas com mel, apresentam menor vigor e sucesso de cópulas, enquanto a frequência dos comportamentos sexuais aumentaram quando os insetos passaram a se alimentar de cochonilhas. Já as fêmeas parecem não distinguir os machos com base na dieta, e a iniciativa dos machos desempenha um papel crucial nas cópulas. Observou-se que a dieta alternativa, pode afetar o desempenho reprodutivo de *C. montrouzieri*, uma vez que a reprodução é uma atividade custosa e requer boa condição nutricional. No entanto, quando os insetos retomaram a alimentação de cochonilhas, seus comportamentos sexuais ressurgiram. Esses resultados têm implicações importantes para a criação massal dessas joaninhas predadoras usadas no controle biológico, sugerindo que a dieta adequada desempenha um papel crucial em seu comportamento sexual e, por consequência, na eficácia do controle de pragas.

Palavras-chave: Controle biológico; Desempenho reprodutivo; Dieta alternativa; Joaninha predadora.

ABSTRACT

The choice of insects for biological control programs requires consideration of three fundamental characteristics: specificity, voracity, and high population growth rate. The predatory ladybird beetle *Cryptolaemus montrouzieri*, specializing in preying on scale insects, possesses these three characteristics. Thus, this research aimed to investigate how alternative feeding affects the sexual behavior of *C. montrouzieri*. To test this, five treatments were evaluated with 30 pairs, including diets with honey and scale insects, where males and females of *C. montrouzieri* were fed their respective food according to each treatment: 1) males and females fed with honey; 2) males honey and females scale insects; 3) males scale insects and females honey; 4) males and females fed with scale insects; 5) food exchange (honey for scale insects). Sexual behaviors such as courtship, escape, and copulation were observed, and their frequency and duration were recorded. Our results showed that the alternative diet significantly influences the sexual behavior of the species under study. It was observed that males fed only with honey exhibit lower vigor and copulation success, while the frequency of sexual behaviors increased when insects began feeding on scale insects. Females, on the other hand, do not seem to distinguish males based on diet, and male initiative plays a crucial role in copulation. It was observed that the alternative diet can affect the reproductive performance of *C. montrouzieri*, as reproduction is a costly activity and requires good nutritional condition. However, when insects resumed feeding on scale insects, their sexual behaviors resurfaced. These results have important implications for the mass rearing of these predatory ladybirds used in biological control, suggesting that proper diet plays a crucial role in their sexual behavior and, consequently, in the effectiveness of pest control.

Keywords: Biological control; Reproductive performance; Alternative diet; Predatory ladybird.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de vida <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> Mulsant	15
Figura 2 - Comportamentos sexuais observados em <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> .	25
Figura 3 - Relação entre dietas e comportamentos totais de engate, fuga e cópula de <i>C. montrouzieri</i> .	27
Figura 4 - Valores totais dos comportamentos nas três réplicas de observação.	28

SUMÁRIO

1 REFERENCIAL TEÓRICO	9
1.1 COCCINELÍDEOS	9
1.2 REPRODUÇÃO DE COCCINELLIDAE	10
1.3 FATORES QUE AFETAM A REPRODUÇÃO	11
1.4 ALIMENTO DOS ADULTOS E COMPORTAMENTO SEXUAL	12
1.5 BIOLOGIA DE <i>CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI</i>	13
REFERÊNCIAS	16
2 OBJETIVOS	21
2.1 OBJETIVO GERAL	21
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
3 HIPÓTESES	21
4 MEL COMO INIBIDOR DO COMPORTAMENTO REPRODUTIVO EM <i>CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI</i> MULSANT, 1853 (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)	22
4.1 INTRODUÇÃO	22
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	23
4.3 RESULTADOS	26
4.4 DISCUSSÃO	28
4.5 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	32
APÊNDICE A – TABELA DE DADOS TOTAIS EM RELAÇÃO ÀS DIETAS E COMPORTAMENTOS REPRODUTIVOS.	34
APÊNDICE B – VÍDEOS COMPORTAMENTAIS	35

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 COCCINELÍDEOS

A família Coccinellidae (Coleoptera) constitui um amplo grupo de besouros que possuem ampla distribuição mundial. Possui 360 gêneros e mais de 6.000 espécies descritas (Vandenberg 2002; Omkar e Pervez, 2016), sendo que cerca de 2.000 são encontradas na região Neotropical (Almeida e Ribeiro-Costa, 2009). Em sua maioria, apresentam tamanho reduzido, variando de 1 mm a 18 mm, sendo as fêmeas tipicamente maiores que os machos (Guedes, 2013).

Os coccinelídeos podem ser categorizados em três grupos principais com base em sua especialização alimentar: predadores, fitófagos e micófagos (Hodek & Honek, 1996; Vandenberg, 2002; Giorgi et al., 2009), além de variarem entre os níveis tróficos herbívoro e carnívoro primário. Dentro do grupo de coccinelídeos predadores, há variação na preferência alimentar, com a maioria das presas sendo da ordem Hemiptera, especialmente da subordem Sternorrhyncha, que é composta por afídeos, cochonilhas, mosca branca e psilídeos (Hodek e Honek, 2009; Obrycki et al., 2009). Embora haja um grande interesse nos estudos sobre estratégias de alimentação e preferências alimentares dos coccinelídeos, esses estudos geralmente se limitam a espécies de potencial interesse econômico (Slipinski, 2007).

Coccinelídeos são amplamente reconhecidos por seu hábito predatório, especialmente pulgões e outros insetos fitófagos, o que os torna valiosos no controle biológico de pragas agrícolas (Gordon 1985; Majerus e Kearns, 1989). Tanto as larvas quanto os adultos desta família demonstram uma grande voracidade e atividade na busca por alimento, ocupando uma variedade de ambientes onde encontram-se suas presas (Hodek, 1973). Embora a maioria das espécies seja benéfica ao homem devido ao seu hábito predatório, algumas podem ser prejudiciais, especialmente as espécies fitófagas, já que podem causar danos à agricultura (Hagen, 1962).

1.2 REPRODUÇÃO DE COCCINELLIDAE

O período pré-oviposição em Coccinellidae pode variar substancialmente entre as espécies, sendo de 0 a 10 dias após o nascimento. Isso pode indicar que fêmeas de algumas espécies completam o desenvolvimento de seus ovos ainda no estágio de pupa, enquanto outras necessitam forragear para desenvolvê-los já na fase adulta (Nedved e Honek, 2012; Boggs, 1992).

Muitas espécies de coccinelídeos apresentam múltiplas cópulas e podem acasalar com vários machos diferentes (Yadav e Pervez, 2022), enquanto outras espécies preferem acasalar várias vezes com um macho já conhecido (Xie et al., 2014). Os benefícios visíveis da poliandria, envolvendo a escolha de parceiros, parecem estar mais vinculados à amplificação da fecundidade por meio de acasalamentos múltiplos, em vez de resultarem da seleção por parte das fêmeas, de machos mais qualificados (Pervez e Maurice, 2011; Bayoumy e Michaud, 2014).

O comportamento reprodutivo dos coccinelídeos envolve uma série de comportamentos específicos, que garantem o sucesso na reprodução e na sobrevivência da prole. Esses comportamentos podem ser divididos em três etapas distintas: pré-acasalamento, acasalamento e pós-acasalamento (Yadav e Pervez, 2022). O estudo desses comportamentos é fundamental para entender a ecologia e a biologia desses insetos benéficos, além de fornecer insights importantes para o manejo e conservação de suas populações.

O pré-acasalamento em joaninhas abrange o período entre a sua emergência e o primeiro acasalamento. Engloba: i) a maturação sexual, que ocorre em alguns dias após a eclosão da pupa (Nedved e Honek, 2012); ii) o reconhecimento e escolha do parceiro, por sinais químicos e físicos, como a cor do élitro e tamanho corporal (Omkar e Pervez, 2016); iii) o comportamento de corte, envolvendo toques, tentativa de acasalamento e cópula (Omkar et al., 2010).

O comportamento de acasalamento abrange as interações comportamentais desde o contato genital até a conclusão do acasalamento, incluindo a sua duração, produção de ejaculado adequada e custos e consequências associados, como lesões, gasto de energia e redução da longevidade (Arnqvist e Nilsson, 2000).

No pós-acasalamento, compreende as atividades que se desenrolam após o acasalamento, incluindo as ações de proteção do parceiro, como evitar que outro macho se aproxime da fêmea evitando assim que haja competição espermática (Yadav e Pervez, 2022), e o processo reprodutivo, como fertilidade e oviposição (Haddrill et al., 2008).

1.3 FATORES QUE AFETAM A REPRODUÇÃO

Existem vários fatores externos e internos que influenciam a reprodução e a maturação sexual dos coccinélideos. Entre eles, e os mais importantes estão a temperatura (Naranjo et al., 1990; Omkar e Pervez, 2002), o fotoperíodo (Omkar e Pathak, 2006), regulação hormonal (Jindra, 2013; Schal, 1993; Chapman, 2013) e alimentação (Lundgren, 2009; Lima et al., 2020; Osawa 2005; Hodek et al., 2012).

O aumento da temperatura geralmente está associado a um aumento na taxa de consumo de presas ou na ingestão de alimentos (Wang et al., 2013). Ela também determina a função de fecundidade específica dos coccinélideos, e pode acelerar ou encurtar o pico de taxa da oviposição (Omkar e Pervez, 2016). Temperaturas elevadas, também reduzem a duração da cópula e do período pré-oviposicional, estendem a fase de oviposição e incrementam os níveis de fecundidade (Wang et al., 2013). O desenvolvimento dos ovários também pode ser afetado pela temperatura. Por exemplo, em altas temperaturas, a maturação ovariana torna-se significativamente mais rápida em *Coccinella septempunctata* (Linnaeus, 1758) (Phoofolo et al., 1995; Uygun e Atlıhan, 2000).

Modificações no fotoperíodo e comprimentos de onda afetam coccinélideos (Mishra e Omkar, 2005; Omkar e Pathak, 2006; Nalepa, 2013). Joaninhas necessitam da presença e ausência da luz para realizar processos como cópula, muda e pupação (Omkar e Mishra, 2005). As mudanças no fotoperíodo desencadeiam comportamentos de acasalamento e influenciam o desenvolvimento dos órgãos sexuais, juntamente com as variações de temperatura (Koç e Sönmez, 2020). Em *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) mudanças no fotoperíodo reduzem o período de pré-oviposição, comumente associado à taxa de maturação dos ovários (Berkvens et al., 2008). Dias

longos podem impactar negativamente a fisiologia das joaninhas (Mishra e Omkar, 2005). Dias curtos, beneficiam as atividades reprodutivas ao reduzir o tempo de busca, levando a um aumento na duração da cópula (Omkar e Pervez, 2016). A probabilidade de aceitação dos machos por parte das joaninhas fêmeas aumenta em ambientes escuros, onde as fêmeas não podem avaliar critérios visuais de seleção, resultando na redução de rejeição ao acasalamento (Omkar e Pervez, 2016).

A alimentação é um dos fatores que mais causa impacto na reprodução dos coccinelídeos. Alguns alimentos não possuem os nutrientes necessários ou em quantidade necessária e não dão suporte ao desenvolvimento e reprodução, como o mel, pólen e néctar (Lundgren, 2009; Giorgi et al., 2009), sendo conhecidos como alternativos ou não essenciais, enquanto os que fornecem nutrientes em quantidade e qualidades adequadas para prover o desenvolvimento e reprodução são conhecidos como essenciais (Omkar e Pervez, 2016; Giorgi et al., 2009), entre eles estão as cochonilhas e pulgões.

A quantidade e qualidade dos alimentos consumidos pelas joaninhas podem influenciar o período de pré-oviposição, escolha de parceiros e fecundidade (Oliveira et al., 2004). O alimento exerce uma influência fundamental no desenvolvimento dos ovários, fazendo com que a joaninha possa produzir ovos e ovipositar (Osawa, 2005), ou até mesmo fazer com que haja reabsorção dos ovários (Ohgushi, 1996; Osawa, 2005).

1.4 ALIMENTO DOS ADULTOS E COMPORTAMENTO SEXUAL

Assim como são responsáveis pela maturação dos órgãos reprodutivos, os sistemas hormonais e feromonais também são encarregados pela ativação dos comportamentos sexuais entre insetos (Gullan e Cranston, 2017). O controle do comportamento reprodutivo geralmente está associado ao sistema neuroendócrino, especialmente para espécies que possuem um longo tempo de vida na fase adulta (Matthews e Matthews, 2010). Nestes casos, a fonte de alimento é um dos gatilhos que iniciam os fatores neuroendócrinos responsáveis pela maturação ovariana nas fêmeas, e por consequência dar início ao comportamento sexual (Matthews e

Matthews, 2010).

Os ovários são um dos centros endócrinos dos insetos (Chapman et al., 2013). O hormônio juvenil, secretado pelo *corpus allatum*, é responsável por regular a maturação dos tecidos reprodutivos das fêmeas (Jindra et al., 2013), como também, são os responsáveis pela maturação na receptividade feminina e síntese de feromônio (Riddiford, 2012). Contudo, na ausência da maturação ovariana, não há produção de hormônios que estimulem o desenvolvimento das estruturas reprodutivas (Chapman et al., 2013; Gullan e Cranston, 2017). Além disso, a dieta de fêmeas pode influenciar diretamente na expressão do hormônio juvenil, reduzindo sua ação (Schal et al., 1993).

Há evidências de que a ausência de oviposição observada em joaninhas que consomem alimento alternativo seja devido ao fato de que esse tipo de alimento não permite a maturação dos ovários. Fêmeas da joaninha *Brumoides foudrasi* (Mulsant, 1850) alimentadas exclusivamente com pólen desde a emergência do adulto foram dissecadas e não houve presença de ovários desenvolvidos, diferente de fêmeas alimentadas com cochonilhas, um alimento essencial, que apresentaram ovários desenvolvidos e ovos maduros no trato reprodutivo (Lima et al., 2020). Fêmeas de *C. montrouzieri* alimentadas exclusivamente com uma dieta composta por alimentação alternativa não apresentam oviposição (Marques et al., 2015; Santos et al., 2023).

1.5 BIOLOGIA DE *CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI*

Cryptolaemus montrouzieri é uma espécie de joaninha (Coleoptera: Coccinellidae). Assim como demais besouros, apresentam desenvolvimento holometábolo, ou seja, desenvolvimento com metamorfose completa, apresentando quatro fases bem definidas em seu ciclo de vida: ovo, larva, pupa e adulto (Figura 1) (Babu e Azam, 1987; Ghorbanian et al., 2011). A duração do ciclo de vida, desde a fase de ovo até a fase adulta, é influenciada por fatores ambientais, como temperatura e umidade (Babu e Azam, 1987; Ghorbanian et al., 2011) e também pela disponibilidade e qualidade do alimento (Santos et al., 2023). Larvas e adultos de *C. montrouzieri*, são adaptados às temperaturas tropicais, sendo ideal para seu

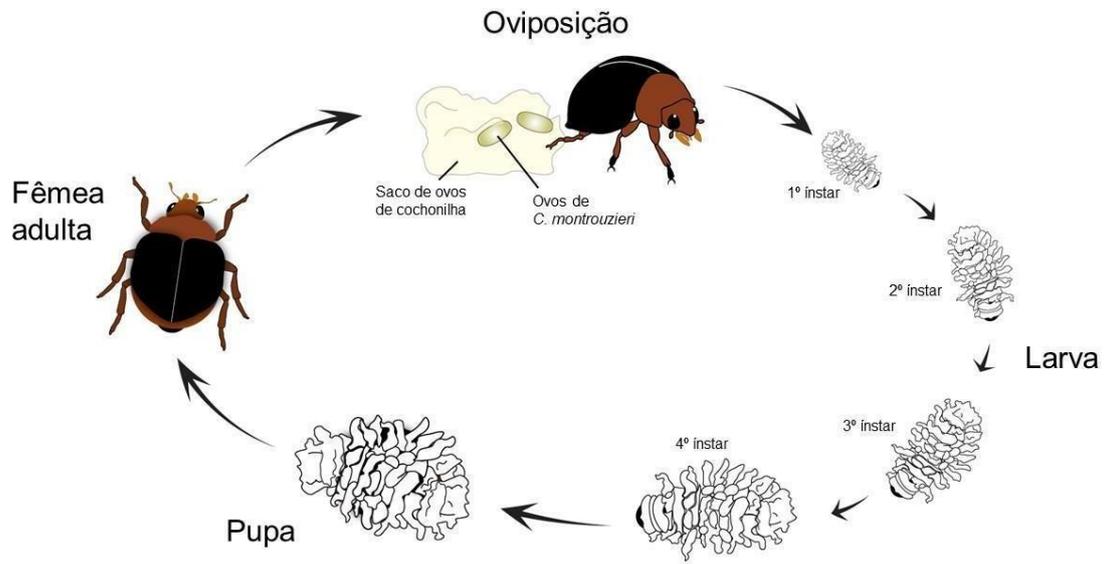
desenvolvimento uma temperatura de 25°-30°C (Babu e Azam, 1987; Kairo et al., 2013).

Os ovos de *C. montrouzieri* são depositados individualmente, cerca de 3 a 4 ovos por vez. Fêmeas preferem ovipositar nos revestimentos cerosos de suas presas (Merlin et al., 1996). O período de incubação é de 6-7 dias (Kaufmann, 1996). A fase larval é subdividida em quatro ínstaes, podendo ter uma duração média de 34 dias, seguidos de um estágio pupal de aproximadamente 7,79 dias (Ghorbanian et al., 2011). A longevidade dos adultos varia entre 50 a 100 dias (Kaufmann, 1996).

O *C. montrouzieri* é uma espécie que apresenta alta frequência de cópula (Félix et al., 2022), e podem acasalar com vários machos diferentes, (Jayanthi et al. 2013), apesar de alguns estudos apontarem que fêmeas preferem acasalar com o mesmo macho que acasalaram anteriormente e que são reconhecidos por sinais químicos que deixam no macho quando copularam com ele a primeira vez (Jayanthi et al. 2013).

Como *C. montrouzieri* é uma espécie polífaga, que consome uma ampla variedade de presas (Kairo et al., 2013), levanta-se a hipótese de que diferenças no tipo de alimento que ele utiliza possa afetar seu comportamento reprodutivo, baseado nas evidências existentes sobre sua limitação reprodutiva quando seu consumo é restrito para alimentos considerados não essenciais.

Figura 1 - Ciclo de vida *C. montrouzieri* mostrando todas as fases de desenvolvimento.



Fonte: Adaptado de Biobee.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L.M.; RIBEIRO-COSTA, C.S. Coleópteros predadores (Coccinellidae). In: Panizzi, A.R.; Parra, J.R.P. (Eds.). **Bioecologia e Nutrição de Insetos**. Brasília: EMBRAPA, pp. 931-968, 2009.
- ARNQVIST, G.; NILSSON, T. **The evolution of polyandry: multiple mating and female fitness in insects**. *Animal Behaviour*, v. 60, n. 2, p. 145-164, 2000.
- BABU, T.R.; AZAM, K.M. **Biology of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coccinellidae: coleóptera) in relation with temperature**. *Entomophaga*, v. 32, n. 4, p. 381-386, 1987.
- BAYOUMY, M. H.; MICHAUD, J. P. **Female fertility in *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) is maximized by polyandry, but reduced by continued male presence**. *European Journal of Entomology*, v. 111, n. 4, p. 513–520, 2014.
- BERKVEN, N.; BONTE, J., BERKVEN, D.L., DEFORCE, K., TIRRY, L., & CLERCQ, P.D. **Pollen as an alternative food for *Harmonia axyridis***. *BioControl*, v. 53, n. 1, p. 201–210, 2007.
- BioCryptolaemus. **BIOBEE**. Ciclo de vida *Cryptolaemus montrouzieri*. Disponível em: <<https://www.biobee.com/solutions/cryptolaemus-montrouzieri/>>. Acesso em: 29 jan. 2024.
- BOGGS, C. L. **Resource allocation: Exploring connections between foraging and life history**. *Functional ecology*, v. 6, n. 5, p. 508, 1992.
- CHAPMAN, R.F.; SIMPSON, S.J.; DOUGLAS, A.E. **The Insects - Structure and Function**. Cambridge University Press, New York, 2013.
- FELIX, K.E.S.; LIMA C.H.M. DE; DE LIMA M.S.; PONTES W.J.T. **No sex, no job: sexual abstinence reduces feeding rates of *Cryptolaemus montrouzieri***. *Bull Insectology*, v. 75, n. 2, p. 293-29, 2022.
- GHORBANIAN, S.; AGHDAM H.R.; GHAJARIEH H. & MALKESHI S.H. **Life Cycle and Population Growth Parameters of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Col.: Coccinellidae) Reared on *Planococcus citri* (Risso) (Hem.: Pseudococcidae) on Coleus**. *Journal of the Entomological Research Society*, v. 13, n. 2, p. 53, 2011.
- GIORGI J.A.; VANDENBERG N.J.; MCHUGH J.V.; FORRESTER J.A.; ŚLIPINIŃSKI S.A.; MILLER K.B.; SHAPIRO L.R & WHITING M.F. **The evolution of food preferences in Coccinellidae**. *Biological control: theory and applications in pest management*, v. 51, n. 2, p. 215–231, 2009.
- GORDON, R.D. **The Scymnini (Coleoptera: Coccinellidae) of the United States & Canada: key to genera and revision of *Scymnus*, *Nephus*, and *Diomus***. *Bulletin*

of the Buffalo Society of Natural Sciences, 28: 1-362, 1976.

GUEDES, C. F. DE C. **Preferência Alimentar e Estratégias de Alimentação em Coccinellidae (Coleoptera)**. Oecologia Australis, v. 17, n. 2, p. 249–270, 2013.

GUERREIRO, Júlio César. **A importância das joaninhas no controle biológico de pragas no Brasil e no mundo**. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, v. 3, n. 5, p. 1-3, 2004.

GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. Reprodução. In: GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S (EDS.). **Insetos: fundamentos da entomologia**. 5 ed. Rio de Janeiro: Roca, Cap. 5, p. 206-251, 2017.

HADDRILL, P. R.; WALDRON, F. M.; CHARLESWORTH, B. **Elevated levels of expression associated with regions of the Drosophilagenome that lack crossing over**. Biology letters, v. 4, n. 6, p. 758–761, 2008.

HAGEN, K. S. **Biology and ecology of predaceous Coccinellidae**. Annual review of entomology, v. 7, n. 1, p. 289–326, 1962.

HODEK, I. **Biology of Coccinellidae**. 1973. 1 ed. Dordreque, Netherlands: Springer, 1973.

HODEK, I.; HONĚK, A. **Scale insects, mealybugs, whiteflies and psyllids (Hemiptera, Sternorrhyncha) as prey of ladybirds**. Biological control: theory and applications in pest management, v. 51, n. 2, p. 232–243, 2009.

HODEK, I.; HONEK, A.; VAN EMDEN, H. F. **Ecology and behaviour of the ladybird beetles (Coccinellidae)**. Chichester, England: Wiley-Blackwell, 2012.

JAYANTHI, P. D. K.; SANGEETHA, P.; VERGHESE, A. **Influence of Polyandry on Clutch Size of the Predatory Coccinellidae, *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae)**. Florida Entomologist, v. 96, n. 3, p. 1073-1076, 2013.

JINDRA, M.; PALLI, S.R.; RIDDIFORD, L.M. **The juvenile hormone signaling pathway in insect development**. Annual Review of Entomology, v. 58, p. 181–204, 2013.

KAIRO, M.T.K.; PARAISO, O.; GAUTAM, R.; PETERKIN, D.D. ***Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coccinellidae: Scymninae): A review of biology, ecology, and use in biological control with particular reference to potential impact on non-target organisms**. CABI Reviews, v. 8, n. 5, p. 1-20, 2013.

KAUFMANN, T. **Dynamics of Sperm Transfer, Mixing, and Fertilization in *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae) in Kenya**. Annals of the Entomological Society of America, v. 89, n. 2, p. 238-242, 1996.

KOÇ, Y.; SÖNMEZ, E. **Fotoperiyodun *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae): un gelişim süresi, eşey oranı ve verimine etkisi**. Bitki Koruma Bülteni, v. 60, n. 2, p. 29-35, 2020.

LIMA, M.S. de; PONTES, W.J.T.; NÓBREGA, R. DE L. **Pollen did not provide suitable nutrients for ovary development in a ladybird *Brumoides foudrasii* (Coleoptera: Coccinellidae)**. *Diversitas Journal*, v. 5, p. 1486–1494, 2020.

LUNDGREN, J. G. **Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae**. *Biological control: theory and applications in pest management*, v. 51, n. 2, p. 294–305, 2009.

MAJERUS, M.E.N.; KERNS, P. **Ladybirds**. London: Richmond Publishing Co., 103 p, 1989.

MARQUES, C.E.M.; LIMA, M.S.; MELO, J.W.S.; BARROS, R.; PARANHOS, B.A.J. **Evaluation of *Ferrisia dasylirii* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) and Non-Prey Foods on the Development, Reproduction, and Survival of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae)**. *Coleopterists Bulletin*, v. 69, p. 343–348, 2015.

MATTHEWS, R. W.; MATTHEWS, J. R. **Insect Behavior**. 2 ed. Dordrecht: Springer Netherlands, 2010.

MERLIN, J.; LEMAITRE, O.; GRÉGOIRE, J.-C. **Oviposition in *Cryptolaemus montrouzieri* stimulated by wax filaments of its prey**. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, v. 79, n. 2, p. 141-146, 1996.

MISHRA, G.; OMKAR. **Influence of light components on the life attributes of an aphidophagous ladybird *Propylea dissecta* (Coleoptera: Coccinellidae)**. *International Journal of Tropical Insect Science*, v. 25, n. 1, p. 32–38, 2005.

NALEPA, C. A. **Coccinellidae captured in blacklight traps: seasonal and diel pattern of the dominant species *Harmonia axyridis* (Coleoptera)**. *European Journal of Entomology*, v. 110, n. 4, p. 593-597, 2013.

NARANJO, S. E.; GIBSON, R. L.; WALGENBACH, D. D. **Development, survival, and reproduction of *Scymnus frontalis* (Coleoptera: Coccinellidae), an imported predator of Russian wheat aphid, at four fluctuating temperatures**. *Annals of the Entomological Society of America*, v. 83, n. 3, p. 527–531, 1990.

NEDVED, O.; HONEK, A. Life history and development. In: HODEK, I.; VAN EMDEN, H. F.; HONĚK, A. (EDS.). **Ecology and behaviour of the ladybird beetles (Coccinellidae)**. Wiley, 2012. Cap. 3, p. 54-109.

OBRYCKI, J. J. et al. **Aphidophagy by Coccinellidae: Application of biological control in agroecosystems**. *Biological control: theory and applications in pest management*, v. 51, n. 2, p. 244–254, 2009.

OHGUSHI, T. **A reproductive tradeoff in an herbivorous lady beetle: egg resorption and female survival**. *Oecologia*, v. 106, n. 3, p. 345-351, 1996.

OLIVEIRA, N.C.; WILCKEN, C.F.; MATOS, C.A.O. **Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinelídeos (Coleoptera, Coccinellidae) sobre o pulgão-**

gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera, Aphididae). Revista Brasileira de Entomologia, v. 48, n. 4, p. 529-533, 2004.

OMKAR; MISHRA, G. **Mating in aphidophagous ladybirds: costs and benefits.** Journal of Applied Entomology, v. 129, n. 8, p. 432-436, 2005.

OMKAR; PATHAK, S. **Effects of different photoperiods and wavelengths of light on the life-history traits of an aphidophagous ladybird, *Coelophora saucia* (Mulsant).** Journal of Applied Entomology, v. 130, n. 1, p. 45–50, 2006.

OMKAR; PERVEZ, A. Ladybird Beetles. In: Omkar. **Ecofriendly Pest Management for Food Security.** [s.l.] Elsevier, p. 281–310, 2017.

OMKAR; PERVEZ, A. **Influence of Temperature on Age-Specific Fecundity of the Ladybeetle *Micraspis discolor* (Fabricius).** International journal of tropical insect science, v. 22, n. 01, p. 61–65, 2002.

OMKAR; SINGH, S.K.; MISHRA, G. **Multiple matings affect the reproductive performance of the aphidophagous ladybird beetle, *Coelophora saucia* (Coleoptera: Coccinellidae).** European Journal of Entomology, v. 107, p. 177–182, 2010.

OSAWA, N. **The effect of prey availability on ovarian development and oosorption in the ladybird beetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae).** European Journal of Entomology, v. 102, n. 3, p. 503-511, 2005.

PERVEZ, A.; MAURICE, N. **Mate choice and polyandry benefit reproduction and progeny fitness in the ladybird *Hippodamia variegata* (Goeze).** European Journal of Environmental Sciences, v. 1, n. 1, p. 19–23, 2011.

PHOOFOLO, M.W.; OBRYCKI, J.J.; KRAFSUR, E.S. **Temperature-Dependent Ovarian Development in *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae).** Annals of the Entomological Society of America, v. 88, n. 1, p. 72–79, 1995.

SANTOS, M.L.F.; RODRIGUES-PEDROSA, J.; PONTES, W.J.T. **The pre-oviposition period is associated with ovary maturation in *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, 1850 (Coleoptera: Coccinellidae).** Invertebrate Reproduction & Development, v. 67, n. 3-4, p. 129-134, 2023.

SCHAL, C.; CHIANG, A.S.; BURNS, E.L.; GADOT, M.; COOPER, R.A. **Role of the brain in juvenile hormone synthesis and oocyte development: Effects of dietary protein in the cockroach *Blattella germanica* (L.).** Journal of Insect Physiology, v. 39, p. 303–313, 1993.

ŚLIPIŃSKI, S. A. **Australian Ladybird Beetles (Coleoptera: Coccinellidae): Their biology and classification.** [s.l.] Csi, 2007.

SUTHERLAND, A. M.; PARRELLA, M. P. **Mycophagy in Coccinellidae: Review and synthesis.** Biological control: theory and applications in pest management, v.

51, n. 2, p. 284–293, 2009.

UYGUN, N.; ATLIHAN, R. **The effect of temperature on development and fecundity of *Scymnus levillanti***. *BioControl*, v. 45, p. 453–462, 2000.

VANDENBERG, N.J. Family 93. Coccinellidae Latreille 1807. In: Arnett, R.H. Jr., Thomas, M.C. Skelley, P.E., Frank, J.H. **American Beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea**. 1 ed. Boca Raton: CRC Press LLC, Pp. 371-389, 2002.

WANG, S. et al. **Effect of Temperature and Photoperiod on the Development, Reproduction, and Predation of the Predatory Ladybird *Cheilomenes sexmaculata* (Coleoptera: Coccinellidae)**. *Journal of Economic Entomology*, v. 106, n. 6, p. 2621–2629, 2013.

XIE, J.; ZHANG, Y.; WU, H.; LIU, P.; DENG, C.; PANG, H. **Effects of mating patterns on reproductive performance and offspring fitness in *Cryptolaemus montrouzieri***. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 153, p. 20–23, 2014.

YADAV, M.; PERVEZ, Ahmad. **Reproductive behaviour of predaceous ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae)**. *International Journal of Tropical Insect Science*, v. 42, n. 4, p. 3083-3095, 2022.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o comportamento sexual de *C. montrouzieri* submetidos a diferentes dietas na fase adulta.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a influência do recurso alimentar, mel, no comportamento sexual de *C. montrouzieri*.
- Analisar o comportamento de *C. montrouzieri* após a reintrodução de cochinilha após se alimentar apenas de alimentação alternativa.

3 HIPÓTESES

- Fêmeas de *C. montrouzieri* que se alimentam exclusivamente de alimento alternativo desde sua emergência não se mostram receptivas às investidas de cópula feitas pelos machos.
- Machos de *C. montrouzieri* alimentados exclusivamente de mel a partir da fase adulta conservarão seu comportamento sexual padrão.
- Quando as fêmeas que se alimentaram apenas de mel voltam a receber alimento essencial, que são as cochinilhas, seus ovários amadurecem e a partir de então tornam-se novamente receptivas à cópula.

Nota: Este trabalho será submetido para o periódico científico *Behavioural Processes*, o qual possui percentil de 72% e CiteScore de 3.2. Entretanto, aqui foram utilizadas as regras de formatação da ABNT para melhor leitura. O resumo foi suprimido para evitar repetições com o resumo do TCC.

4 MEL COMO INIBIDOR DO COMPORTAMENTO REPRODUTIVO EM *CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI* MULSANT, 1853 (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)

4.1 INTRODUÇÃO

A joaninha *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, 1853 é um predador generalista que ataca várias espécies de insetos que são capazes de provocar sérias perdas econômicas na agricultura, e por isso é amplamente utilizado como agente de controle biológico (Kairo et al., 2013). Foram identificadas cerca de 53 espécies presas diferentes que são consumidas por *C. montrouzieri* e que dão suporte ao seu desenvolvimento e reprodução. Contudo, cerca de 41 espécies foram identificadas como sendo inapropriadas para seu desenvolvimento ou reprodução (Kairo et al., 2013).

Muitos coccinelídeos, assim como *C. montrouzieri*, quando não possuem suas presas para consumo, recorrem a outros alimentos nutricionalmente mais pobres, como pólen, néctar ou mel, denominados de alimentação suplementar (Giorgi et al., 2009). Mel e pólen têm sido testados em laboratório para facilitar e tornar menos custosa a criação massal de insetos para o controle biológico (Ribeiro-Costa e Almeida, 2013). Contudo, os resultados são conflitantes. Sabe-se que *C. montrouzieri* quando se alimenta exclusivamente de pólen, não oviposita (Marques et al., 2015), o que pode ser explicado pelo fato de que alguns coccinelídeos predadores quando consomem apenas alimentação alternativa não desenvolvem seus ovários (Lima et al., 2020).

Considerando que os ovários maduros são responsáveis pela liberação de

hormônios que acionam o comportamento reprodutivo (Chapman et al., 2013) e que somente depois da maturação ovariana as fêmeas estariam aptas para a cópula, levantamos a hipótese de que fêmeas de *C. montrouzieri* que se alimentam exclusivamente de alimento alternativo desde sua emergência não se mostram receptivas às investidas de cópula feitas pelos machos. Por outro lado, considerando que o gatilho para acionar o comportamento sexual em machos não depende da maturação dos órgãos sexuais, mas sim pela metamorfose do sistema nervoso central (Matthews e Matthews, 2010), levantamos a hipótese de que machos de *C. montrouzieri* alimentados exclusivamente de mel a partir da fase adulta conservam seu comportamento sexual padrão. Contudo, quando as fêmeas voltarem a receber alimento essencial, que são as cochonilhas, seus ovários devem amadurecer e a partir de então espera-se que elas se tornem novamente receptivas à cópula.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os adultos de *C. montrouzieri* foram obtidos de uma colônia pré-estabelecida do Laboratório de Entomologia Aplicada, Universidade Federal de Pernambuco. As condições climáticas de criação e experimentos foram $25^{\circ}\text{C} \pm 5$, umidade relativa de $70\% \pm 5$ e fotoperíodo 12h/12h. Pupas da criação estoque foram individualizadas em placas de Petri de acrílico de 60x15 mm com uma abertura na tampa coberta com tecido vual para permitir a circulação de ar e observadas diariamente até a emergência dos adultos, quando foram sexados. Em seguida os indivíduos foram separados em grupos e alimentados com sua respectiva dieta durante 7 dias, que é maior que o tempo mínimo necessário para maturação ovariana quando alimentados com cochonilhas *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Santos et al., 2023). Machos e fêmeas reservas com o mesmo tempo de eclosão e alimentação foram mantidos em paralelo para substituição em caso de morte de alguma repetição.

Tratamentos

Para testar se o tipo de alimento afeta o comportamento de cópula de *C. montrouzieri*, quatro tratamentos foram comparados: 1) machos e fêmeas alimentados apenas com mel; 2) machos alimentados apenas com mel e fêmeas alimentadas

apenas com cochonilha; 3) machos alimentados apenas com cochonilhas e fêmeas alimentadas apenas com mel; 4) machos e fêmeas alimentados apenas com cochonilha. Para testar se a mudança na dieta altera a frequência dos eventos comportamentais, machos e fêmeas que foram alimentados exclusivamente com mel foram observados e em seguida, foram alimentados com cochonilhas durante 7 dias, depois dos quais foram observados novamente. Cada casal foi considerado como uma repetição, e cada tratamento teve 30 repetições.

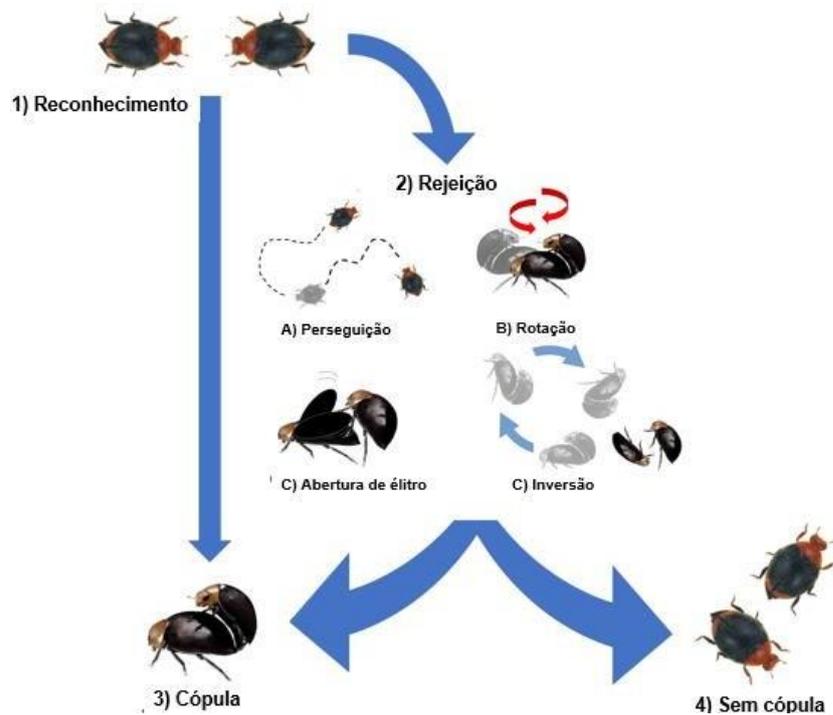
A cochonilha utilizada para alimentação foi *P. citri* e mel (Apiário Zumbi dos Palmares® 70 Kcal e 18g de carboidrato por porção de 20g e quantidades não significativas de proteínas, gorduras, fibra e sódio) a 30% oferecidos em chumaço de algodão. O mel foi renovado a cada dois dias, para evitar contaminação bacteriana ou fúngica.

Observações comportamentais

Os comportamentos mais frequentes e característicos de procura por cópulas, denotando interesse sexual, foram anotados por dois observadores independentes simultaneamente e delimitados em engate, fuga e cópula, a partir de observações preliminares de casais pareados em tubos de acrílico transparente (10 ml). As observações foram realizadas durante o período diurno, entre 10h e 14h. Os casais foram observados durante 150 minutos para registrar a frequência dos comportamentos.

O engate caracteriza-se quando o macho após subir sobre o dorso da fêmea consegue inserir seu edéago na genitália da fêmea, mas que não permanece tempo suficiente para caracterizar uma cópula completa. A fuga é quando o macho se separa da fêmea após poucos minutos de engate, fazendo com que não haja cópula, sendo esse comportamento provocado majoritariamente pela fêmea e eventualmente pelo próprio macho. Alguns comportamentos observados e caracterizados como fuga, durante este experimento, podem ser observados na figura 2. Estes comportamentos foram filmados e estão disponíveis para acesso (Apêndice B, vídeos 1 a 4). A cópula caracteriza-se pelo macho montar sobre o dorso da fêmea e inserir seu edéago na abertura genital, permanecendo ligado a ela por no mínimo 16 minutos, tempo mínimo para que algum material espermático seja transferido (De Lima et al., 2022).

Figura 2 - Comportamentos sexuais observados em *C. montrouzieri*.



Fonte: A autora, 2024.

Para assegurar que a frequência dos comportamentos permanece constante com o tempo, os casais utilizados no primeiro dia de observação foram separados e novamente individualizados. No dia seguinte, no mesmo horário, os mesmos insetos foram pareados entre si e observados da mesma forma. O experimento foi realizado de forma que cada indivíduo teve seus comportamentos registrados por três vezes ao longo do tempo. Os indivíduos foram reunidos de forma em que nenhum momento os mesmos machos foram pareados com as mesmas fêmeas.

Análise estatística

Os dados foram checados para normalidade com o teste de Kolmogorov-Smirnov e homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene. Os dados que não assumiram distribuição normal foram analisados com testes não paramétricos. Para verificar se a variável “dieta” tinha efeito sobre as variáveis dependentes de busca, fuga, engate e cópula, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis (amostras k

independentes), realizando múltiplas comparações em forma de pares. Quando os resultados foram significativos ($p < 0,05$), verificou-se entre quais grupos estavam ocorrendo os efeitos utilizando uma análise post-hoc. As análises estatísticas foram realizadas no SPSS Statistics 20.

4.3 RESULTADOS

Os resultados demonstram que o alimento alternativo modifica o comportamento sexual de *C. montrouzieri* (Figura 3 e 4) (Apêndice B, vídeo 5). Casais alimentados com mel tiveram uma diminuição de mais de 50% dos comportamentos em comparação com casais alimentados com cochonilha (Apêndice A). Machos alimentados com mel tem um menor número de engates e cópulas do que machos alimentados com cochonilha. Já em relação à dieta ingerida pelas fêmeas, foi observada uma alta variação no número de comportamentos, em ambas as dietas, indicando que provavelmente o efeito da dieta é relacionada ao macho.

O número de engates foi maior nos tratamentos onde os machos foram alimentados com cochonilha em relação aos tratamentos onde os machos consumiram mel ($X^2_{(3)} = 9,528$; $P = 0,02$). Foram registradas mais fugas nos tratamentos onde machos e fêmeas consumiram cochonilhas do que no tratamento onde o macho consumiu cochonilha e a fêmea consumiu mel ($X^2_{(3)} = 8,495$; $P = 0,03$). O número de cópulas é significativamente reduzido quando machos se alimentam de mel, comparado com o número de cópulas em machos que consumiram cochonilhas ($X^2_{(3)} = 10,421$; $P = 0,01$).

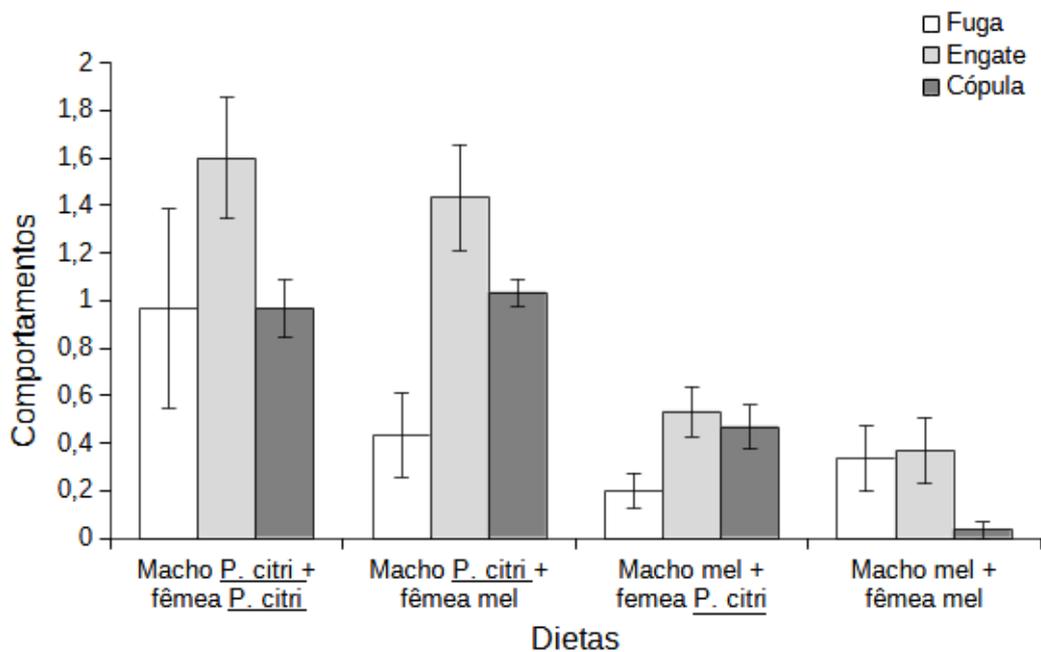
Quando os indivíduos alimentados exclusivamente com mel passaram a se alimentar de cochonilhas *P. citri*, os comportamentos reprodutivos mudaram de frequência (Figura 2). Observou-se um aumento significativo dos eventos comportamentais de fuga ($X^2_{(1)} = 3,971$; $P = 0,04$), de engate ($X^2_{(1)} = 3,857$; $P = 0,05$) e cópula ($X^2_{(1)} = 3,971$; $P = 0,04$).

Os machos alimentados com mel tiveram menos sucesso de engate e cópula, às vezes por recusa e fuga da fêmea, ou por indisposição do próprio macho. Por outro

lado, observou-se que as fêmeas alimentadas com mel ficaram menos ativas, mas independentemente de terem sido alimentadas com mel ou cochoilha, apresentaram comportamentos semelhantes.

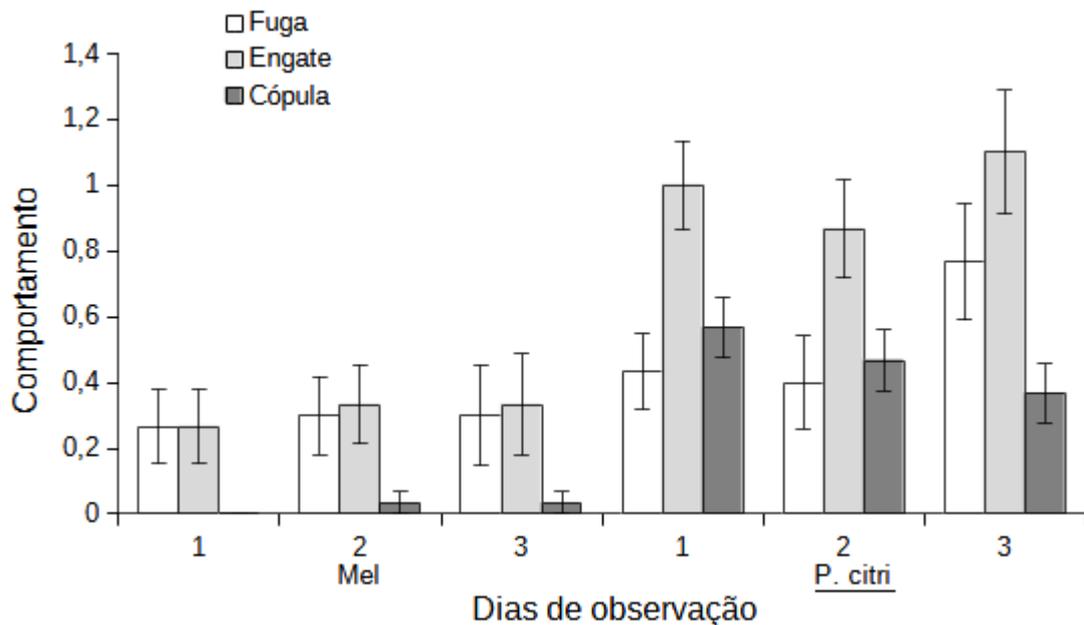
Fêmeas de *C. montrouzieri* não parecem distinguir entre os machos em função da dieta em nossos experimentos, sendo observado que o sucesso de cópula depende mais da atividade e iniciativa dos machos do que da receptividade e recusa das fêmeas.

Figura 3 - Relação entre dietas e comportamentos totais de fuga, engate, cópula e porcentagem de sucesso para *C. montrouzieri*.



Fonte: A autora, 2024.

Figura 4 - Valores totais dos comportamentos nos três dias de observação quanto aos comportamentos de fuga, engate e cópula de *C. montrouzieri*, quando alimentados inicialmente com mel e depois com cochonilha.



Fonte: A autora, 2024.

4.4 DISCUSSÃO

Adultos de *C. montrouzieri* alimentados com mel demonstraram menos vigor. Verificamos que machos alimentados com mel tinham menos disposição para engatar e copular, em comparação aos que se alimentaram de cochonilhas. A fuga das fêmeas também diminuiu, especialmente em função da baixa insistência dos machos. A frequência dos comportamentos reprodutivos aumentam quando os adultos alimentados com mel passam pelo menos sete dias se alimentando de cochonilhas.

Pesquisas sobre a seleção sexual em *C. montrouzieri* indicam que fêmeas possivelmente têm uma inclinação por acasalar repetidamente com o mesmo macho (Jayanthi et al., 2013), o que pode trazer vantagens como a garantia de um parceiro reprodutivo estável. Xie e colaboradores (2015) verificaram uma preferência das

fêmeas por machos maiores, que indique uma boa qualidade genética, o que sugere a possibilidade de uma influência direta da fêmea na seleção sexual. Entretanto, nossos dados apontam para a relevância do comportamento de acasalamento dos machos, que é influenciado pela dieta que consomem. O ímpeto do macho em copular pode, por si só, ser um fator decisivo para que as fêmeas permitam a cópula (Pontes et al., 2013). Desta forma, se a iniciativa do macho em buscar cópulas estiver atrelada à incapacidade da fêmea em evitar a cópula, podemos oferecer explicações alternativas sobre os mecanismos da seleção sexual de *C. montrouzieri* já descritos na literatura.

A preferência em copular com o mesmo macho observada por Jayanthi e colaboradores (2013) pode ser uma interpretação do comportamento mais ativo de um macho em particular, que realiza mais iniciativas e, portanto, realiza mais cópulas, sem necessariamente uma seleção sexual direta realizada pela fêmea. Da mesma forma, a observação de que fêmeas preferem machos maiores (Xie et al., 2014) pode ser, na verdade, que machos maiores tenham maior ímpeto em procurar cópulas, e justamente por causa disso consigam maior sucesso nas cópulas.

Em muitas espécies de coccinelídeos a alimentação suplementar, como o pólen e mel, pode garantir nutrientes necessários que dão suporte a sua sobrevivência (Honek e Hodek, 1996; Giorgi et al., 2009). Mesmo quando suas presas estão presentes, algumas espécies de coccinelídeos predadores recorrem a alimentação suplementar com pólen e mel (Lundgren, 2009). Isto sugere que podem obter nutrientes complementares que não são obtidos na presa, no entanto, para algumas espécies, a dieta exclusiva dessa alimentação suplementar pode ser um fator limitante no seu desempenho reprodutivo (Michaud, 2000). Isso sugere que para criação e manutenção de coccinelídeos em laboratório, o uso de uma alimentação suplementar pode afetar negativamente o desempenho reprodutivo.

Quando *C. montrouzieri* passa de uma alimentação restrita a cochonilhas, sua presa principal, para uma dieta baseada exclusivamente em alimento suplementar, como o mel, pode haver influência direta na população. Fêmeas de *C. montrouzieri* alimentadas exclusivamente com uma dieta composta por alimentação suplementar não apresentam desenvolvimento ovariano (Santos et al., 2023). Já em machos, a

dieta exclusiva de mel reduziu o ímpeto para buscar fêmeas, reduzindo a frequência de cópulas.

Após passar a se alimentar de cochonilhas, os comportamentos sexuais de *C. montrouzieri* ressurgem. Experimentos com outras espécies de coccinelídeos mostraram que, na ausência de alimento, ocorre a reabsorção dos ovários, que é revertida quando o alimento volta a ser oferecido, e as fêmeas voltam a ovipositar (Kajita e Evans, 2009). Nossos resultados sugerem que um perfil nutricional específico é um fator importante para a manutenção dos comportamentos sexuais nesta espécie. Dietas ricas em carboidratos provavelmente afetam o sistema endócrino e os hormônios sexuais responsáveis pelo comportamento de cópula.

Como os ovários também possuem função endócrina (Chapman, 2013), a falta de maturação ovariana decorrente da alimentação alternativa inibe o comportamento reprodutivo em *C. montrouzieri*. Desta forma, fêmeas que fiquem sem acesso às suas presas permaneçam comportamentalmente não receptivas à cópula. Saber se adultos de *C. montrouzieri* no ambiente onde não há presas essenciais disponíveis podem aumentar sua sobrevivência evitando o custo de reprodução e cópula pode ajudar a estimar melhor a permanência de populações reduzidas de *C. montrouzieri* no campo, e assim prever seu crescimento caso a população da presa volte a crescer.

Desta forma, em criações de laboratório ou populações naturais, uma alimentação baseada em mel deve estacionar a dinâmica populacional pela redução na reprodução, acarretando a diminuição contínua da população ao longo do tempo, até o surgimento das presas principais. Uma vez que a reprodução é uma atividade custosa para Coccinellidae, e que pode acarretar redução na longevidade dos adultos (Perry e Rowe, 2008), a diminuição das atividades sexuais decorrentes da modificação na dieta oferecida pode auxiliar a aumentar a sobrevivência de populações de *C. montrouzieri* em campo e em laboratório.

4.5 CONCLUSÃO

A alimentação alternativa inibe o comportamento sexual de *C. montrouzieri*. Os

machos são os mais afetados com a alimentação exclusivamente alternativa. A frequência dos eventos comportamentais reduz quando os machos são alimentados com mel, comparado com os tratamentos onde os machos são alimentados com cochonilhas. Há aumento na frequência dos eventos comportamentais dos casais quando deixam de se alimentar com mel e passam a se alimentar com cochonilhas. Esses resultados são úteis para aprimorar técnicas de criação de joaninhas predadoras usadas no controle biológico, e oferecem dados que podem ser utilizados para controlar com mais precisão a produção massal desta espécie, por produtores rurais locais e por biofábricas.

REFERÊNCIAS

- CHAPMAN, R.F.; SIMPSON, S.J.; DOUGLAS, A.E. **The Insects - Structure and Function**. Cambridge University Press, New York, 2013.
- DE LIMA, C.H.M.; NÓBREGA, R.L.; FERRAZ, M.L.; PONTES, W.J.T. **Mating duration and spermatophore transfer in *Cryptolaemus montrouzieri* (Coccinellidae)**. *Biologia*, v., 77, p. 149–155, 2022.
- GIORGI J.A.; VANDENBERG N.J.; MCHUGH J.V.; FORRESTER J.A.; ŚLIPÍŃSKI S.A.; MILLER K.B.; SHAPIRO L.R & WHITING M.F. **The evolution of food preferences in Coccinellidae**. *Biological control: theory and applications in pest management*, v. 51, n. 2, p. 215–231, 2009.
- HONEK, A.; HODEK, I. Distribution in Habitats. In: HODEK, I.; HONĚK, A. **Ecology of Coccinellidae**. Dordrecht: Springer Netherlands, p. 95–141, 1996
- JAYANTHI, P. D. K.; SANGEETHA, P.; VERGHESE, A. **Influence of Polyandry on Clutch Size of the Predatory Coccinellidae, *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae)**. *Florida Entomologist*, v. 96, n. 3, p. 1073-1076, 2013.
- KAIRO, M.T.K.; PARAISO, O.; GAUTAM, R.; PETERKIN, D.D. ***Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coccinellidae: Scymninae): A review of biology, ecology, and use in biological control with particular reference to potential impact on non-target organisms**. *CABI Reviews*, v. 8, n. 5, p. 1-20, 2013.
- KAJITA, Y.; EVANS, E. W. **Ovarian dynamics and oosorption in two species of predatory lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae)**. *Physiological entomology*, v. 34, n. 2, p. 185–194, 2009.
- LIMA, M.S. de; PONTES, W.J.T.; NÓBREGA, R. DE L. **Pollen did not provide suitable nutrients for ovary development in a ladybird *Brumoides foudrasii* (Coleoptera: Coccinellidae)**. *Diversitas Journal*, v. 5, p. 1486–1494, 2020.
- LUNDGREN, J. G. Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae. **Biological control: theory and applications in pest management**, v. 51, n. 2, p. 294–305, 2009.
- MARQUES, C.E.M.; LIMA, M.S.; MELO, J.W.S.; BARROS, R.; PARANHOS, B.A.J. **Evaluation of *Ferrisia dasyliirii* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) and Non-Prey Foods on the Development, Reproduction, and Survival of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae)**. *Coleopterists Bulletin*, v. 69, p. 343–348, 2015.
- MATTHEWS, R. W.; MATTHEWS, J. R. **Insect Behavior**. 2 ed. Dordrecht: Springer Netherlands, 2010.
- MICHAUD, J. P. **Development and Reproduction of Ladybeetles (Coleoptera: Coccinellidae) on the Citrus Aphids *Aphis spiraecola* Patch and *Toxoptera***

***citricida* (Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae)**. Biological control: theory and applications in pest management, v. 18, n. 3, p. 287–297, 2000.

PERRY, J. C.; ROWE, L. **Ingested spermatophores accelerate reproduction and increase mating resistance but are not a source of sexual conflict**. Animal behaviour, v. 76, n. 3, p. 993–1000, 2008.

PONTES, W.J.T.; CUNHA, E.G.; ARAÚJO, H.D.; BARROS, R.; LIMA, E. **Virgin and recently mated males are equally able to achieve new matings in *Neoleucinodes elegantalis***. Physiological Entomology, v. 38, p. 313–317, 2013.

RIBEIRO-COSTA, C.S.; ALMEIDA, C.L. *Bruchinae* (Coleoptera: Chrysomelidae). In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. 2 ed. Brasília: Embrapa, Cap. 13, 696-756, 2013.

SANTOS, M.L.F.; RODRIGUES-PEDROSA, J.; PONTES, W.J.T. **The pre-oviposition period is associated with ovary maturation in *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, 1850 (Coleoptera: Coccinellidae)**. Invertebrate Reproduction & Development, v. 67, n. 3-4, p. 129-134, 2023.

XIE, J.; DE CLERCQ, P.; ZHANG, Y.; WU, H.; PAN, C.; PANG, H. Nutrition-dependent phenotypes affect sexual selection in a ladybird. **Scientific Reports**, v. 5, n. 1, 2015.

XIE, J.; Yuhong Z.; Hongsheng W.; Ping L.; Congshuang D. & Hong P. Effects of mating patterns on reproductive performance and offspring fitness in *Cryptolaemus montrouzieri*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 153, n. 1, p. 20–23, 21 jul, 2014.

APÊNDICE A – TABELA DE DADOS TOTAIS EM RELAÇÃO ÀS DIETAS E COMPORTAMENTOS REPRODUTIVOS.

DIETA (♂/♀)	Fuga	Engate	Cópula
Cochonilha/Cochonilha	66	131	76
Mel/Mel	25	27	2
Troca: mel para cochonilha	48	89	42
Mel/Cochonilha	14	47	38
Cochonilha/Mel	30	126	94

APÊNDICE B – VÍDEOS COMPORTAMENTAIS

Vídeo 1 – Perseguição

Vídeo 2 – Rotação

Vídeo 3 – Abertura de élitro

Vídeo 4 – Inversão

Vídeo 5 – Diferença comportamental entre casais alimentados com cochonilha *Planococcus citri* e alimentados com mel

Link para acesso:

https://drive.google.com/drive/folders/13FIKyK3Jb_9kOC7iNkXXWahXXqTVzCmQ?usp=drive_link