



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE BACHAREL EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

ANNE KÉTYLA MONTE DIÓGENES

***Marava arachidis* (Yersin, 1860) INIMIGO NATURAL DE *Dactylopius opuntiae*
(Cockerell, 1896)?**

**AREIA
2025**

ANNE KÉTYLA MONTE DIÓGENES

***Marava arachidis* (Yersin, 1860) INIMIGO NATURAL DE *Dactylopius opuntiae*
(Cockerell, 1896)?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Paraíba, como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique de
Brito.

**AREIA
2025**

ANNE KÉTYLA MONTE DIÓGENES

Marava arachidis (Yersin, 1860) INIMIGO NATURAL DE *Dactylopius opuntiae*
(Cockerell, 1896)?

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Paraíba, como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 18 /07 /2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **CARLOS HENRIQUE DE BRITO**
Data: 29/07/2025 17:54:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Carlos Henrique de Brito (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Documento assinado digitalmente
 **LYLIAN SOUTO RIBEIRO**
Data: 29/07/2025 18:36:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. Lylían Souto Ribeiro
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Documento assinado digitalmente
 **MANOEL CICERO DE OLIVEIRA FILHO**
Data: 29/07/2025 18:53:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. Manoel Cicero de Oliveira Filho
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

D591m Diógenes, Anne Kétyla Monte.

Marava arachidis (Yersin, 1860) inimigo natural de
Dactylopius opuntiae (Cockerell, 1896)? / Anne Kétyla
Monte Diógenes. - Areia:UFPB/CCA, 2025.

38 f. : il.

Orientação: Carlos Henrique de Brito.
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Ciências Biológicas. 2. Cochonilha-do-carmim. 3.
Predação. 4. Controle biológico. 5. Palma forrageira.
I. Brito, Carlos Henrique de. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 573(02)

Dedico todo e qualquer sucesso meu aos meus pais, que, sob muito sol,
me fizeram chegar até aqui, na sombra.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida, por cada momento em que me deu força e coragem para seguir em frente. Obrigada pelo consolo nos dias difíceis, por manter viva a minha fé de que dias melhores chegariam e por me fazer acreditar que todo sonho pode se realizar com a Sua bênção.

Aos meus pais, Maria Aparecida e Alex, obrigada por todo amor, apoio e por acreditarem em mim mesmo nas ideias mais doidas. Vocês sempre me mostraram que sou capaz, e isso fez toda a diferença.

Aos meus irmãos, Kisslorran e Levy, que são minha base e meu porto seguro. Obrigada por cada palavra de incentivo, por me fazerem rir quando tudo parecia difícil e por todo o carinho e amor incondicional.

Aos meus avós, que sempre foram abrigo, conforto e sabedoria. Seus conselhos e abraços foram meu refúgio em muitos momentos. Obrigada por tanto amor.

A toda minha família, meu muito obrigada por estarem sempre torcendo por mim. Cada gesto, cada palavra de apoio, cada momento de descontração... tudo isso me ajudou a chegar até aqui.

Aos amigos que a vida me deu durante o curso — Anthony, Anderson, Evilásio, Guilherme, Elias, Ellen, Pollyanna, Bianca, Mariana, Humberto e Ana Beatriz — obrigada por cada risada, por cada momento que dividimos. Levo todos vocês no coração.

À minha amiga Natália Brito, que está comigo desde o ensino médio, obrigada por sermos companheiras de sonho, de luta e de caminhada. Que orgulho da nossa história!

A você, Yan Santana, obrigada por todo apoio, pela calma que me passou em meio ao caos, pelo carinho e por estar sempre ao meu lado. Sua presença fez tudo ser mais leve.

Ao LABIN, meu segundo lar na graduação, obrigada por cada aprendizado, parceria e amizade construída. Foi muito mais que um laboratório — foi parte da minha história.

Ao meu orientador, Carlos Brito, minha gratidão imensa pela dedicação, organização e carinho com os alunos. Obrigada por acreditar no nosso potencial e por fazer parte dessa conquista.

Agradeço também a todos os professores que fizeram parte da minha trajetória, por cada ensinamento, conselho e apoio. E aos servidores e funcionários da UFPB, obrigada por todo suporte ao longo desses anos.

De coração, obrigada a todos que fizeram parte dessa caminhada.

RESUMO

A palma forrageira *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. desempenha papel socioeconômico relevante nas regiões semiáridas brasileiras. No entanto, a cochonilha-do-carmim, *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae), é considerada sua principal praga, capaz de comprometer severamente o desenvolvimento das plantas. Embora o uso de variedades resistentes seja atualmente o método mais empregado no manejo da praga, outras estratégias, como o controle biológico, apresentam potencial promissor e carecem de investigações mais aprofundadas. Com isso, essa pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes densidades populacionais de *D. opuntiae* sobre *M. arachidis*. O experimento foi conduzido no Laboratório de Invertebrados (LABIN) do Departamento de Biociências, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB. As ninfas de *D. opuntiae* foram ofertadas em cinco densidades (5, 10, 15, 20 e 25) a indivíduos de 1º, 2º, 3º e 4º instares, além de adultos de *M. arachidis*. A predação foi monitorada até a muda de instar nos estágios ninfais e, nos adultos, até a oviposição dos casais. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 25 tratamentos e 10 repetições. As médias foram comparadas por meio de contrastes obtidos via modelos lineares generalizados. Os resultados indicaram aumento significativo na taxa de predação com o acréscimo da densidade de presas, sendo a densidade de 25 ninfas a que proporcionou maior consumo por ninfas e adultos do predador. Conclui-se que *M. arachidis* apresenta alto potencial como agente de controle biológico de *D. opuntiae*, sendo uma alternativa promissora para o manejo integrado da praga na cultura da palma forrageira.

Palavras-Chave: cochonilha-do-carmim; predação; controle biológico; palma forrageira.

ABSTRACT

The forage cactus (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) plays a significant socioeconomic role in Brazil's semiarid regions. However, the carmine scale insect, *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae), is considered its main pest, capable of severely compromising plant development. Although the use of resistant varieties is currently the most widely used method for pest management, other strategies, such as biological control, show promising potential and require further investigation. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of different population densities of *D. opuntiae* on *M. arachidis*. The experiment was conducted at the Invertebrate Laboratory (LABIN) of the Department of Biosciences, Center for Agricultural Sciences, Federal University of Paraíba, Areia, Paraíba. *D. opuntiae* nymphs were offered at five densities (5, 10, 15, 20, and 25) to first-, second-, third-, and fourth-instar individuals, as well as *M. arachidis* adults. Predation was monitored until the molt in the nymphal stages and, in the adults, until oviposition of pairs. The experimental design was completely randomized, with 25 treatments and 10 replicates. The means were compared using contrasts obtained through generalized linear models. The results indicated a significant increase in the predation rate with increasing prey density, with a density of 25 nymphs resulting in the highest consumption by both nymphs and adults of the predator. It is concluded that *M. arachidis* has high potential as a biological control agent for *D. opuntiae*, constituting a promising alternative for integrated pest management in forage cactus pear crops.

Keywords: biological control; prague; predator; forage palm.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Capacidade predatória da <i>Marava arachidis</i> sobre diferentes densidades de ninfas migrantes <i>Dactylopius opuntiae</i> (A -E).....	22
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Distribuição percentual dos componentes utilizados para o preparo da dieta artificial de <i>Marava arachidis</i>	18
Tabela 2 – Média dos Mínimos Quadrados (LSMEAN) da Taxa de Predação Total (TP) de <i>Marava arachidis</i> sobre ninfas da cochonilha-do-carmim (<i>Dactylopius opuntiae</i>) em função da densidade de presas.	23
Tabela 3 - Média dos Mínimos Quadrados (LSMEAN) da Taxa de Predação Total (TP) de <i>Marava arachidis</i> sobre ninfas migrantes da cochonilha-do-carmim (<i>Dactylopius opuntiae</i>) em função do instar do predador.	24
Tabela 4 - Média dos Mínimos Quadrados (LSMEAN) da Viabilidade (D) de <i>Marava arachidis</i> em função das diferentes densidades de ninfas da cochonilha-do-carmim (<i>Dactylopius opuntiae</i>) oferecidas.	27
Tabela 5 – Médias dos mínimos quadrados (LSMEAN) da taxa de predação (TP) de <i>Marava arachidis</i> em função dos diferentes instares do predador alimentado com ninfas de <i>Dactylopius opuntiae</i>	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	Controle biológico	12
2.2	Importância dos cactos do gênero <i>Opuntia</i>	14
2.3	Impacto econômico: <i>Dactylopius opuntiae</i>	15
2.4	Possibilidade de agente controlador: <i>Marava arachidis</i>	16
3	METODOLOGIA	18
3.1	Criação e Manutenção de <i>Marava arachidis</i>	18
3.2	Criação e manutenção de <i>Dactylopius opuntiae</i>	19
3.3	Capacidade predatória e viabilidade de <i>Marava arachidis</i> sobre as ninfas migrantes de <i>Dactylopius opuntiae</i>	19
3.4	Número de ninfas nascidas na GF1 em adultos de <i>Marava arachidis</i>	20
	predando <i>Dactylopius opuntiae</i>	20
3.5	Análises estatísticas	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1	Capacidade predatória de <i>Marava arachidis</i> sobre diferentes densidades de ninfas migrantes de <i>Dactylopius opuntiae</i>	22
4.2	Viabilidade sobre os diferentes instares de <i>Marava arachidis</i> predando ninfas migrantes de <i>Dactylopius opuntiae</i>	27
4.3	Efeito da reprodução em adultos de <i>Marava arachidis</i> predando ninfas migrantes de <i>Dactylopius opuntiae</i>	30
5	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

Os cactos do gênero *Opuntia*, comumente conhecidas como palma forrageira, desempenham um papel significativo no Nordeste brasileiro, tais como forragem animal, alimentação humana, produção de medicamentos, como matéria-prima de cosméticos, corantes, na conservação e recuperação de solos, produção de biogás, cercas vivas e paisagismo (Rocha, 2012; Silva, 2015; Alencar, 2018). A palma forrageira representa uma alternativa viável de renda no semiárido e destaca-se como a principal cultura para garantir a oferta de forragem durante períodos de estiagem, devido ao seu elevado potencial produtivo e adaptabilidade às condições climáticas da região (Nunes, 2011).

Com a introdução da cochonilha-do-carmim *Dactylopius opuntiae* (Cockerell, 1896) (Hemiptera: Dactylopiidae), um importante inseto-praga dessa cultura, ocorreram perdas significativas nos palmais de diversas regiões do Brasil (Silva et al., 2018). Esse impacto foi exacerbado pela alta suscetibilidade da principal espécie cultivada até então, *Opuntia ficus-indica*, à praga, o que resultou na destruição de milhares de hectares de áreas cultivadas (Torres; Giorgi, 2018).

A cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae*) é um hemíptero fitófago da família Dactylopiidae, restrita ao gênero *Dactylopius*, composto por nove espécies nativas das Américas (Rodriguez et al., 2001). Infestações intensas, superiores a 75%, podem levar à morte das plantas hospedeiras (Palafox-Luna et al., 2018). Além dos danos diretos, há a associação com patógenos oportunistas, agravando o comprometimento da cultura. Essa praga tem se destacado pelo alto potencial destrutivo e pelas perdas econômicas que provoca na produção de palma forrageira em regiões semiáridas (Bezerra, 2018).

O manejo de *Dactylopius opuntiae* tem priorizado a seleção e uso de cultivares resistentes, como Miúda e Orelha de Elefante Mexicana, reconhecidas por sua eficácia na recomposição dos palmais e no suporte a programas de melhoramento genético (Santos, 2023). No entanto, estratégias complementares como o controle biológico merecem maior atenção. Essa abordagem baseia-se na utilização de inimigos naturais — insetos predadores, parasitoides, fungos entomopatogênicos, bactérias e vírus — com potencial para suprimir populações da praga de forma sustentável e com menor impacto ambiental (Abreu et al., 2015).

Dentre os insetos promissores no controle biológico, os Dermaptera têm se destacado por sua voracidade, hábito alimentar generalista e capacidade de adaptação em diferentes

ambientes agrícolas (Maddalena, 2022). Estudos têm demonstrado sua eficácia na predação de pragas como *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), reforçando seu potencial como agentes de controle em programas de manejo integrado de pragas (Souza et al., 2019; Cruz et al., 1995; Silva et al., 2009).

Nesse cenário, torna-se relevante investigar novas espécies do grupo, ampliando as possibilidades de uso sustentável desses inimigos naturais na agricultura.

Marava arachidis (Yersin, 1860) é um dermáptero predador com grande potencial para programas de controle biológico. Caracteriza-se por sua elevada voracidade e hábito alimentar generalista, sendo capaz de predação de ovos e estágios imaturos de diversas ordens de insetos-praga, como Lepidoptera e Hemiptera (Nascimento, 2018; Maddalena, 2022). Além disso, apresenta fácil manejo em laboratório (Guimarães et al., 2006; Oliveira Filho et al., 2023) e tolerância a agentes de controle seletivos, o que favorece sua integração em estratégias sustentáveis de manejo integrado de pragas (Abreu et al., 2023). Sua adaptabilidade a diversas presas e ambientes destaca *Marava arachidis* como um eficiente regulador populacional natural. Esses atributos reforçam seu potencial como agente de controle biológico em sistemas agrícolas.

Neste contexto, o presente estudo buscou avaliar o potencial de *Marava arachidis* Yersin, 1860 (Dermoptera: Labiidae) como agente de controle biológico de *Dactylopius opuntiae*, frente a diferentes densidades de ninfas migrantes. Além de investigar a viabilidade do predador em distintos estágios de desenvolvimento e o desempenho reprodutivo em termos de produção de ninfas por prole da praga em sistemas agrícolas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Controle biológico

O controle biológico é uma estratégia amplamente recomendada no manejo integrado de pragas por sua sustentabilidade e compatibilidade com a conservação da biodiversidade agrícola. A técnica baseia-se na utilização de inimigos naturais como parasitoides, predadores e microrganismos para suprimir populações de pragas, reduzindo a dependência de inseticidas químicos (Kumar et al., 2023; Gontijo et al., 2024). Essa abordagem se insere em um contexto de intensificação ecológica, em que o equilíbrio natural é restaurado por meio de interações tróficas complexas (Shapiro-Ilan et al., 2024).

As principais modalidades de controle biológico incluem o controle clássico, aumentativo, por conservação e microbiano. O controle clássico envolve a introdução deliberada de inimigos naturais exóticos, enquanto o aumentativo refere-se à liberação em massa de agentes criados em laboratório. O controle por conservação foca em favorecer os organismos benéficos já presentes no agroecossistema. Já o controle microbiano utiliza organismos patogênicos, como bactérias, vírus e fungos, para infectar as pragas diretamente (Tiwari, 2024; Shapiro-Ilan et al., 2024; Kumar et al., 2023).

Historicamente, a prática ganhou reconhecimento internacional a partir do sucesso do besouro *Rodolia cardinalis* contra a cochonilha *Icerya purchasi* na Califórnia em 1888 (Kumar et al., 2023). No Brasil, os avanços tornaram-se expressivos a partir da década de 1980, especialmente com o uso de parasitoides como *Cotesia flavipes* e *Trichogramma galloi*, além do fungo *Metarhizium anisopliae* em cana-de-açúcar (Parra; Coelho, 2022; Bueno et al., 2024). Segundo Gontijo et al. (2024), o país destaca-se mundialmente como referência em controle biológico a campo aberto, com milhões de hectares tratados anualmente.

A viabilidade do controle biológico em larga escala depende diretamente da criação massal eficiente dos inimigos naturais. Bueno et al. (2024) relatam que, durante o processo de criação, é comum ocorrer perda de vigor nos organismos e alterações em seu comportamento natural. Para mitigar esses efeitos, são necessárias dietas artificiais otimizadas e ambientes de criação controlados (Hayashida et al., 2018). A utilização de ovos de *Anagasta kuehniella* como hospedeiros alternativos, cápsulas com alimento e liberação por drones têm se mostrado estratégias eficazes no aprimoramento do desempenho em campo (Parra; Coelho, 2022). Entretanto, a eficácia do controle biológico pode ser comprometida por fatores ambientais adversos, como altas temperaturas, radiação solar e predação por outros organismos

(Silva et al., 2019; Bueno et al., 2024). Tiwari (2024) salienta que os biopesticidas microbianos, apesar de promissores, ainda enfrentam desafios em relação à estabilidade em campo, tempo de prateleira e formulação adequada. Além disso, lacunas na legislação e carência de programas de extensão rural dificultam sua implementação ampla, especialmente entre pequenos produtores (Gontijo et al., 2024).

Com os avanços tecnológicos, novas possibilidades têm surgido, como o uso de RNA de interferência (RNAi), engenharia do microbioma de insetos, aplicação de semioquímicos e manipulação genética de inimigos naturais (Tiwari, 2024; Shapiro-Ilan et al., 2024). No Brasil, estratégias como o uso de feromônios para monitoramento, além da adoção de culturas de cobertura e plantas floríferas, têm favorecido a conservação e a ação de inimigos naturais (Parra; Coelho, 2022). A expansão e consolidação do controle biológico dependem, portanto, da integração de conhecimento técnico, investimento em pesquisa e desenvolvimento e políticas públicas de incentivo (Gontijo et al., 2024; Kumar et al., 2023).

2.2 Importância dos cactos do gênero *Opuntia*

A palma forrageira (*Opuntia* spp.) tem como origem o México, expandindo-se para todo continente americano em sistemas de cultivo e silvestre. Essa cactácea também se difundiu pela Ásia, África, Europa e Oceania, adaptando-se a diferentes climas, sendo cultivada desde regiões áridas e semiáridas de todo o mundo (Cavalcante et al., 2014; Jardim et al., 2020a).

Essa cactácea pertence ao reino: Plantae; divisão: Embryophyta; subdivisão: Angiospermea; classe: Dicotyledoneae; subclasse: Archiclamideae; ordem: Opuntiales; família: Cactaceae. Tal família apresenta 178 gêneros, contemplando em torno de 2.000 espécies conhecidas. Contudo, os dois gêneros de palma mais utilizados para a produção de forragem no semiárido brasileiro são a *Opuntia* e *Nopalea* (Galvão Júnior et al., 2014; Souza et al., 2019; Jardim et al., 2020a; Jardim et al., 2021c).

O alto potencial adaptativo desses gêneros de palma a ambientes áridos e semiáridos decorre de modificações morfofisiológicas e do metabolismo ácido das crassuláceas (MAC). Esse mecanismo permite a assimilação de CO₂ predominantemente durante a noite, por meio da ação da fosfoenolpiruvato carboxilase, reduzindo a perda de água pela abertura estomática noturna (Taiz et al., 2017; Jardim et al., 2021b). No MAC, o fechamento estomático diurno reduz a transpiração, preserva a turgidez celular e permite o desenvolvimento da planta em condições de alta temperatura e deficiência hídrica (Taiz et al., 2017).

No setor agropecuário, a palma forrageira é uma importante fonte alimentar para animais, apresentando cladódios com aproximadamente 90% de água em seu peso *in natura*, além de minerais, vitaminas, carboidratos não fibrosos, alta aceitabilidade e digestibilidade (Galvão Júnior et al., 2014; Pereira et al., 2015; Silva et al., 2021b). As características bromatológicas desta cactácea favorece o desenvolvimento dos microrganismos ruminais e proporcionando maior síntese de proteína microbiana, além de alta capacidade de rebrota durante seus ciclos produtivos (Cardoso et al., 2019).

2.3 Impacto econômico: *Dactylopius opuntiae*

O termo praga, por sua vez, é uma designação antropocêntrica dada a certos insetos e outros organismos (como ácaros, nematoides, mamíferos, pássaros e plantas daninhas) que afetam adversamente os valores ecológicos, sociais e econômicos das atividades humanas (Berti Filho; Macedo, 2011, p. 7-8). As pragas podem causar danos diretos ao atacar o produto comercializável ou indiretos ao comprometer estruturas vegetais essenciais, afetando os processos fisiológicos e, conseqüentemente, a produção (Berti Filho; Macedo, 2011, p. 8). Adicionalmente, as pragas podem atuar indiretamente transmitindo patógenos (especialmente vírus), favorecendo a proliferação de bactérias e fungos, ou injetando substâncias tóxicas durante sua alimentação (Berti Filho; Macedo, 2011, p. 8).

Dactylopius opuntiae (Hemiptera: Dactylopiidae) é considerada uma das principais pragas da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) em países com clima árido e semiárido, onde a planta representa fonte essencial de forragem e segurança alimentar. Essa praga causa necrose, queda de frutos, murcha e morte dos cladódios, afetando diretamente a produtividade e a viabilidade dos cultivos (Sbabdji et al., 2023).

No Brasil, os danos causados pela cochonilha-do-carmim superaram 100 mil hectares, com perdas econômicas acima de 25 milhões de dólares, segundo El Aalaoui et al. (2022). Esse impacto é agravado nas regiões semiáridas do Nordeste, onde a palma é cultivada mesmo em solos com baixa fertilidade, desempenhando papel estratégico na alimentação animal e na agricultura familiar (Souza et al., 2021).

Esses prejuízos têm um impacto socioeconômico direto na pecuária do semiárido, comprometendo as reservas forrageiras e forçando os produtores a diminuir o tamanho do rebanho, vender animais para cobrir dívidas, ou a enfrentar a mortalidade de seus animais por falta de alimento (Almeida, 2010; Santos, 2023; Landim; Braga, 2020). Além disso, a praga secreta uma substância açucarada que atrai formigas e facilita a incidência de fumagina, prejudicando ainda mais a planta (Almeida, 2010).

O controle químico é oneroso e muitas vezes inviável para pequenos produtores, além de não haver um inseticida específico registrado para a cultura, o que pode levar ao uso de produtos ineficazes ou com riscos ambientais e à saúde (Almeida, 2010; Santos, 2023). Como apontado por García Pascual et al. (2024), a comunidade científica tem direcionado esforços para alternativas mais seguras e sustentáveis, sendo o controle biológico uma das abordagens mais estudadas na última década.

García Pascual et al. (2024) observaram uma crescente preocupação com a sustentabilidade ambiental e os impactos socioeconômicos da praga tem impulsionado o desenvolvimento de táticas baseadas em entomopatógenos e resistência varietal. Em regiões semiáridas, onde os recursos são limitados, essas estratégias são particularmente relevantes para agricultores familiares. Witt et al. (2020) destacam que o comportamento de *D. opuntiae* varia conforme o biotipo e a espécie de *Opuntia* afetada, o que reforça a importância de programas de controle adaptados às condições locais.

2.4 Possibilidade de agente controlador: *Marava arachidis*

A *Marava arachidis* (Yersin, 1860), conhecida popularmente como tesourinha, é um inseto predador pertencente à ordem Dermaptera e à família Spongiphoridae (ou Labiidae). Seu nome, derivado do grego "derma" (pele) e "ptera" (asas), faz referência às suas asas anteriores coriáceas que protegem as asas posteriores membranosas (Nascimento, 2018). Esta espécie é cosmopolita e de vida livre, sua ocorrência é registrada em diversas partes do mundo, incluindo o Brasil (Nascimento, 2018) e, mais recentemente, no Egito (Aboelhadid et al., 2022). É reconhecida por sua alta capacidade predatória e voracidade, o que a torna um promissor agente de controle biológico em agroecossistemas (Nascimento, 2018; Abreu et al., 2023).

Em termos de biologia e desenvolvimento, a *M. arachidis* apresenta metamorfose incompleta (hemimetabolia), passando por três fases: ovo, ninfa e adulto (Nascimento, 2018). É uma espécie ovovivípara, o que significa que seus ovos se desenvolvem dentro do corpo da mãe. As ninfas eclodem em poucos minutos após a postura, já em um estágio avançado de desenvolvimento embrionário, a fêmea de *M. arachidis* tem, em média, 9,52 ninfas por postura (Nascimento, 2018; Aboelhadid et al., 2022).

As ninfas possuem o hábito de se manterem agrupadas enquanto a fêmea permanece por perto, demonstrando esse cuidado parental (Oliveira-Filho et al., 2023). Este comportamento também permite que as ninfas aprendam comportamentos de predação e busca por alimento (Nascimento, 2018). Embora seja uma prática incomum, o canibalismo pode ocorrer em altas densidades populacionais em laboratório, especialmente entre pais e filhos, o que exige a separação da prole para evitar tal comportamento (Nascimento, 2018).

O período ninfal da *M. arachidis* é composto por quatro instares (Nascimento, 2018), independentemente da fonte de alimento. Em geral, o tempo de desenvolvimento entre

os instares aumenta com o avanço do estágio ninfal (Oliveira-Filho et al., 2023). A expectativa de vida da *M. arachidis* em laboratório pode atingir 19 semanas, com um alto potencial de crescimento populacional (Nascimento, 2018). A ecdise, processo de troca de cutícula, é o principal mecanismo de crescimento e pode envolver o consumo da exúvia pelo inseto (Nascimento, 2018; Oliveira-Filho et al., 2023).

Morfologicamente, a *M. arachidis* possui corpo alongado e achatado e sua coloração varia do marrom ao preto, possui cabeça prognata (apêndices bucais voltados para frente), olhos compostos bem desenvolvidos e antenas filiformes com 10 a 50 segmentos, cujo número varia com o desenvolvimento do inseto (Nascimento, 2018). Apresenta três pares de pernas ambulatórias, a característica mais distintiva são os cercos (fórceps) na extremidade do abdômen que se assemelham a pinças e são utilizados para defesa, ataque e auxílio na cópula (Nascimento, 2018).

A espécie apresenta dimorfismo sexual, com os machos tendo pinças mais recurvadas e amplamente separadas, enquanto nas fêmeas são mais próximas e paralelas, as ninfas não possuem asas, mas os adultos apresentam élitros coriáceos anteriores e asas membranosas posteriores, embora raramente voem (Nascimento, 2018). Os aspectos morfométricos como comprimento do corpo, peso e tamanho da cápsula cefálica aumentam gradualmente com o avanço dos instares e as ecdises (Nascimento, 2018; Oliveira-Filho et al., 2023). Os dermápteros também possuem um odor fétido devido a um fluido produzido por glândulas secretoras no terceiro segmento abdominal, que atua como repelente (Nascimento, 2018).

Em suma, a *M. arachidis* é uma tesourinha com grande potencial para uso em programas de controle biológico, dada a sua biologia favorável (ovoviviparidade, cuidado maternal, desenvolvimento rápido com alimentação adequada), suas características morfométricas e, principalmente, sua eficaz capacidade predatória sobre ovos e fases imaturas de diversas pragas de importância agrícola, como a *Diatraea saccharalis* (broca da cana-de-açúcar), *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho), *Aphis spp* (pulgões) e *Rhipicephalus spp.*(carrapatos) (Nascimento, 2018; Oliveira-Filho et al., 2023; Abreu et al., 2023; Aboelhadid et al., 2022).

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Invertebrados (LABIN), do Departamento de Biociências do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), localizado em Areia-PB.

3.1 Criação e Manutenção de *Marava arachidis*

A criação de *M. arachidis* foi estabelecida no LABIN, localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, CCA-UFPB (temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade $70 \pm 10\%$ e fotofase 12 horas). Os indivíduos de *M. arachidis* foram separados em recipientes de plásticos com capacidade de 500ml e cada recipiente foi mantido com tampa vedada a fim de evitar fugas. No interior de cada recipiente, os insetos foram alimentados com dieta artificial, tal como descrito na tabela 1.

Tabela 1: Distribuição percentual dos componentes utilizados para o preparo da dieta artificial de *Marava arachidis*.

Ingrediente	Porcentagem
Ração inicial para frango de corte	35%
Farelo de trigo	26%
Levedo de cerveja	22%
Leite em pó	13%
Nipagim	4%

Fonte: Guimarães et al., 2006 (*1.000g de dieta).

Nos recipientes também foram adicionados pequenos pedaços de papel absorvente, dobrados e umedecidos com água destilada. Estes foram trocados a cada dois dias, visando manter uma alta umidade dentro dos recipientes e fornecer proteção para as tesourinhas. A alimentação foi fornecida em pequenos recipientes de plástico com 5 cm de diâmetro e trocadas a cada três dias para evitar a proliferação de fungos. Tanto os

adultos quanto as ninfas de *M. arachidis* foram alimentadas com a mesma dieta artificial. Após a liberação das ninfas, cada prole foi separada dos seus genitores e no intervalo de dois a três dias, transferidas para outro recipiente com o intuito de não ocorrer canibalismo entre pais e filhos.

3.2 Criação e manutenção de *Dactylopius opuntiae*

Para a realização do experimento foi necessário manter e multiplicar as ninfas migrantes de *D. opuntiae* em condições de laboratório. Foram utilizados cladódios de palma forrageira sadios e totalmente infestados, obtidos através de agricultores da região juntamente com a Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária (SIGLA?). O material coletado foi armazenado em caixas e transportado para o Departamento de Biociências do Campus II da UFPB. A criação foi inserida em câmaras climatizadas tipo B.O.D com condições controladas de temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa $60 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas todas registradas por meio de termo-higrômetro. Os cladódios infestados foram inseridos em bandejas e cobertos por tecido *voil* e colocado elástico por cima para poder firmar o tecido e manter todos vedados. Com a criação estável da cochonilha-do-carmim foi necessário a multiplicação das ninfas. Para isso, os cladódios sadios foram intercalados sobre os cladódios infestados, para que os indivíduos de *D. opuntiae* pudessem migrar de cladódios infestados para os sadios. Após cada mês foi feita a manutenção e a troca de todo o material, os cladódios infestados substituídos e eliminados para que novos fossem inseridos. Dessa forma, a criação massal foi mantida e totalmente multiplicada para serem usadas na pesquisa.

3.3 Capacidade predatória e viabilidade de *Marava arachidis* sobre as ninfas migrantes de *Dactylopius opuntiae*

Para este bioensaio, foram utilizadas tesourinhas de 1°, 2°, 3°, 4° instar e adultos, sendo cada instar estudado isoladamente e os adultos separados por sexo. Os insetos foram individualizados em placas de Petri (9 cm), contendo no seu interior, 1cm² de cladódios de palma e um pedaço de papel absorvente, tipo higiênico, dobrado e devidamente umedecido. Diariamente foram ofertadas ao predador de cada instar, ninfas migrantes recém-eclodidas da cochonilha-do-carmim, nas densidades de 5, 10, 15, 20 e 25 indivíduos por placa. Após a avaliação diária, as ninfas foram repostas para cada densidade.

Os insetos foram adicionados as placas de Petri com auxílio de um pincel, sendo 10 repetições do 1° ao 4° instar e 20 adultos (10 machos e 10 fêmeas) por tratamento, totalizando 60 insetos, tendo como unidade amostral um inseto.

As placas de Petri foram vedadas e observadas diariamente sob microscópio estereoscópico quanto ao número de presas consumidas e à mudança de instar, nas diferentes densidades de presas. Foram consideradas ninfas da praga consumidas aquelas que se mantiveram imóveis ao estímulo gerado pelo toque de um pincel. As avaliações foram realizadas a cada 24h até a mudança de instar e nos adultos após os casais efetuarem as posturas esses foram avaliados, individualmente, por mais 15 dias.

Para avaliar a viabilidade ninfal e de adultos de *M. arachidis*, foi contabilizado o número de indivíduos que sobreviveram em cada estágio para cada densidade ofertada.

3.4 Número de ninfas nascidas na Geração F1 em adultos de *Marava arachidis* predando *Dactylopius opuntiae*.

Para avaliar o efeito das diferentes densidades de ninfas de *Dactylopius opuntiae* no número de ninfas nascidas na geração F1 de *Marava arachidis*, foi individualizado um casal (macho e fêmea) em potes plásticos contendo papel absorvente dobrado, devidamente umedecido, e discos de palma forrageira com as densidades estabelecidas de ninfas migrantes. As avaliações foram realizadas a cada 24 horas, com a contagem do número de ninfas eclodidas sendo registrada durante todo o período experimental.

3.5 Análises estatísticas

Diante dos dados obtidos, avaliou-se o consumo médio e total de ninfas migrantes de *Dactylopius opuntiae* por diferentes instares de *M. arachidis*. Para a avaliação da capacidade predatória, foi realizada análise por meio de regressão, com o intuito de verificar a relação entre a densidade de presas ofertadas e o número de ninfas consumidas. Os modelos foram ajustados utilizando o método dos mínimos quadrados, possibilitando a descrição do padrão de predação em diferentes condições de disponibilidade de presas. Todas as análises foram realizadas utilizando o software estatístico R (R Development Core Team, 2023).

Complementarmente, as análises de variância (ANOVA) das variáveis Taxa de Predação (TP) e Viabilidade (D) foram conduzidas com o auxílio do software SAS (SAS

Institute Inc., 2025), por meio do procedimento GLM (General Linear Model). Foram avaliados os efeitos principais da densidade de presas, do instar do predador e da interação entre esses dois fatores (densidade \times instar).

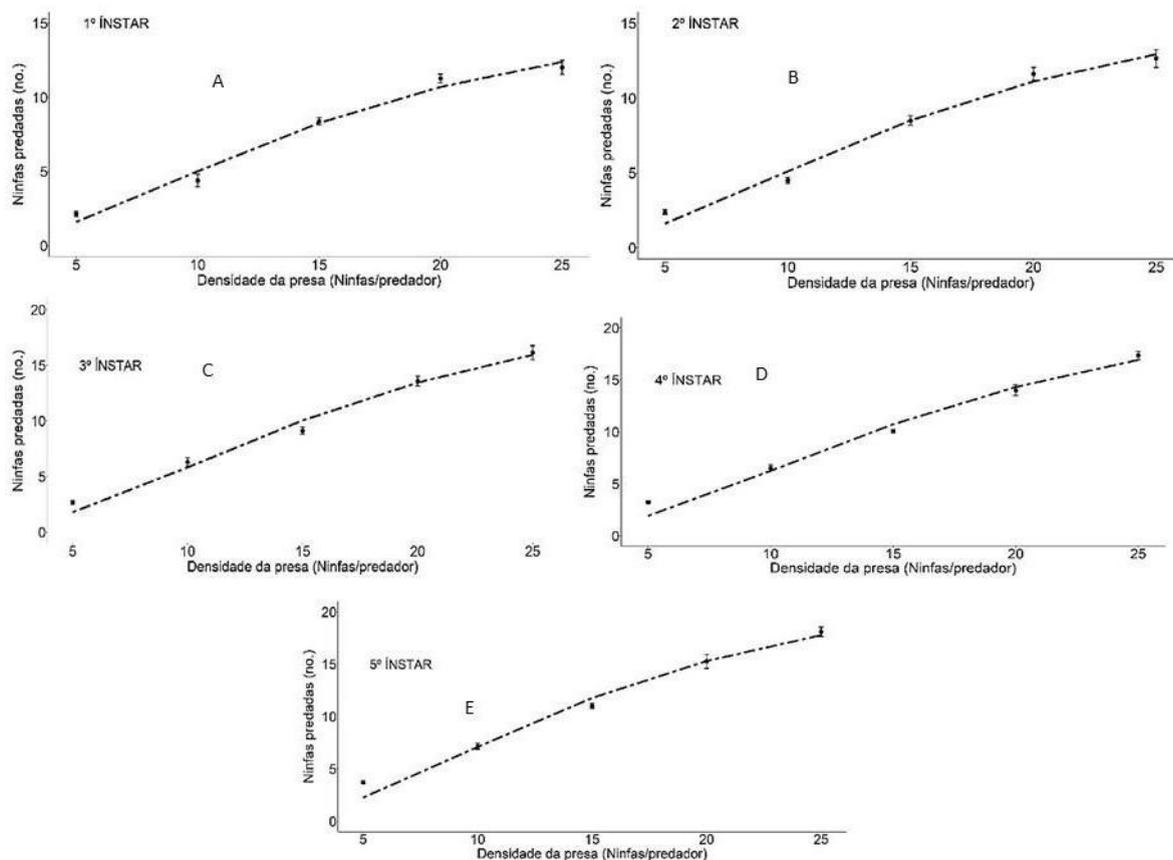
Para a variável TP, o modelo apresentou um valor de F igual a 166,14, com significância estatística ($Pr < 0,0001$) e um coeficiente de determinação R^2 de 0,9466, indicando um alto poder explicativo do modelo. Para a variável D, o modelo também foi estatisticamente significativo ($F = 5,49$; $Pr < 0,0001$), com R^2 de 0,3693, o que representa um ajuste mais modesto. As comparações entre as médias ajustadas (LSMEANS) foram realizadas com correção de Tukey 5% ($\alpha = 0,05$), o que permitiu identificar diferenças significativas entre os níveis de densidade e de instares, além de avaliar a existência de interação entre os fatores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Capacidade predatória de *Marava arachidis* sobre diferentes densidades de ninfas migrantes de *Dactylopius opuntiae*.

Ao avaliar a capacidade predatória dos diferentes instares de *M. arachidis* sobre ninfas migrantes de *D. opuntiae*, observou-se que ocorre um consumo crescente de ninfas migrantes, ou seja, a partir do aumento das diferentes densidades, ocorre maior taxa de predação (Figura 1A-E). Resultados semelhantes foram encontrados por Garziera et al., (2008), ao avaliarem o predador *Cryptolaemus montrouzeri* predando *D. opuntia* verificando-se que o consumo de presas aumenta com a densidade.

Figura 1. Capacidade predatória da *Marava arachidis* sobre diferentes densidades de ninfas migrantes *Dactylopius opuntiae*.(A-E).



Fonte: Elaboração própria.

Conforme demonstrado na Tabela 2, os testes estatísticos indicaram que houve um aumento significativo na taxa de predação de *M. arachidis* com o acréscimo da densidade de ninfas ofertadas. As médias ajustadas (LSMEANS) revelaram um padrão crescente de predação proporcional ao número de presas disponíveis. Além disso, as comparações múltiplas apontaram diferenças estatisticamente significativas entre todas as densidades avaliadas ($Pr < 0,0001$), evidenciando que a maior oferta de presas potencializa o desempenho predatório da espécie.

Tabela 2 – Taxa de Predação Total (TP) de *Marava arachidis* sobre ninfas da cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae*) em função da densidade de presas.

Densidade (ninfas)	TP (LSMEAN)
5	2.8258 a
10	5.7826 b
15	9.4226 c
20	13.1522 d
25	15.2492 e

Pesquisa conduzida por Silva Neto et al. (2024) demonstrou que *Marava arachidis* apresenta resposta funcional do tipo II na predação de larvas de *Anthonomus grandis*, com predação média variando de 1,00 a 6,50 larvas por dia, conforme o aumento da densidade. A taxa de ataque estimada foi de 0,0374 e o tempo de manuseio de 0,3794 h (22,2 min), indicando elevada eficiência predatória. Esses resultados são coerentes com os obtidos para a tesourinha neste estudo, no qual estágios mais avançados também demonstraram maior capacidade e eficiência predatória conforme o aumento da densidade de presas.

Esse comportamento está de acordo com o observado por Vieira et al. (1997) ao estudarem a resposta funcional de *Scymnus (Pullus) argentinicus* frente a diferentes densidades de *Schizaphis graminum*. Os autores verificaram um padrão de resposta funcional do tipo II, em que a predação aumenta rapidamente com a densidade de presas e tende a se estabilizar em níveis mais altos. Em ambos os estudos, o aumento da densidade resultou em maior taxa de

predação, especialmente nos estágios mais desenvolvidos do predador. No presente experimento, observou-se que *M. arachidis* atingiu o maior consumo na densidade de 25 ninfas, comportamento que pode estar associado à maior mobilidade e demanda energética em estágios mais avançados, semelhante ao alto consumo observado no 4º ínstar de *S. argentinus*. Essa comparação reforça que a eficiência predatória pode ser modulada tanto pela oferta de presas quanto pelo estágio ontogenético do predador.

A Tabela 3 apresenta as médias ajustadas (LSMEANS) da taxa de predação (TP) de *M. arachidis* ao longo dos diferentes instares. Os resultados indicam que a TP aumentou de forma consistente com o desenvolvimento do predador. As análises estatísticas revelaram diferenças significativas entre todos os instares, com exceção do primeiro e segundo, cuja diferença não foi estatisticamente significativa ($Pr = 0.7300$). Esses achados indicam que o incremento na capacidade predatória se torna mais expressivo a partir do terceiro instar, refletindo a maturação e eficiência crescente do predador com o avanço do seu desenvolvimento.

Tabela 3 - Taxa de Predação Total (TP) de *Marava arachidis* sobre ninfas migrantes da cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae*) em função do instar do predador.

Instar	TP (LSMEAN)
1	7.6418 d
2	7.9394 d
3	9.5608 c
4	10.2392 b
5	11.0512 a

Em estudos conduzidos por Nascimento (2018), com a tesourinha *M. arachidis*, foi observado que o consumo diário de presas aumentou consideravelmente ao longo do desenvolvimento do predador. As maiores taxas de predação foram registradas nos ínstares mais avançados e nos adultos, com destaque para a taxa de consumo de ovos de *Diatraea saccharalis*, que foi significativamente superior nos adultos (867,2 ovos) em comparação às ninfas do quarto instar (94,0 ovos). Esses achados reforçam o comportamento alimentar intensificado de *M. arachidis* conforme seu desenvolvimento, o que corrobora os dados do presente trabalho.

Resultados semelhantes foram observados por Cruz et al. (1995), que relataram aumento na predação de ovos de *Helicoverpa zea* por *Doru luteipes* com o avanço dos ínstares, destacando alta voracidade em adultos. De forma semelhante, Souza et al. (2019) identificaram comportamento predatório crescente em tesourinhas dos gêneros *Doru* e *Euborellia*, com destaque para sua eficácia na cultura do milho. Esses padrões são consistentes com os resultados obtidos para *Marava arachidis*, cuja eficiência predatória aumentou significativamente a partir do terceiro instar, evidenciando seu potencial como agente de controle biológico.

A consistência no desempenho predatório observado para *Marava arachidis* ao longo dos ínstares, especialmente nos estágios mais avançados, está alinhada com os dados morfométricos descritos por Maddalena (2022). Em sua pesquisa, a autora caracterizou quatro ínstares ninfais com crescimento progressivo em peso, comprimento corporal e da cápsula cefálica, indicando um desenvolvimento fisiológico contínuo. Tal padrão justifica a maior eficiência predatória e viabilidade nos últimos ínstares, conforme verificado neste estudo. Além disso, Maddalena (2022) demonstrou que a exposição aos fungos entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* não comprometeu o desenvolvimento ou a reprodução de *M. arachidis*, reforçando sua estabilidade biológica sob condições de estresse. Esses resultados, em conjunto, evidenciam o potencial da espécie como agente de controle biológico eficiente, especialmente nas fases mais avançadas do seu ciclo de vida.

Entre os coccinelídeos, Vieira et al. (1997) descreveram um padrão comparável em *Scymnus (Pullus) argentinicus*, predador de pulgões. As taxas de predação aumentaram significativamente do primeiro ao quarto instar, com médias que variaram de 3,0 a 12,3 ninfas (1º instar) até 16,6 a 98,5 ninfas (4º instar), dependendo da densidade. As fêmeas adultas também predaram mais que os machos, demonstrando que, além do estágio de desenvolvimento, o sexo do predador pode influenciar na taxa de consumo.

Por fim, *Cryptolaemus montrouzieri*, outro coccinelídeo, também apresentou padrão de predação crescente. De acordo com Garziera et al. (2008), o consumo de ninfas de *D. opuntiae* aumentou a partir do quinto dia de vida dos adultos, estabilizando-se após esse período. Esse comportamento foi atribuído a um processo de aprendizado e adaptação ao recurso alimentar, refletindo a melhora na eficiência predatória com o tempo.

Diversas espécies de dermápteros têm se destacado pela sua atuação como predadores naturais em programas de controle biológico (Lima, 2020). *Marava arachidis* é uma dessas espécies, apresentando características promissoras para uso no manejo de pragas. No entanto, apesar de sua reconhecida eficiência predatória, os estudos existentes ainda se concentram majoritariamente em aspectos biológicos, havendo uma lacuna quanto à sua aplicação prática em diferentes sistemas agrícolas. Diante disso, investigações que avaliem sua capacidade de predação frente a distintas pragas tornam-se essenciais, como proposto na presente pesquisa.

Dessa forma, os dados obtidos demonstram que *Marava arachidis* responde positivamente ao aumento da densidade de presas, elevando sua taxa de predação conforme a disponibilidade de ninfas migrantes de *Dactylopius opuntiae*. Tal desempenho reforça o potencial dessa tesourinha como agente de controle biológico, sobretudo nos estágios iniciais da praga, evidenciando sua aplicabilidade em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura da palma forrageira, ao menos sob condições controladas de laboratório.

4.2 Viabilidade sobre os diferentes instares de *Marava arachidis* predando ninfas migrantes de *Dactylopius opuntiae*.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4, observou-se que a viabilidade média dos predadores aumentou progressivamente com o acréscimo da densidade de presas ofertadas. As médias ajustadas (LSMEANS) indicaram uma tendência crescente na viabilidade de *M. arachidis*, acompanhando o aumento na quantidade de ninfas disponibilizadas. Embora o efeito da densidade tenha sido estatisticamente significativo ($Pr < 0,0001$), as comparações entre densidades adjacentes nem sempre revelaram diferenças significativas. Embora nem todas as comparações entre densidades tenham revelado diferenças estatísticas significativas, observou-se uma tendência consistente de aumento na viabilidade da tesourinha com o acréscimo na densidade de presas, sugerindo uma possível relação entre a oferta alimentar e a sobrevivência do predador ao longo do seu desenvolvimento.

Tabela 4 - Viabilidade (D) de *Marava arachidis* em função das diferentes densidades de ninfas da cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae*) oferecidas.

Densidade (ninfas)	Viabilidade (LSMEAN)
5	14.260 d
10	16.600 c
15	17.620 b
20	18.680 b
25	19.860 a

A viabilidade biológica de *Marava arachidis* já foi demonstrada em diversos estudos, destacando sua capacidade de se desenvolver e se reproduzir alimentando-se de diferentes presas. A espécie completa seu ciclo com sucesso ao consumir ovos e lagartas de *Diatraea saccharalis*, pulgões como *Brevicoryne brassicae* e ovos de *Spodoptera frugiperda*, principal praga da cultura do milho (Tinoco et al., 2023; Nascimento, 2018; Abreu et al., 2015; Souza et al., 2019). Esses achados são coerentes com os resultados obtidos nesta pesquisa, os quais demonstraram que o aumento da densidade de *Dactylopius opuntiae* proporcionou maior

viabilidade de *M. arachidis*, evidenciando que a disponibilidade alimentar é um fator determinante para a sobrevivência e o bom desempenho do predador.

Além da eficiência predatória, *M. arachidis* apresenta compatibilidade com práticas sustentáveis de manejo, sendo tolerante a agentes comumente utilizados no controle biológico. Estudos demonstram que fungos entomopatogênicos como *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*, bem como extratos vegetais de *Agave sisalana*, *Ziziphus joazeiro*, *Mentha sp.* e outras espécies, não comprometem a viabilidade nem o ciclo reprodutivo do predador (Maddalena, 2022; Abreu et al., 2023). Essa seletividade favorece sua inclusão em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), permitindo seu uso conjunto com outros métodos de controle, sem prejuízos à sua eficácia. Os resultados obtidos reforçam essa aplicabilidade, ao demonstrar que *M. arachidis* se mantém ativo mesmo em diferentes contextos alimentares.

A Tabela 5 apresenta os dados de viabilidade de *M. arachidis* ao longo dos diferentes instares, evidenciando um aumento significativo na média de dias de sobrevivência com o avanço do desenvolvimento. As médias ajustadas (LSMEANS) indicam que os indivíduos dos instares 4 e 5 permaneceram viáveis por mais tempo, com diferenças estatisticamente significativas em relação aos estágios iniciais ($Pr < 0,0001$). Esses resultados indicam que o progresso no desenvolvimento fisiológico contribui para uma maior resistência ao longo do tempo. Assim, os estágios mais avançados de *M. arachidis* demonstraram não apenas maior longevidade, mas também estabilidade na viabilidade durante todo o período experimental, refletindo melhor desempenho biológico nessas fases.

Tabela 5 – Taxa de predação (TP) de *Marava arachidis* em função dos diferentes instares do predador alimentado com ninfas de *Dactylopius opuntiae*.

Instar	Viabilidade (LSMEAN)
1	14.220 c
2	13.560 c
3	15.980 b
4	20.840 a
5	22.420 a

Ao avaliar a viabilidade dos diferentes instares de *M. arachidis* predando ninfas migrantes de *D. opuntiae*, observou-se que, apesar das diferenças estatisticamente significativas nos valores absolutos entre os estágios de desenvolvimento — com destaque para os instares 4 e 5 (Tabela 5) —, a sobrevivência geral dos predadores se manteve elevada em todos os instares. Esses resultados sugerem que, independentemente do estágio de desenvolvimento, *M. arachidis* é capaz de manter alta viabilidade ao se alimentar de ninfas migrantes de *D. opuntiae*, possivelmente devido à boa aceitação alimentar e ao valor nutricional dessa presa.

Com base no estudo realizado por Nascimento (2018), *Marava arachidis* apresentou elevada viabilidade independentemente da fonte alimentar ofertada, evidenciando sua plasticidade alimentar. A autora verificou que dietas à base de ovos, dieta artificial e lagartas de 1º e 2º ínstars promoveram um desenvolvimento ninfal mais acelerado, embora não tenham sido observadas diferenças estatisticamente significativas na duração média dos estágios entre os instares. Esses achados reforçam a estabilidade no desenvolvimento da espécie frente a variações alimentares, corroborando seu potencial para uso em programas de controle biológico.

Oliveira-Filho et al., (2023) ao estudarem os aspectos biológicos de *M. arachidis* alimentada com *Brevicoryne brassicae*. Constatou que a sobrevivência da tesourinha *M. arachidis* está diretamente associada à sua capacidade de se alimentar do pulgão *B. brassicae*, que é viabilizada pela aceitação do alimento por parte do inseto predador, principalmente devido ao valor nutritivo do mesmo, destacando-se sua riqueza em carboidratos.

4.3 Efeito da reprodução em adultos de *Marava arachidis* predando ninfas migrantes de *Dactylopius opuntiae*.

Logo após os casais terem consumido as ninfas migrantes de *D. opuntiae* durante o período de avaliação deste trabalho, constatou-se que não houve diferença entre a variável analisada, para o número de ninfas por casais, demonstrando que as fêmeas mantiveram suas características genéticas reprodutivas independentemente das diferentes densidades de ninfas migrantes ofertadas.

Em um estudo com *M. arachidis* alimentada com diferentes estágios de *Diatraea saccharalis*, Nascimento (2018) observou que não houve diferenças significativas em relação ao número de ninfas nascidas ou de indivíduos que atingiram a fase adulta, indicando que a fonte de alimento não interferiu na biologia do inseto.

Após a alimentação de casais adultos de *M. arachidis* com *Brevicoryne brassicae*, observou-se que as fêmeas apresentaram uma média de 12,2 ninfas por postura (Oliveira- Filho et al., 2023), o que demonstra que a dieta fornecida proporcionou condições adequadas para a reprodução da espécie. O desenvolvimento ninfal ocorreu normalmente, com viabilidade, sobrevivência e crescimento corporal satisfatórios, além de completar os quatro ínstares esperados. Tais resultados se assemelham aos obtidos no presente estudo, sugerindo que *M. arachidis* apresenta elevada plasticidade reprodutiva e biológica, sendo capaz de manter seu desempenho mesmo diante de variações na fonte alimentar, desde que os requisitos nutricionais básicos sejam atendidos.

5 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que *Marava arachidis* é um predador eficaz de ninfas migrantes de *Dactylopius opuntiae*, apresentando elevado desempenho em diferentes densidades e instares. Sua viabilidade elevada, aliada à ausência de impactos negativos sobre o ciclo reprodutivo, evidencia seu potencial de uso em estratégias sustentáveis de controle biológico. Dessa forma, a espécie se destaca como uma alternativa viável para o manejo integrado da cochonilha-do-carnim em sistemas de produção de palma forrageira.

REFERÊNCIAS

- ABOELHADID, Shawky M. et al. **Potential of *Marava arachidis*, a newly recorded earwig species in Egypt as a biological control agent of *Rhipicephalus annulatus* Tick in Laboratory.** *Insects*, Basel, v. 13, n. 10, p. e934, out. 2022. DOI: 10.3390/insects13100934. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/insects13100934>. Acesso em: 29 jun. 2025.
- ABREU, Jéssica Aline Soares de; ROVIDA, Amanda Flávia da Silva; CONTE, Hélio. **Controle biológico por insetos parasitoides em culturas agrícolas no Brasil: revisão de literatura.** *Revista UNINGÁ Review*, v. 22, n. 2, p. 22-25, abr./jun. 2015.
- ABREU, Khyson Gomes; BRITO, Carlos Henrique de; OLIVEIRA FILHO, Manoel Cícero de; SALUSTINO, Angélica da Silva; SOUSA, Nayana Rodrigues de; FERREIRA, Renan Rodrigues. **Seletividade fisiológica de extratos aquosos sobre ninfas e adultos de *Marava arachidis* (Dermaptera: Labiidae).** *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 14 fev. 2023. DOI: 10.18265/1517-0306a2022id7259. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2022id7259>. Acesso em: 29 jun. 2025.
- ALENCAR, Bárbara Ribeiro Alves. **Otimização da hidrólise enzimática de variedades de palma forrageira para a produção de bioetanol.** 2018. 90 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.
- ALMEIDA, Adriano Almeida de. **Impactos económicos causados pela cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae*), na Palma forrageira no Cariri Ocidental Paraibano.** 2010. 67 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2010.
- BERTI FILHO, Evoneo; MACEDO, Luciano Pacelli Medeiros. **Fundamentos de Controle Biológico de Insetos-Praga.** Natal: IFRN Editora, 2011.
- BEZERRA, J. D. C. **Mecanismos de resistência em genótipos de palma forrageira à infestação por *Dactylopius opuntiae* associados ao perfil metabólico.** 2018. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal do Ceará, Areia, 2018.
- BUENO, R. C. O. F.; BUENO, C. S.; MENEZES, G. M.; PARRA, J. R. P. **Challenges and advances in mass rearing of biological control agents in Brazil.** *Biological Control*, v. 191, 105307, 2024. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2024.105307. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2024.105307>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- CARDOSO, D. B. et al. **Níveis de inclusão de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) na dieta de cordeiros.** *Animal Feed Science and Technology*, v. 247, p. 23–31, jan. 2019. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2018.10.016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.10.016>. Acesso em: 2 jul. 2025.
- CAVALCANTE, Lucas Aroaldo Dantas et al. **Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo.** *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 44, p. 424-433, 2014.

CRUZ, I.; ALVARENGA, C. D.; FIGUEIREDO, P. E. F. **Biologia de *Doru luteipes* (Scudder) e sua capacidade predatória de *Helicoverpa zea* (Boddie)**. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 24, n. 2, p. 273-278, 1995.

EL AALAOUI, Mohamed et al. **Moroccan entomopathogenic nematodes as potential biocontrol agents against *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae)**. *Scientific Reports*, [S.l.], v. 12, n. 7590, p. 1–12, 2022. DOI: 10.1038/s41598-022-11709-4. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11709-4>. Acesso em: 21 jul. 2025.

ESPÍRITO SANTO, Jéssica Maria Bezerra do; SANTOS, Jéssica Rodrigues dos; LOPES, Esmeralda Aparecida Porto; SILVA, Luiz Eduardo Bezerra; LIMA, Luan Lucas Cardoso. **Populações de insetos-praga: diversidade e similaridade em cultura agrícola**. *Diversitas Journal*, v.7, n.1, p. 0203-0217, jan./abr. 2022. DOI: 10.48017/dj.v7i1.2068. Disponível em: <https://doi.org/10.48017/dj.v7i1.2068>. Acesso em: 29 jun. 2025.

GALVÃO JÚNIOR, J. G. B. et al. **Palma forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização**. *Acta Veterinária Brasilica*, v. 8, n. 2, p. 78–85, jul. 2014. DOI: 10.21708/avb.2014.8.2.3490. Disponível em: <https://doi.org/10.21708/avb.2014.8.2.3490>. Acesso em: 1 jul. 2025.

GARCÍA PASCUAL, Esperanza et al. **Tácticas de control de *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae): un análisis bibliométrico**. *Investigación Bibliotecológica*, Ciudad de México, v. 38, n. 98, p. 13–29, jan./mar. 2024. DOI: 10.22201/iibi.24488321xe.2024.98.58813. Disponível em: <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2024.98.58813>. Acesso em: 21 jul. 2025.

GARZIERA, L.; LIMA, M. S. de; LOPES, F. S. C.; SILVA, L. D. da; PARANHOS, B. A. G. Eficiência de *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinelidae) na predação da cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae*). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 3., 2008, Petrolina, PE. **Anais. ...**Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008. p. 63–68. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/158592/1/OPB2186.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2025.

GONTIJO, P. B.; LEITE, F. B.; ROCHA, M. C.; PARRA, J. R. P.; BUENO, R. C. O. F. **Biological control in Brazil: past, present, and future**. *Biological Control*, v. 193, 105365, 2024. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2024.105365. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2024.105365>. Acesso em: 21 jul. 2025.

GUIMARÃES, Maria R. F.; SILVA, Rafael B. da; FIGUEIREDO, Maria de L. C.; CRUZ, Ivan. **Avanços na Metodologia de Criação de *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae)**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2006.

HAYASHIDA, E. Y.; MENDES, A. M.; SOUZA, T. R.; SANTOS, R. A.; SILVA, M. R. **Artificial diets for insect rearing: challenges and perspectives**. *Environmental Pollution*, v. 243, p. 192–200, 2018. DOI: 10.1016/j.envpol.2018.08.025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.08.025>. Acesso em: 21 jul. 2025.

HOLLING, C. S. **Principles of insect predation**. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 6, p. 163-182, 1961.

JANZEN, D. **Insect diversity of a Costa Rica dry forest: why keep it, and how?** *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 30, p. 343-356, 1987.

JARDIM, A. M. da R. F. et al. **Análise multivariada na avaliação da morfo-productividade da palma forrageira consorciada com sorgo.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 24, p. 756–761, nov. 2020. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v24n11p756-761. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n11p756-761>. Acesso em: 1 jul. 2025.

JARDIM, A. M. R. F. et al. **Diferenças genotípicas relativas à atividade fotoquímica, solutos inorgânicos e orgânicos e desempenho produtivo em clones de palma forrageira em ambiente semiárido.** *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 162, p. 421–430, 2021a. DOI: 10.1016/j.plaphy.2021.03.011.

JARDIM, A. M. R. F. et al. **O consórcio de palma forrageira e sorgo em ambiente semiárido melhora a eficiência biológica e a capacidade competitiva por meio da complementaridade interespecífica.** *Journal of Arid Environments*, v. 188, 2021b. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2021.104464.

KUMAR, P.; RITU; YADAV, S.; RANJAN, R.; YADAV, S.; KUMARI, N.; CHANDRA, R. **Biological control of insect pests: an eco-friendly approach.** *Environmental Science and Pollution Research*, v. 31, p. 12345–12360, 2023. DOI: 10.1007/s11356-023-28577-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28577-6>. Acesso em: 21 jul. 2025.

LANDIM, Mariza Santos; BRAGA, Dan Vitor Vieira. Infestação de espécies nativas de Cactaceae da Caatinga pela cochonilha do carmim. In: APRESENTAÇÃO: COMUNICAÇÃO ORAL, 2020. **Anais. ... 2020.** DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.VCOINTERPDVAgro.0749>.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. **Biodiversidade Brasileira: síntese do estado atual do conhecimento.** São Paulo: Contexto, 2002.

LIMA, R. M. **Caracterização morfológica de *Marava arachidis*, (Dermaptera: Labiidae) e *Euborelia annullipes*, (Dermaptera: Anisolabididae) para identificação do dimorfismo sexual.** 2020. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2020.

MADDALENA, Andrezza. **Seletividade de fungos entomopatogênicos sobre o predador *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae).** 2022. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2022.

NASCIMENTO, Mariana Lima do. **Desenvolvimento biológico de *Marava arachidis* Yersin, 1860.** 2018. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.

NUNES, Cleonice dos Santos. **Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o semiárido nordestino.** *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró – RN, v.6, n.1, p. 58-66, jan./mar. 2011. Disponível em: <http://revista.gvaa.com.br>. Acesso em: 29 jun. 2025.

O'NEIL, R. J. Functional response of arthropod predators and its role in the biological control of insects pests in agricultural systems. In: O'NEIL, R. J. (Ed.). **New direction in biological control: alternatives for suppressing agricultural pests and diseases**. New York: Academic, 1990. p. 83-86.

OLIVEIRA FILHO, M. C.; SILVA, K. M.; BRITO, C. H. **Biologia de Marava arachidis (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae) alimentada com Brevicoryne brassicae (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae)**. *Scientia Plena*, v. 19, n. 6, 2023.

PALAFIX-LUNA, J. A.; RODRÍGUEZ-LEYVA, E.; LOMELI-FLORES, J. R.; VIGUERAS-GUZMÁN, A. L.; VANEGAS-RICO, J. M. **Ciclo de vida y fecundidad de Dactylopius opuntiae (Hemiptera: Dactylopiidae) en Opuntia ficus-indica (Caryophyllales: Cactaceae)**. *Agrociencia*, v. 52, p. 103-114, 2018.

PARRA, J. R. P.; COELHO, J. R. **Controle biológico: passado, presente e futuro**. *Biological Control*, v. 169, 104904, 2022. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2022.104904. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.104904>. Acesso em: 21 jul. 2025.

PEREIRA, P. de C. et al. **Morfogênese da palma forrageira irrigada por gotejamento**. *Revista Caatinga*, v. 28, p. 184–195, set. 2015. DOI: 10.1590/1983-21252015v28n321rc. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n321rc>. Acesso em: 1 jul. 2025.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 21 jul. 2025.

RAMDANI, Chaimae et al. **Entomopathogenic fungi as biological control agents of Dactylopius opuntiae (Hemiptera: Dactylopiidae) under laboratory and greenhouse conditions**. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, [S.l.], v. 6, p. 1–13, 2022. DOI: 10.3389/fsufs.2022.997254. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.997254>. Acesso em: 21 jul. 2025.

ROCHA, Juliana Evangelista da Silva. **Palma forrageira no Nordeste do Brasil: estado da arte**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2012. 40 p. (Documentos / Embrapa Caprinos e Ovinos, ISSN 1676-7659; 106). Disponível em: <http://www.cnpc.embrapa.br/publicacoes/>. Acesso em: 21 jul. 2025.

RODRIGUEZ, Luis C.; MÉNDEZ, Marco A.; NIEMEYER, Hermann M. **Direction of dispersion of cochineal (Dactylopius coccus Costa) within the Americas**. *Antiquity*, v. 75, p. 73-77, 2001. DOI: 10.1017/S0003598X00052741.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados**. 7. ed. Roca Editora, 2005.

SAMWAYS, M. **Insect conservation biology**. Londres: Chapman & Hall, 1995.

SANTOS, João Paulo de Oliveira. **Aspectos morfológicos, fisiológicos e produtivos de acessos de Opuntia spp. com resistência à Dactylopius opuntiae, no semiárido brasileiro**. 2023. 92 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2023.

SANTOS, J. P. de O.; ALBUQUERQUE, M. B. de; ALMEIDA, I. V. B.; BATISTA, M. C.; ARAÚJO, J. R. E. S.; SOUZA, J. T. A.; PEREIRA, W. E.; SILVA, J. H. B. da. **Desempenho inicial de acessos de *Opuntia* spp. com resistência à *Dactylopius opuntiae* no Semiárido paraibano.** *Revista Thema*, v. 22, n. 1, p. 298-315, jun. 2023. DOI: 10.15536/thema.V22.2023.298-315.3203. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/371765565>. Acesso em: 2 jul. 2025.

SAS INSTITUTE INC. **SAS software.** Cary, NC: SAS Institute Inc., 2025. Disponível em: https://www.sas.com/en_us/software/stat.html. Acesso em: 30 jun. 2025.

SBABDJI, Inass et al. **Current Status of *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) as an Invasive Pest of *Opuntia ficus-indica* in Morocco: Damage and Control Measures.** *Plants*, Basel, v. 13, n. 4, p. 1–15, 2023. DOI: 10.3390/plants13040963. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants13040963>. Acesso em: 21 jul. 2025.

SHAPIRO-ILAN, D. I.; VEGA, F. E.; KITAJIMA, E. W.; KAMITANI, J. J.; WRIGHT, S. G.; ALVES, R. C. **Microbial control of insect pests: science, technology, and applications.** *Insects*, v. 13, n. 2, p. 105, 2024. DOI: 10.3390/insects13020105. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/insects13020105>. Acesso em: 21 jul. 2025.

SILVA, A. B.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. **Aspectos biológicos de *Euborellia annulipes* sobre ovos de *Spodoptera frugiperda*.** *Engenharia Ambiental*, v. 6, n. 3, p. 482-495, 2009.

SILVA, D. B.; BUENO, A. F.; PARRA, J. R. P. **Armazenamento de parasitoides e seus impactos na qualidade biológica.** *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 63, n. 4, p. 309–317, 2019. DOI: 10.1016/j.rbe.2019.08.004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2019.08.004>. Acesso em: 21 jul. 2025.

SILVA, Raquel Maria da et al. **Avaliação de indutores de resistência no controle de *Dactylopius opuntiae* em genótipos de *Opuntia* spp.** *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 8, n. 18, p. 533–542, abr. 2021. Disponível em: <http://revista.ecogestaobrasil.net/v8n18/v08n18a34a.html>. Acesso em: 21 jul. 2025.

SILVA, R. C. et al. **Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw.) spineless cactus as an option in crossbred dairy cattle diet.** *South African Journal of Animal Science*, v.48, n.3, p.516-525, 2018.

SILVA, T. G. F.; PRIMO, J. T. A.; MORAIS, J. E. F. de; DINIZ, W. J. da S.; SOUZA, C. A. A. de; SILVA, M. da C. **Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas.** *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 28, n. 2, p. 10-18, abr./jun. 2015.

SILVA, T. G. P. da; LOPES, L. A.; CARVALHO, F. F. R. de; BATISTA, Â. M. V.; GUIM, A.; NASCIMENTO, J. C. dos S.; SILVA NETO, J. F. da. **Respostas fisiológicas de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira.** *Medicina Veterinária*, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 58–63, 2021. DOI: 10.26605/medvet-v15n1-2334. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/medicinaveterinaria/article/view/2334>. Acesso em: 2 jul. 2025.

SILVA NETO, J. G.; SILVA, T. G. F.; SALUSTINO, A. S.; LEITE, E. L.; ABREU, K. G.; SILVA, A. S.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H.; ARAÚJO, E. K.; CÂNDIDO, B. A. P.; SILVA, I. V. I.; VIAGEM, C. R. S. M.; RAMÍREZ, I. M. B.; CORREIA NETO, D. F.; MALAQUIAS, J. B. **Estimation of predation rate and handling time of boll weevil larvae by *Marava arachidis* (Dermaptera: Labiidae) using different mathematical methods.** *The International Journal on Global Biodiversity and Environment*, 2024.

SOUZA, Camila da Silva Fernandes; REDOAN, Ana Carolina; RIBEIRO, Camila; CRUZ, Ivan; CARVALHO, Geraldo Andrade; MENDES, Simone Martins. **Controle Biológico: Qual Espécie de Tesourinha Consome mais Lagartas e Pode ser Menos Sensível à Exposição a Inseticidas?** Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2019. 23 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 188). ISSN 1679-0154. Disponível em: <https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>. Acesso em: 2 jul. 2025.

SOUZA, Diego Oliveira de et al. **Variabilidade espacial dos atributos físicos do solo em área cultivada com palma forrageira resistente à cochonilha-do-carmim no Semiárido Nordestino.** *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, Mossoró, v. 15, n. 5, p. 994–1004, 2021. DOI: 10.7127/rbai.v15n5001342. Disponível em: <https://doi.org/10.7127/rbai.v15n5001342>. Acesso em: 21 jul. 2025.

SOUZA FERRAZ, R. L.; SILVA COSTA, P. da; NETO, J. D.; VIEGAS, P. R. A.; MELO, A. S. de; SILVA COSTA, F. da; SOUZA MEDEIROS, A. de; MAGALHÃES, I. D.; LIMA, A. S. de; CAVALCANTE, C. A.; LIMA, V. L. A. de. **Estimativa do ganho de produtividade em palmeiras forrageiras irrigadas e adubadas (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. e *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck): revisão sistemática e meta-análise.** *Australian Journal of Crop Science*, v. 13, n. 11, p. 1873–1882, 2019. Disponível em: <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.932548649881319>. Acesso em: 1 jul. 2025.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TINOCO, T. J.; SILVA, P. L. da; ROCHA, A. P. S. da. **MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS E DOENÇAS EM SISTEMAS AGRÍCOLAS.** *Revista Contemporânea*, [S. l.], v. 3, n. 11, p. 22675–22697, 2023. DOI: 10.56083/RCV3N11-135. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/2233>. Acesso em: 22 jul. 2025.

TIWARI, S. **Biopesticides and biological control: current status, challenges, and future perspectives.** *Science of the Total Environment*, v. 929, 171412, 2024. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.171412. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171412>. Acesso em: 21 jul. 2025.

TORRES, J. B.; GIORGI, J. A. **Management of the false carmine cochineal *Dactylopius opuntiae* (Cockerell): perspective from Pernambuco state, Brazil.** *Phytoparasitica*, v.46, n.3, p.331-340, 2018.

VIEIRA, G. F.; BUENO, V. H. P.; AUAD, A. M. **Resposta funcional de *Scymnus* (*Pullus*) *argentinicus* (Weise) (Coleoptera: Coccinellidae) a diferentes densidades do pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae).** *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 26, n. 3, p. 495-502, dez. 1997.

WILKIE, L.; CASSIS, G.; GRAY, M. **A quality control protocol for invertebrate biodiversity assessment.** *Biodiversity and Conservation*, v. 12, p. 121-146, 2003.

WITT, Arne B. R. et al. **A preliminary analysis of the costs and benefits of the biological control agent *Dactylopius opuntiae* on *Opuntia stricta* in Laikipia County, Kenya.** *BioControl*, [S.l.], v. 65, p. 515–523, 2020. DOI: 10.1007/s10526-020-10018-x. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10526-020-10018-x>. Acesso em: 21 jul. 2025.