

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL

EFEITO DO INSETICIDA CLORANTRANILIPROLE NO
COMPORTAMENTO DE *Euborellia annulipes* (LUCAS, 1847)
(DERMAPTERA: ANISOLABIDIDAE) PREDANDO *Diatraea*
saccharalis (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA:
CRAMBIDAE)

Marcelle Bezerra Silva
Bióloga

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL

EFEITO DO INSETICIDA CLORANTRANILIPROLE NO
COMPORTAMENTO DE *Euborellia annulipes* (LUCAS, 1847)
(DERMAPTERA: ANISOLABIDIDAE) PREDANDO *Diatraea*
saccharalis (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA:
CRAMBIDAE)

Discente: Marcelle Bezerra Silva
Orientador: Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli
Coorientadora: Dra. Dagmara Gomes Ramalho

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Campus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Agronomia (Entomologia
Agrícola).

S586e	Silva, Marcelle Bezerra Efeito Do Inseticida Clorantraniliprole no comportamento de <i>Euborellia annulipes</i> (LUCAS, 1847) (Dermaptera: Anisolabididae) Predando <i>Diatraea saccharalis</i> (FABRICIUS, 1794) (Lepdoptera: Crambidae)) / Marcelle Bezerra Silva. -- Jaboticabal, 2024 43 f. : tabs. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientador: Prof^o Dr^o Sergio Antonio De Bortoli Coorientadora: Dr^a Dagnara Gomes Ramalho 1. <i>Diatraea saccharalis</i>. 2. Controle Biológico. I. Título.
-------	---



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFEITO DO INSETICIDA CLORANTRANILIPROLE NO COMPORTAMENTO DE *Euborellia annulipes* (LUCAS, 1847) (DERMAPTERA: ANISOLABIDIDAE) PREDANDO *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

AUTORA: MARCELLE BEZERRA SILVA

ORIENTADOR: SERGIO ANTONIO DE BORTOLI

COORIENTADORA: DAGMARA GOMES RAMALHO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Agronomia (Entomologia Agrícola), pela Comissão Examinadora:

Pós-doutoranda DAGMARA GOMES RAMALHO (Participação Virtual)
Departamento de Fitossanidade / FCAV UNESP Jaboticabal



Documento assinado digitalmente
DAGMARA GOMES RAMALHO
Data: 05/08/2024 14:21:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. ROGÉRIO TEIXEIRA DUARTE (Participação Virtual)
Departamento de Agronomia / UNIARA - Araraquara/SP



Documento assinado digitalmente
ROGÉRIO TEIXEIRA DUARTE
Data: 05/08/2024 13:03:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. DANIEL JUNIOR DE ANDRADE (Participação Virtual)
Departamento de Fitossanidade / FCAV UNESP Jaboticabal



Documento assinado digitalmente
DANIEL JUNIOR DE ANDRADE
Data: 05/08/2024 12:00:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Jaboticabal, 05 de agosto de 2024

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Marcelle Bezerra Silva - Filha de André Alves Bezerra da Silva e Marilene dos Santos, natural de São Paulo, SP, nascida em 19 de junho de 1997. Bacharel em Ciências Biológicas pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Jaboticabal, SP. Durante os 5 anos de graduação (2015 a 2019) esteve inserida no Departamento de Fitossanidade (FCAV-Unesp) onde realizou estágios, sendo que o último ano foi dedicado a realização do Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado “Efeito de inseticidas químicos no comportamento de predação de *Euborellia annulipes* em *Plutella xylostella* e *Spodoptera frugiperda*”, com a orientação do Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli e coorientação do Dr. Caio Cesar Truzzi. No ano de 2020 iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) na FCAV - Unesp, sob orientação do Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli trabalhando na linha de pesquisa de Biologia e Criação de Insetos, sendo bolsista fomentada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

“A educação não transforma o mundo.
A educação transforma pessoas.
Pessoas mudam o mundo.”

“Paulo Freire”

Às minhas avós Dirce Maria e Maria Lopes por
me dar verdadeiros exemplos de força, coragem
e determinação para atingir meus objetivos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos do Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (FCAV-Unesp) pela amizade, companheirismo e por toda ajuda na realização do trabalho. Em especial agradeço ao Professor Dr. Sergio Antonio De Bortoli e a Dra. Dagmara Gomes Ramalho por estarem sempre dispostos ajudar no que foi necessário.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES por financiar a pesquisa.

Agradeço às minhas avós Dirce Maria e Maria Lopes pelas orações, amor e por todo apoio, sem o qual eu não estaria aqui. Devo tudo a vocês.

Agradeço aos meus pais, André Alves Bezerra da Silva e Marilene dos Santos, por sempre acreditarem nos meus sonhos e por estarem sempre ao meu lado vibrando com minhas conquistas.

Agradeço meus Tios e Tias que se fizeram presente, mesmo a distância, me ajudando em todos os momentos, especialmente naqueles que mais precisei.

Agradeço à minha tia/irmã Aline que nunca deixou de acreditar em mim e de estar comigo nos momentos bons e ruins.

Agradeço à República CP que foi meu lar por todo meu percurso acadêmico; vocês são as irmãs que Deus colocou na minha vida para que eu nunca mais me sentisse sozinha.

Agradeço à Natiele Oliveira (Intima-da) que se fez presente em todo meu mestrado, desde os momentos mais difíceis na pandemia, fazendo com que eles ficassem leves, até os mais felizes; você é uma pessoa muito especial irmã.

Agradeço à minha melhor amiga Gabriela Casale (Ubere) que foi um dos melhores presentes que a FCAV me trouxe; você é luz irmã.

Agradeço a toda equipe do Buteco do Sapão, em especial Renata e Ricardo; vocês foram muito mais que “patrões”, foram meus amigos e em muitas situações foram minha família. Vou levar vocês no meu coração e nas minhas orações para sempre.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT.....	iii
LISTA DE TABELAS	iv
LISTA DE FIGURAS	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. Cana-de-açúcar.....	3
2.2. <i>Diatraea saccharalis</i>	5
2.2.1. Aspectos biológicos e morfológicos de <i>Diatraea saccharalis</i>	6
2.2.2. Impacto econômico no setor canavieiro causado pela <i>Diatraea saccharalis</i>	7
2.3. Controle Químico	7
2.4. Controle Biológico	8
2.5. <i>Euborellia annulipes</i>	9
2.5.1. Aspectos biológicos e morfológicos de <i>Euborellia annulipes</i>	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1. Criação dos insetos.....	11
3.2. Obtenção dos colmos de cana-de-açúcar.....	12
3.3. Bioensaios.....	13
3.3.1. Preferência alimentar de <i>Euborellia annulipes</i> para lagartas de <i>Diatraea saccharalis</i> contaminadas com o inseticida clorantraniliprole (Altacor®).....	13
3.3.2. Avaliação do comportamento de forrageamento de <i>Euborellia annulipes</i> em colmos de cana-de-açúcar contaminados com o inseticida clorantraniliprole (Altacor®)	14
3.4. Análise estatística	16
4. RESULTADOS	17
5. DISCUSSÃO	19
6. CONCLUSÃO.....	21
7. REFERÊNCIAS	22

**EFEITO DO INSETICIDA CLORANTRANILIPROLE NO COMPORTAMENTO DE
Euborellia annulipes (LUCAS, 1847) (DERMAPTERA: ANISOLABIDIDAE)
PREDANDO *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA:
CRAMBIDAE)**

RESUMO - Um dos maiores desafios enfrentados na cultura da cana-de-açúcar é a ocorrência de insetos-praga, como *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae), que causa perdas significativas aos produtores. A aplicação do inseticida clorantraniliprole (Altacor®) é uma das táticas de controle utilizadas, com diversos estudos sobre controle biológico aplicado mostrando sua viabilidade. *Euborellia annulipes* (Lucas) (Dermaptera: Anisolabididae) é um predador presente em cultivos de cana, evidenciando potencial para ser utilizado no Manejo Integrado de Pragas (MIP), sendo seu potencial de controle de *D. saccharalis* pouco estudado. Este trabalho avaliou a influência do inseticida clorantraniliprole na capacidade de busca e predação de *E. annulipes* em lagartas de *D. saccharalis*, bem como sua preferência alimentar em testes com e sem chance de escolha, comparando-se lagartas de 3º instar tratadas e não tratadas. Foram realizados também bioensaios com colmos de cana tratados e não tratados, sendo eles perfurados para duas condições (alturas nos colmos) de bioensaios, uma com duas perfurações (5,0 cm e combinando-a com 10,0 cm, 15,0 cm, 20,0 cm e 25,0) e outra com cinco perfurações (5,0 cm 10,0 cm, 15,0 cm, 20,0 cm e 25,0), com todas as distâncias tomadas em relação à base do colmo. Neste bioensaio lagartas de terceiro instar foram inseridas nos orifícios dos colmos e, após 24 horas, uma fêmea de *E. annulipes* privada de alimento por 48 horas foi liberada nesse ambiente, com a predação avaliada após 24 horas. Os resultados mostraram que o clorantraniliprole não afeta a capacidade de busca e predação de *E. annulipes* em presas livres e nos colmos, mas, quando há escolha, prefere presas não tratadas. O comportamento de forrageamento foi influenciado pelo número de orifícios e não pela distância entre orifícios.

Palavras-chave: Broca-da-cana, controle biológico, inseticida

EFFECT OF CLORANTRANILIPROLE ON THE BEHAVIOR OF *Euborellia annulipes* (LUCAS, 1847) (DERMAPTERA: ANISOLABIDIDAE) PRAYING *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

ABSTRACT – One of the biggest challenges faced in sugarcane crop is the occurrence of insect pests, such as *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae), which causes significant losses to producers. The application of the Altacor® (chlorantraniliprole) insecticide is one of the control tactics used, with several studies on applied biological control showing its viability. *Euborellia annulipes* (Lucas) (Dermaptera: Anisolabididae) is a predator present in sugarcane crops, showing potential for use in Integrated Pest Management (IPM), with its potential to control *D. saccharalis* being little studied. This work evaluated the influence of the chlorantraniliprole in the search and predation capacity of *E. annulipes* on *D. saccharalis* larvae, as well as their preference in tests with and without choice, comparing treated and untreated 3rd instar larvae. Bioassays were also carried out with treated and untreated sugarcane stalks, being perforated for two bioassay conditions (stalks' holes heights), one with two perforations (5.0 cm and combining it with 10.0 cm, 15.0 cm, 20.0 cm and 25.0) and another with five perforations in the same stalk (5.0 cm, 10.0 cm, 15.0 cm, 20.0 cm and 25.0), with all distances taken in relation to the base of the stalks. In this bioassay, third-instar larvae were inserted into the stalk holes and, after 24 hours, a female *E. annulipes*, deprived of food for 48 hours, was released, with predation assessed after 24 hours. The results showed that chlorantraniliprole does not affect the search and predation capacity of *E. annulipes* on free prey and on stalks, but, when given a choice, it prefers untreated prey. Foraging behavior was influenced by the number of holes and not by the distance between holes.

Keywords: Sugarcane borer, biological control, insecticide

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Porcentagem de lagartas de *Diatraea saccharalis* predadas por *Euborellia annulipes* após contaminação com inseticida clorantraniliprole (Altacor®), com e sem chance de escolha.....17
- Tabela 2.** Número de orifícios em colmos de cana-de-açúcar e capacidade de predação de *Euborellia annulipes* com a condição de colmos tratados com clorantraniliprole (Altacor®).19
- Tabela 3.** Não preferência de *Euborellia annulipes* para forrageamento em diferentes alturas de alimento/presa em colmos de cana-de-açúcar após contaminação com clorantraniliprole (Altacor®).19

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Cuidado maternal de *Euborellia annulipes* em laboratório (Foto: Joice M. Souza).....10
- Figura 2.** Esquema da metodologia de criação de *Euborellia annulipes* em condições de laboratório. Recipientes usados para criação de ninfas (A) e de adultos (B); C) Substrato para refúgio dos insetos e oviposição; e D) recipientes para fornecimento de alimento para o cuidado maternal. Fonte: Nunes et al. (2020).12
- Figura 3.** Desenho experimental das arenas utilizadas para os bioensaios de preferência alimentar das fêmeas de *Euborellia annulipes* predando lagartas de segundo instar de *Diatraea saccharalis* tratadas e não tratadas com clorrantraniliprole (Altacor®). A) arena para teste com chance de escolha entre lagartas não tratadas (C) e tratadas (T) com clorrantraniliprole. B) arena sem chance de escolha, com lagartas não tratadas (B1) e tratadas (B2) com clorrantraniliprole.14
- Figura 4.** Lagarta de terceiro instar de *Diatraea saccharalis* (indicada com seta vermelha) sendo introduzida em orifício artificial em colmo de cana-de-açúcar (Foto: Marcelle B. Silva).16
- Figura 5.** Capacidade de busca de *Euborellia annulipes* em toletes de cana infestados com *Diatraea saccharalis* em diferentes alturas de orifícios. A) Porcentagem de lagartas predadas nas alturas de 5,0 cm, 10,0 cm, 15,0 cm, 20,0 cm e 25,0 cm em toletes não tratados com clorrantraniliprole. B) Porcentagem de lagartas predadas nas alturas de 5,0 cm, 10,0 cm, 15,0 cm, 20,0 cm e 25,0 cm em toletes tratados18

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o país com maior produtividade mundial de cana-de-açúcar, produzindo, aproximadamente 724 milhões de toneladas em uma área cultivada de 9 milhões de hectares, sendo o Estado de São Paulo o maior responsável por essa produção (IBGE, 2022). A cultura da cana exerce um papel importante na economia brasileira devido principalmente à produção e exportação do etanol e do açúcar, além dos demais subprodutos que exercem importante papel na geração de bioenergia, contribuindo para ampliar a sustentabilidade do setor sucroalcooleiro (Rodrigues e Ortiz, 2006).

Apesar do sucesso da cultura e sua fácil adaptação ao clima brasileiro, existem ainda muitos fatores que podem reduzir o seu rendimento, como os insetos-praga, que são responsáveis por boa parte dos prejuízos, acarretando danos econômicos significativos para os produtores (Pereira et al., 2007). Entre essas pragas, destaca-se por sua ampla incidência e pelos prejuízos que podem causar, a broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae).

Em seus primeiros instares, as lagartas de *D. saccharalis* se alimentam das folhas, posteriormente penetra no colmo na região da bainha, construindo galerias em seu interior causando perda de peso, perfilhamento lateral, enraizamento aéreo e morte da gema apical (Botelho e Macedo, 2002; Pinto et al., 2006; Dinardo-Miranda et al., 2013b). Uma das alternativas de controle é com inseticidas químicos como o clorantraniliprole (AGROFIT, 2022), com esse produto, diferentemente da grande parte dos inseticidas que atuam sobre o sistema nervoso central do inseto, o clorantraniliprole atua no sistema muscular cessando a alimentação da praga (Kovaleski, 2010).

Os inseticidas químicos utilizados para o controle de *D. saccharalis* podem afetar a capacidade de predação dos inimigos naturais, dessa forma, é importante compreender o impacto desses produtos sobre os inimigos naturais (Campos, 2009). Além disso, a utilização de inseticidas químicos pode trazer efeitos negativos, como a seleção de insetos-praga resistentes, bem como prejuízos ao meio ambiente e à saúde humana (Barzmann et al., 2015).

Com o futuro do mercado dos inseticidas químicos cada vez mais ameaçado, o controle biológico está cada vez mais sendo promissor, seja no âmbito sustentável ou no sucesso do controle de pragas, existindo no Brasil, segundo dados da CropLife, 976 produtos registrados para o controle de pragas, com seu uso em 2019 alcançando cerca de 23 milhões de hectares (Bueno et al., 2019). Conforme Oliveira et al. (2008), no controle biológico o risco ambiental é mínimo, pois não deixa resíduos tóxicos nos alimentos, na água e no solo, uma vez que se trata de um método “natural”, onde um organismo vivo combate a população de outro organismo, no caso, a praga.

Nesse contexto, estudos têm demonstrado, ao longo dos anos, que o controle biológico tem se mostrado cada vez mais eficiente e promissor para o controle de pragas, especialmente *D. saccharalis*. Nesse sentido já é amplamente empregados *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoide de ovos, e *Cotesia flavipes* Cameron, 1891 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitoide de lagartas. Além destes, insetos da ordem Dermaptera, conhecidos popularmente por tesourinhas, possuem espécies caracterizadas como predadoras, com potencial para serem utilizados no Manejo Integrado de Pragas (MIP) (Campos et al., 2011).

Euborellia annulipes (Lucas, 1847) (Dermaptera: Anisolabididae), uma espécie do grupo das tesourinhas, está presente nos canaviais brasileiros, e em diversas outras culturas, sendo estudada como potencial inimigo natural de pragas, como é o caso da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera; Noctuidae), uma das principais pragas da cultura do milho, com relatos de que *E. annulipes* tem alta capacidade predatória de ovos e lagartas, sendo que quanto mais desenvolvidas são as tesourinhas maior a sua capacidade de predação (Silva et al., 2009a).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de *E. annulipes* na procura, consumo e preferência por lagartas de *D. saccharalis* quando expostas ao inseticida químico clorantraniliprole (Altacor®)

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma gramínea da classe das monocotiledôneas pertencente à ordem Poales, família Poaceae, e cerca de 30 espécies do gênero *Saccharum*, possui um metabolismo C4 e alta capacidade fotossintética, o que dá uma maior eficiência na conversão de energia luminosa em energia química (Christofolletti et al., 2013).

Sua origem se deu a partir da Nova Guiné (Christofolletti et al., 2017), sendo trazida ao Brasil em 1532 na expedição de Martim Afonso de Souza e implementada onde atualmente está localizado o Estado de São Paulo (Queda, 1972; Cesnik, 2007), com seu cultivo disseminando aos longos dos anos no Brasil e no mundo, alcançando mais de 70 países.

A cana-de-açúcar continua sendo uma cultura de grande importância econômica, especialmente em países como Brasil, Índia e China, sendo que atualmente a produção de açúcar e etanol no Brasil, é uma das maiores fontes de retorno econômico do setor agrícola. O modelo agroindustrial brasileiro se destaca pela integração entre a agricultura, a indústria de transformação e a produção de bioenergia (Nogueira, 2010). A expansão do uso da cana-de-açúcar para a produção de etanol e biocombustíveis, especialmente com a implementação do programa nacional de Álcool (Proálcool) na década de 1970 que estabeleceu um marco na história da cana-de-açúcar no Brasil, consolidando a produção de etanol como uma das suas principais aplicações.

Pensando nos impactos ambientais e sustentabilidade, de acordo com Mello (2012), o setor sucroalcooleiro brasileiro é um dos maiores produtores mundiais de etanol, e a cana-de-açúcar é vista como uma alternativa para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Embora a cana-de-açúcar tenha um grande potencial econômico, sua produção também envolve diversos problemas de escala ambiental. A expansão de áreas de cultivo trouxe um aumento no desmatamento afim de expandir suas áreas agrícolas, além de que com o aumento crescente do setor, cada vez mais o uso extensivo de agrotóxicos chama atenção assim como a alta demanda por água, são algumas das questões que têm sido amplamente debatidas. Estudo realizado por Souza (2015) destaca que a expansão da cana para a produção de biocombustíveis no Brasil resultou em impactos ambientais significativos, como o aumento da pressão sobre os recursos naturais e a perda de biodiversidade.

A cultura da cana-de-açúcar tem também uma forte ligação com a história cultural do país, uma vez que a cultura da cana de açúcar está intimamente ligada à

história da escravidão e à formação do território. O cultivo da cana gerou uma cultura rural baseada em grandes plantações, com a utilização de trabalho escravo até o fim do século XIX. Comunidades que se concentram descendentes de escravos como são o caso dos quilombolas permanecem com uma forte ligação cultural a cana de açúcar, organizando e celebrando festas que envolvem todo ciclo de produção de derivados da cana como a cachaça (Fonseca, 2003).

Sendo assim, a cana ganha um certo destaque cultural pois ainda desempenha um papel na culinária e nas tradições populares. A cachaça, bebida alcoólica tradicional brasileira, é produzida a partir da cana-de-açúcar e tem grande importância cultural no país. As festas que celebram a produção de cachaça e o ciclo agrícola da cana são comuns em várias regiões do Brasil, promovendo a integração de práticas agrícolas com aspectos culturais e sociais (Pereira, 2016).

Saccharum officinarum (L.) se adaptou muito bem aos solos brasileiros e teve seu cultivo já intensificado no período colonial, apresentando ótimos resultados, principalmente no nordeste do país. O sucesso produtivo se manteve até os dias atuais, com grande expansão em sua área de cultivo pelo território nacional. Isto pode ser justificado pela necessidade de os países desenvolvidos substituírem os derivados de petróleo, estimulando a demanda de etanol e, com isso, o Brasil foi capaz de responder essa demanda, possuindo destaque mundial no setor sucroenergético (Rodrigues e Ortiz, 2006; Nocelli et al., 2017; Silva et al., 2024).

Com tudo, o futuro da cultura da cana-de-açúcar é motivo de grande atenção e preocupação para o setor busca por alternativas mais sustentáveis de produção e à adaptação às mudanças climáticas. A pesquisa genética tem tido avanços no que diz respeito a que variedades de cana mais resistentes a doenças e ao estresse hídrico deixando a cultura mais produtiva. A biotecnologia também tem sido aplicada no melhoramento da cana para aumentar a eficiência na conversão de matéria-prima em etanol, além de novas formas de aproveitar o bagaço e a palha da cana para gerar mais energia e outros produtos (Schwartz, 1985).

Além disso, a integração de novos modelos agrícolas, como a agricultura de precisão, pode aumentar a eficiência no uso de recursos naturais e reduzir os impactos ambientais da cultura. A combinação entre inovação tecnológica, práticas agrícolas sustentáveis e políticas públicas voltadas à proteção ambiental poderá garantir que a cana-de-açúcar continue a ser uma cultura economicamente viável e ambientalmente sustentável (Nogueira, 2010).

Outro grande problema que a cultura enfrenta é a incidência de insetos praga que está intimamente ligado com o aumento crescente da produção que acarreta o

uso indiscriminado de produtos químicos afim de uma tentativa de controle, porém um dos principais problemas além do nítido impacto ambiental, é a resistência a inseticidas sendo necessário métodos de controle alternativo (Hirata, 2019). Além disso, a mudança climática pode afetar a distribuição e a proliferação de certas pragas, tornando-as mais difíceis de controlar, especialmente em áreas com aumento de temperatura e variação no regime de chuvas (Schwartz, 1985).

As extensas e contínuas áreas de cultivo tem favorecido ao surgimento de muitas espécies de artrópodes- praga, como *D. saccharalis*, que se tornou a principal praga da cultura, e responsável por grandes prejuízos (Nava et al., 2009).

2.2. *Diatraea saccharalis*

Diatraea saccharalis é a principal praga da cultura da cana-de-açúcar, causando danos significativos como a morte da gema apical e o broqueamento de colmos pelas lagartas provocando danos internos no colmo (Gallo et al., 2002; Macedo e Macedo, 2004; Sandoval e Senô, 2010; Nocelli et al., 2017).

As lagartas da broca são capazes de penetrar nos tecidos vegetais da cana-de-açúcar em qualquer idade da planta, formando galerias nos colmos, além de permitir a entrada de fungos fitopatogênicos secundários dos gêneros *Fusarium* e *Colletotrichum*, causadores da podridão vermelha, ocasionando perdas maiores na produtividade da cana-de-açúcar pela inversão da sacarose do colmo (Ferreira et al., 2018).

2.2.1. Aspectos biológicos e morfológicos de *Diatraea saccharalis*

Diatraea saccharalis apresenta desenvolvimento holometábolo, tendo no seu ciclo biológico os estágios de ovo (3 a 5 dias), lagarta (14 a 22 dias), pupa (7 a 13 dias) e adulto (10 a 12 dias). Os ovos têm formato ovalado e achatado, sendo colocados normalmente em grupos de 10 a 50 por postura; no início do desenvolvimento embrionário têm coloração amarelo claro, que ao longo do desenvolvimento embrionário vão se tornando marrom escuros (Micheletti, 1987; Lopes, 1988; Almeida e Arrigoni, 1994; Botelho et al., 1995a, 1995b; Botelho e Macedo, 2002; Gallo et al., 2002).

Os ovos normalmente são colocados no dorso das folhas da cana-de-açúcar, com o início da alimentação das lagartas no parênquima foliar e em seguida na bainha, onde ocorre a penetração no colmo da cana. As lagartas têm coloração branco-leitosa e possuem manchas de cor marrom em formato de linhas ao longo do dorso. O período larval possui, geralmente, seis instares, com as lagartas podendo medir até 25 mm de comprimento. Na fase final larval, a própria lagarta faz um furo no colmo da planta, para que o adulto possa sair ao final da fase pupal (Mendonça et al., 1996; Dinardo-Miranda et al., 2013a).

Assim, no interior do colmo acontece a transição para o estágio de pupa, na galeria construída pela lagarta, normalmente deixando-o livre de fibras e mais largo, enquanto o orifício que a lagarta abre no colmo antes da transformação fica coberto apenas por uma fina camada de tecido da planta que é removido pela mariposa no momento da sua saída. A pupa apresenta um formato alongado e fino, coloração marrom-amarelada a marrom mais escura e tem comprimento de cerca de 18,0 mm (Cruz et al., 2011).

2.2.2. Impacto econômico no setor canavieiro causado pela *Diatraea saccharalis*

A cultura da cana-de-açúcar sofre com o ataque de insetos-praga em todos os estágios do seu desenvolvimento, tendo *D. saccharalis* como um dos maiores responsáveis por esses ataques e danos. No início de infestação e em cultivos mais novos pode causar perfilhamento ou até mesmo a morte da planta, enquanto na fase vegetativa as lagartas podem causar morte da gema apical, tombamento, abertura de galerias nos colmos e perda peso, prejuízos esses que afetam diretamente a produtividade e por consequência a economia do setor (Mendes et al., 2014).

A formação de galerias nos colmos pelas lagartas de *D. saccharalis* favorece a proliferação de certos microrganismos (dano indireto), como os fungos *Colletotrichum falcatum* (Went, 1893) (Glomerellales: Glomerellaceae) e *Fusarium moniliforme* (Sheldon, 1904) (Hypocreales: Nectriaceae), responsáveis pela “podridão vermelha” que provoca a inversão da sacarose e significativo prejuízo na indústria (Pinto et al., 2006).

2.3. Controle Químico

O primeiro passo para definir qualquer ação do manejo integrado de pragas (MIP) é a amostragem de insetos para que seja definido a necessidade de controle, seguido da determinação de qual é a melhor metodologia.

O clorantraniliprole passou a ser uma alternativa no mercado de controle químico desde 2007 (Fenoll et al., 2015), seu modo de ação consiste em atuar no sistema nervoso do inseto, nos moduladores de receptores de rianidina, provocando a liberação de cálcio de maneira irregular o que causa contração irregular das células musculares o que tem por consequência a paralisação alimentar, letargia e morte do inseto (IRAC, 2018).

Desse modo, uma das maneiras utilizadas para o controle de pragas nas grandes culturas, o que ocorre com *D. saccharalis* em cana, é a utilização de clorantraniliprole, sendo seu uso recomendado quando a praga ainda está em seus primeiros ínstares, uma vez que ao perfurar e penetrar no colmo fica difícil o produto ter contato com o inseto (Silva et al., 2020). A utilização desse tipo de agrotóxico pode

acarretar prejuízos, a curto e a longo prazo, devido aos riscos para o meio ambiente e para os seres humanos, especialmente porque em muitas das vezes o produto é utilizado de maneira incorreta, provocando contaminação de solo, dos alimentos, da atmosfera e dos lençóis freáticos, além de selecionar populações de insetos-praga resistentes, tornando o produto menos eficaz em cada safra (Spadotto, 2006).

Sabendo-se dos riscos do uso indevido desses produtos químicos na lavoura de cana-de-açúcar, tem-se como opção para o manejo de pragas o inseticida clorantraniliprole (Altacor[®]), uma vez que suas doses de ingrediente ativo por hectare são relativamente baixas em relação a outros inseticidas, sendo ele “considerado seletivo” a inimigos naturais e polinizadores. Devido a essas características pode ser um produto a ser alinhado a soluções biológicas no manejo integrado de pragas (Kovaleski, 2010).

2.4. Controle Biológico

O controle biológico por meio dos inimigos naturais é uma forma natural de combater os organismos praga e, como citado anteriormente, pode ser viabilizado para o manejo de *D. saccharalis* (Gomes e Oliveira, 2020) salientando-se que o controle biológico aplicado tem como base a liberação massal do inimigo natural objetivando a redução das populações de pragas com uma maior eficiência e menor impacto ambiental, e que outras técnicas empregadas no manejo das culturas não interfira negativamente na atuação do agente biológico de controle.

Considerando o controle biológico, o risco ambiental é mínimo visto que normalmente é somente o alvo que sofre a ação, não restando resíduos prejudiciais em alimentos, água e solo, além disso não há período de carência entre a utilização do inimigo natural e a colheita, por exemplo, não ocorrendo também o surgimento de populações resistentes de pragas (Oliveira e Brighenti, 2018)

O principal agente de biocontrole utilizado para o manejo de *D. saccharalis* na cultura da cana é *C. flavipes*, parasitoide de lagartas de *D. saccharalis*, além da emprego de *T. galloi*, parasitoide de ovos (Macedo e Macedo, 2004; Nava et al., 2009). Os parasitoides normalmente apresentam especificidade de ação, podendo ser utilizados em conjunto com outras metodologias de controle no MIP, inclusive por

vezes com a química (Alves et al., 1985; Mendonça et al., 1996; Parra et al., 2002; Nava et al., 2009; Parra, 2014).

Juntamente com os parasitoides, os predadores desempenham importante papel no controle da praga, uma vez que sua ocorrência natural ajuda a manter o controle da população da praga, sendo muitas vezes de fácil criação em laboratório para liberações em campo. Como alternativa as opções de controle biológico e visando ampliar e diversificar as opções de controle utilizando organismos biológicos tem-se *E. annulipes* como um inseto-predador com potencial para a predação de *D. saccharalis* e que já apresentou resultados positivos no controle de ovos e lagartas dessa praga (Souza et al., 2019).

2.5. *Euborellia annulipes*

A ordem Dermaptera é composta por insetos normalmente terrestres, cosmopolitas e de hábito noturno, possuindo cerca de 2000 espécies distribuídas em 11 famílias (Haas, 2018; Haas, 2019).

São insetos de corpo achatado que apresenta apêndices na porção final do abdome esclerotizados e que são denominados cercos ou “pinças”. Esses cercos são responsáveis por auxiliar na captura e na predação, além representar uma estrutura de defesa, servindo também para determinação do sexo dos espécimes (dimorfismo sexual) (Haas et al., 2000; Gallo et al., 2002).

São insetos onívoros, ou seja, sua alimentação pode ter origem tanto animal como vegetal, sendo considerado predador voraz (Debras et al., 2007; Frank et al., 2007; Dib et al., 2010; Dib et al., 2011; Stutz e Etling, 2011). As fêmeas possuem o comportamento de “cuidado parental-maternal”, que pode se estender até o primeiro instar das ninfas, o que pode variar de acordo com a espécie (Brown, 2006) (Figura 1). Suas posturas normalmente apresentam de 30 a 50 ovos que são de cor variando de branca a amarelada, sendo geralmente colocados em locais úmidos e escuros (Guimarães et al., 1992; Ren et al., 2019).

Considerado um predador com alta capacidade predatória de presas em diferentes estágios de desenvolvimento (ovos e lagartas), os Dermaptera têm sido estudados como potencial agente de controle biológico de pragas pertencentes às

ordens Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera e Diptera (Lemos et al., 1998; Silva, 2009b; Costa et al., 2010; Silva et al., 2010).



Figura 1. Cuidado maternal de *Euborellia annulipes* em laboratório (Foto: Joice M. Souza).

Euborellia annulipes vem ganhando destaque como alternativa viável para o controle de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar, uma vez que sua capacidade predatória tem se mostrado bastante eficiente, além de ser um inseto de relativo fácil manejo (criação em laboratório) (Lacerda et al., 2020; Nunes et al., 2020).

2.5.1. Aspectos biológicos e morfológicos de *Euborellia annulipes*

As tesourinhas possuem cercos (“pinças”) na extremidade do seu abdome, que auxiliam em sua defesa e no seu ataque a presas (Guimarães et al., 1992); são de hábito noturno, durante o dia permanecendo escondidos pedras e restos vegetais, normalmente em locais úmidos (Evangelista, 2018). Possuem coloração preta a castanho-escura, não apresentam élitros e asas, e tem desenvolvimento por paurometabolia/hemimetabolia, ou seja, passam pelos estágios de ovo, ninfa e adulto, apresentando a mesma forma corpórea desde a eclosão das ninfas até a fase adulta (Pinto et al., 2005), passando por cinco a seis estádios ninfais (Lara, 2002).

A diferenciação dos ínstares de *E. annulipes* se dá pelo número de segmentos das antenas. No primeiro ínstar possuem oito segmentos; no segundo onze; no terceiro treze; no quarto quatorze; e no quinto de quatorze a dezessete (Guimarães et

al., 1992; Lemos et al., 1998). As fêmeas dessa espécie protegem os ovos até o momento da eclosão, liberando, inclusive, líquidos corporais, o que garante a proteção dos mesmos contra microrganismos (Evangelista, 2018).

As fêmeas permanecem junto às ninfas por até quatro dias após a eclosão, variando entre as espécies, protegendo-as de ataques de predadores, utilizando seus cercos para a defesa e ataque do inseto inimigo, podendo matar por perfuração ou por pressão mecânica. Ela também utiliza os cercos para levar o inseto até a boca e se alimentar dele, com esse comportamento tem efeito biológico decisivo, não servindo somente para proteção da prole (Wanderley et al., 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os bioensaios foram realizados no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI), Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da UNESP, em Jaboticabal, São Paulo, Brasil. Os experimentos foram conduzidos em ambiente controlado, com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro.

3.1. Criação dos insetos

Neste trabalho foram utilizadas fêmeas adultas de *E. annulipes* provenientes da criação estabelecida no LBCI. Ninfas foram agrupadas em recipientes plásticos circulares (9,0 cm de diâmetro $\times$ 15,0 cm de altura) em um total de 40 insetos por recipiente. Os adultos foram mantidos em recipientes retangulares (13,0 cm $\times$ 20,0 cm $\times$ 7,0 cm) contendo 36 indivíduos, com razão sexual de 3:1 (fêmeas: machos). Em cada recipiente foi colocado um substrato para refúgio, papel higiênico dobrado em formato de W ou sanfonado, com cerca de 2,0 cm de largura, sendo umedecido a cada dois dias.

A dieta fornecida a *E. annulipes* consistiu de uma alimentação artificial composta por ração inicial para frangos de corte (350,0 g), farelo de trigo (260,0 g), levedo de cerveja (220,0 g), leite em pó (130,0 g) e nipagin (40,0 g) (Lemos et al., 2003), disposta em tubos Eppendorf de 2,0 mL. Após a oviposição, as fêmeas foram

separadas, juntamente com seus ovos, para permitir realização do cuidado maternal, permanecendo juntos até a eclosão das ninfas. Todo esse processo foi seguido até a obtenção de novos adultos para os bioensaios, ilustrado na Figura 2.

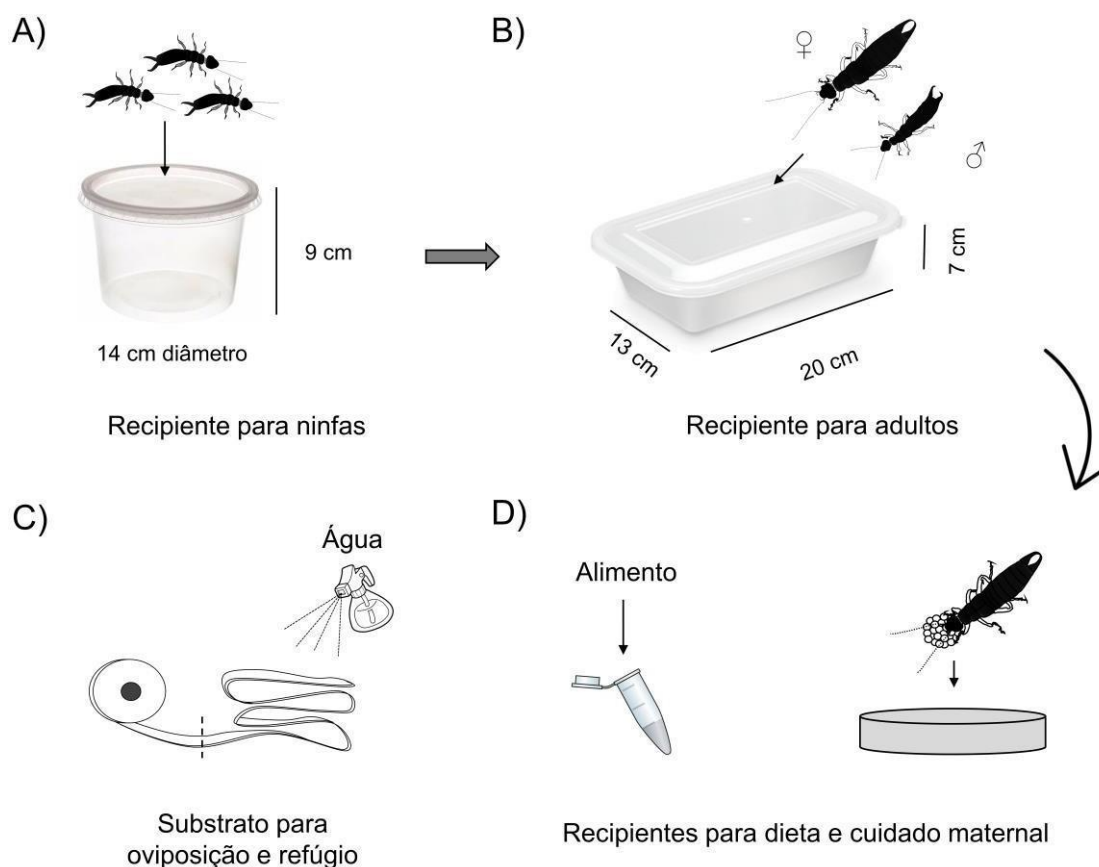


Figura 2. Esquema da metodologia de criação de *Euborellia annulipes* em condições de laboratório. Recipientes usados para criação de ninfas (A) e de adultos (B); C) Substrato para refúgio dos insetos e oviposição; e D) recipientes para fornecimento de alimento para o cuidado maternal. Fonte: Nunes et al. (2020).

As lagartas de *D. saccharalis* utilizadas nos bioensaios foram fornecidas por uma biofábrica localizada no município de Pradópolis, SP.

3.2. Obtenção dos colmos de cana-de-açúcar

Os colmos de cana-de-açúcar foram obtidos a partir de mudas plantadas e mantidas em casa-de-vegetação pertencente ao LBCI. As mudas foram cultivadas em temperatura média de 29,0 °C. O substrato de plantio utilizado consistiu de 50,0%

solo, 40,0% areia e 10,0% esterco bovino, esterilizado em autoclave, empregando-se vasos plásticos com capacidade de 10,0 L. Foram transplantadas 50 mudas de cana-de-açúcar pré-brotadas, sendo uma muda por vaso. Os colmos foram cortados quando as mudas atingiram 60,0 cm de altura.

3.3. Bioensaios

3.3.1. Preferência alimentar de *Euborellia annulipes* para lagartas de *Diatraea saccharalis* contaminadas com o inseticida clorantraniliprole (Altacor®)

Para avaliar a predação de *E. annulipes* com lagartas de segundo ínstar de *D. saccharalis* contaminadas com o inseticida a base de clorantraniliprole (Altacor®), conduziu-se um pré-teste para determinar a viabilidade das lagartas pós-contaminação. A dosagem usada inicialmente foi a recomendada pelo produto (0,3 g/L do produto diluído em água deionizada estéril contendo 0,01% v/v de Tween® 80 - Polisorbato) resultou em 100,0% de mortalidade, o que exigiu a adaptação da metodologia para metade da dosagem recomendada, com um período de observação da mortalidade de 2 horas antes do início do bioensaio uma vez que era necessário usar lagartas vivas no experimento pois a movimentação estimularia a predação da *Euborellia annulipes*. A aplicação do inseticida nas lagartas foi efetuada utilizando-se Torre de Potter calibrada a 10,0 lb/in². As Lagartas tratadas foram oferecidas aos predadores que teriam contato com o produto através da ingestão.

O bioensaio analisou a preferência alimentar de fêmeas de *E. annulipes* por lagartas tratadas e não tratadas com clorantraniliprole, com e sem chance de escolha, com os predadores sendo mantidos em jejum por 48 horas antes do início dos bioensaios. Foram utilizadas arenas circulares (16,0 cm de diâmetro) contendo 25 lagartas de *D. saccharalis* de segundo ínstar distribuídas de forma equidistante nas arenas-teste.

Nos testes com Chance de Escolha, uma divisória central foi colocada na arena para impedir o contato entre lagartas tratadas e não tratadas (Figura 3A). Nos testes Sem Chance de Escolha, as lagartas foram distribuídas na arena sem divisória (Figura

3B). Registrou-se o número de presas consumidas após 24 horas de exposição. Lagartas com qualquer parte do corpo consumida foram consideradas predadas.

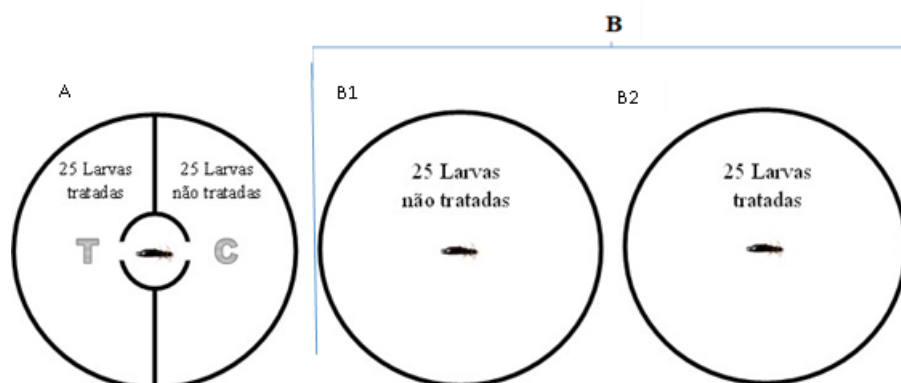


Figura 3. Desenho experimental das arenas utilizadas para os bioensaios de preferência alimentar das fêmeas de *Euborellia annulipes* predando lagartas de segundo instar de *Diatraea saccharalis* tratadas e não tratadas com clorantraniliprole (Altacor®). A) arena para teste com chance de escolha entre lagartas não tratadas (C) e tratadas (T) com clorantraniliprole. B) arena sem chance de escolha, com lagartas não tratadas (B1) e tratadas (B2) com clorantraniliprole.

Foram realizadas 10 repetições para cada um dos tipos de teste, sendo a sobrevivência dos predadores avaliada diariamente por 15 dias. As tesourinhas sobreviventes foram transferidas para placas de Petri e alimentadas com dieta artificial proposta por Lemos et al. (2003).

3.3.2. Avaliação do comportamento de forrageamento de *Euborellia annulipes* em colmos de cana-de-açúcar contaminados com o inseticida clorantraniliprole (Altacor®)

Neste bioensaio foi analisado o comportamento de forrageamento de *E. annulipes* em colmos de cana-de-açúcar tratados com o inseticida clorantraniliprole, (Altacor®), diferentemente do teste anterior, nesse caso o predador teve contato com o protudo químico através do contato. Os colmos foram pulverizados com a dosagem recomendada para a cultura da cana, utilizando 0,3 g/L do produto diluído em água deionizada estéril contendo 0,01% v/v de Tween® 80 (Polisorbato), aplicado com uma bomba costal (10,0 L) e respeitando um período de 24 horas antes do início do bioensaio para a secagem completa dos colmos.

Foram selecionados 80 colmos de cana-de-açúcar, metade deles passou pelo tratamento com o inseticida clorantraniliprole (Altacor®) e a outra metade considerada o grupo controle, não sofreu tratamento. Cada colmo foi

cortado em segmentos de 30,0 cm de comprimento utilizando-se serra manual mantendo para uso sempre a mesma porção do colmo, afim de garantir que a disponibilidade de sacarose e outros componentes sejam o mais próximo em todos os cortes, uma vez que a concentração pode variar dependendo de onde a cana é cortada. Em seguida, foram feitas 5 perfurações em cada um dos 80 colmos (40 tratados e 40 não tratados), utilizando-se furadeira manual equipada com broca de 5/32 mm, respeitando alturas específicas: o primeiro orifício foi realizado a 5,0 cm da base em todos os colmos, seguido por perfurações aos 10,0; 15,0; 20,0 e 25,0 cm da base.

Após as perfurações, os colmos foram transferidos para potes plásticos de 30,0 cm de altura x 20,0 cm de diâmetro, posicionados na vertical para simular a posição natural dos colmos no campo, e fixados com fita crepe branca. Uma lagarta de terceiro ínstar de *D. saccharalis* foi introduzida em cada orifício, 24 horas antes da liberação dos predadores (Figura 4). Este período permitiu que as lagartas se alojassem no interior do colmo, uma em cada orifício.

Após este período de acomodação das lagartas, uma fêmea adulta de *E. annulipes*, privada de alimento por 48 horas, foi liberada na base de cada pote. Os potes foram mantidos em sala climatizada e a predação das lagartas foi avaliada após 24 horas, nas diferentes alturas. Adicionalmente, para comparar o comportamento de forrageamento de *E. annulipes* em colmos com 5 orifícios, realizaram-se testes com colmos contendo apenas 2 orifícios, mantendo-se a altura base de 5,0 cm e combinando-a com 10,0 cm, 15,0 cm, 20,0 cm e 25,0 cm. Foram conduzidas 10 repetições para cada combinação de altura. Registrou-se o número de presas consumidas após 24 horas de exposição, nas diferentes alturas, sendo anotado o número médio de presas consumidas nas duas condições de teste (5 e 2 orifícios brocados). Lagartas com qualquer parte do corpo consumida foram consideradas predadas.



Figura 4. Lagarta de terceiro instar de *Diatraea saccharalis* (indicada com seta vermelha) sendo introduzida em orifício artificial em colmo de cana-de-açúcar (Foto: Marcelle B. Silva).

3.4. Análise estatística

O número de presas consumidas por orifício foi analisado utilizando-se o PROC FREQ e interpretados pelo teste do qui-quadrado ($P < 0,05$), onde a proporção de 1:1 foi assumida quando os predadores não tiveram preferência por nenhum dos orifícios e tratamentos. Os dados de análise de frequência foram realizados utilizando o Proc FREQ (SAS Institute, 2015) e interpretados pelo teste do χ^2 , no qual a razão de 1:1 foi assumida onde *E. annulipes* não apresentou diferença para alimentação. Para a teste de comportamento de forragemaento do predador, as médias de predação foram submetidos ao teste de Komolgorov e Bartlet para verificar a normalidade e homogeneidade da variância, ANOVA. Os dados que não atenderam aos pressupostos da ANOVA, foram transformados pela fórmula de $y = \text{Log}(y+1)$, obtendo-se normalidade segundo Kolmogorov-Smirnov. Todas as análises foram conduzidas utilizando o software SAS (SAS INSTITUTE, 2022).

4. RESULTADOS

A preferência alimentar de fêmeas adultas de *E. annulipes* por lagartas de *D. saccharalis* contaminadas/ não contaminadas com clorantraniliprole foi significativa na condição com chance de escolha ($\chi^2 = 25,32$ e $P < 0,001$), onde *E. annulipes* preferiram consumir presas não tratadas. No entanto, quando os predadores não tiveram chance de escolha, não foram detectadas diferenças no consumo entre lagartas não tratadas e lagartas contaminadas com o inseticida ($\chi^2 = 0,061$ e $P = 0,803$) (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem de lagartas de *Diatraea saccharalis* predadas por *Euborellia annulipes* após contaminação com inseticida clorantraniliprole (Altacor®), com e sem chance de escolha.

	Com Chance	Sem Chance
Controle	59,97 ± 6,01 a	50,51 ± 1,92 a
Clorantraniliprole	40,03 ± 6,01 b	49,49 ± 2,03 a
	$\chi^2 = 25,32$ $P < 0,001$	$\chi^2 = 0,061$ $P = 0,803$

¹Médias±erro padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem ($P > 0,05$).

Analisando a toxicidade do inseticida para *E. annulipes*, observa-se que a taxa de sobrevivência foi de 100,0% dos adultos após a ingestão de lagartas de *D. saccharalis* tratadas com clorantraniliprole, o mesmo ocorrendo após 15 dias do consumo, resultados semelhantes aos observados no controle.

Quando foram disponibilizadas presas nas cinco alturas de orifícios em toletes tratados ou não com clorantraniliprole, observou-se que o comportamento de *E. annulipes* para busca de presas resultou num número menor de insetos predados nos colmos tratados (Tratamento) (Figura 6). Por outro lado, a busca dos predadores por presas em toletes com dois orifícios, independentemente da distância e da condição contaminados ou não, resultou num maior número de insetos predados nos colmos não tratados (Controle) (Figura 6/Tabela 2).

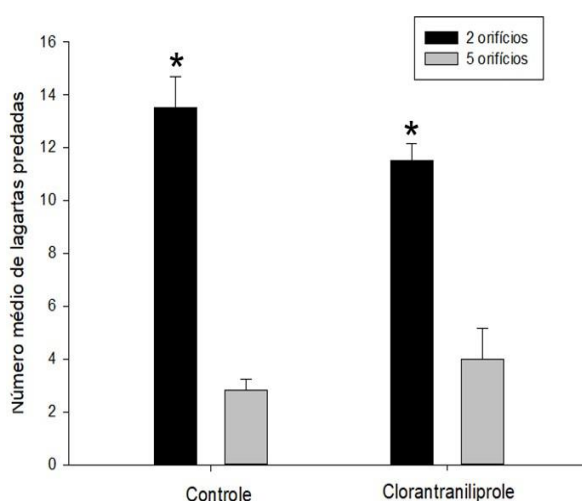


Figura 5. Capacidade de busca de *Euborellia annulipes* em toletes de cana infestados com *Diatraea saccharalis* em diferentes alturas de orifícios. A) Porcentagem de lagartas predadas nas alturas de 5,0 cm, 10,0 cm, 15,0 cm, 20,0 cm e 25,0 cm em toletes não tratados com Clorantraniliprole. B) Porcentagem de lagartas predadas nas alturas de 5,0 cm, 10,0 cm, 15,0 cm, 20,0 cm e 25,0 cm em toletes tratados.

A predação por *E. annulipes* em colmos com dois orifícios foi, em média, $13,50 \pm 1,19$ lagartas em colmos não tratados e $11,50 \pm 0,64$ lagartas em colmos tratados com clorantraniliprole. Nos colmos com 5 orifícios a predação média foi de $2,83 \pm 0,40$ lagartas no Controle e $4,00 \pm 1,14$ lagartas no tratado com clorantraniliprole (Tabela 2).

Tabela 2. Número de orifícios em colmos de cana-de-açúcar e capacidade de predação de *Euborellia annulipes* com a condição de colmos tratados com clorantraniliprole (Altacor®).

	Controle	Clorantraniliprole
2 orifícios	¹ 13,50 ± 1,19 a	11,50 ± 0,64 a
5 orifícios	2,83 ± 0,40 b	4,00 ± 1,14 b

¹Médias±erro padrão seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem pelo teste de ($P > 0,05$).

Comparando as duas condições de número de orifícios no controle, o comportamento de predação foi significativamente maior na condição com 2 orifícios ($F_{1,9} = 83,76$, $P < 0,0001$). Da mesma forma, nos colmos contaminados com clorantraniliprole, a predação foi significativamente maior na condição com 2 orifícios ($F_{1,8} = 28,23$, $P = 0,0011$) (Tabela 2).

Tabela 3. Não preferência de *Euborellia annulipes* para forrageamento em diferentes alturas de alimento/presa em colmos de cana-de-açúcar após contaminação com clorantraniliprole (Altacor®).

	5,0 cm	10,0 cm	15,0 cm	20,0 cm	25,0 cm
Controle	¹ 15,56±1,63b	22,50±1,00a	19,72±1,52a	21,11±1,33a	21,11±1,33a
Clorantraniliprole	21,82±1,52a	23,64±1,33a	21,82±1,52a	18,18±1,66ab	14,55±1,52b

¹Médias±erro padrão seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem pelo teste de ($P > 0,05$).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, houve diferença entre a não-preferência para predação de lagartas que se encontravam na base do colmo (5,0 cm), como menor rejeição para o controle ($\chi^2 = 12,01$ e $P = 0,0172$) e para o tratamento (clorantraniliprole) ($\chi^2 = 14,16$ e $P = 0,0068$).

5. DISCUSSÃO

Quando o predador teve a chance de escolher, a preferência foi consumir presas não tratadas com clorantraniliprole. Este comportamento sugere que o inseticida pode alterar algum aspecto das lagartas tratadas, tornando-as menos

palatáveis ou atrativas como presas. No entanto, a toxicidade do clorantraniliprole não é suficientemente alta para impedir a predação em ambientes sem alternativas de presas. Arroyo et al. (2023) relataram resultados semelhantes, sem diferenças significativas na predação de ovos de *D. saccharalis* contaminados com clorantraniliprole.

Queiroz et al. (2019) observaram que *E. annulipes* se movimenta até 30,0 cm busca de presas, enquanto Tryon Jr. (1986) cita que *Labidura riparia* (Pallas, 1773) (Dermaptera: Labiduridae) não utiliza comunicação química para forrageamento, com essas observações sugerindo que colmos contaminados com clorantraniliprole não impedem o forrageamento de *E. annulipes*. Gallo et al. (2002) descreveram que dermápteros buscam locais úmidos e escuros durante o dia, o que pode ter influenciado *E. annulipes* a forragear até os orifícios mais distantes da base dos colmos, já que os insetos foram mantidos em fotoperíodo de 12 horas de luz.

Adultos de *E. annulipes* atacaram tanto lagartas tratadas quanto não tratadas com clorantraniliprole, no entanto, sob condições de chance de escolha, houve preferência por presas não tratadas. Moral et al. (2017) e Nunes et al. (2018 e 2019) indicam que *E. annulipes* pode selecionar presas em certas condições, porém sua voracidade é o fator que influencia muito nessa preferência.

A resposta nos testes com chance de escolha pode ser influenciada pelo comportamento predatório de *E. annulipes*, que tende a preferir presas não tratadas que se movimentavam mais comparando-se às presas contaminadas com clorantraniliprole, que normalmente são mais letárgicas, sugerindo redução na atratividade. Nunes et al. (2018) observaram que o ataque de *E. annulipes* é estimulado pela movimentação da presa, com presas mais ativas favorecendo a predação.

A exposição de *E. annulipes* a clorantraniliprole, por meio da ingestão de lagartas contaminadas, não apresentou risco de toxicidade aguda, com sobrevivência semelhante ao controle, sendo o produto considerado relativamente seguro para agentes de controle biológico (Martinou et al., 2014; Passos et al., 2018; Soares et al., 2019). De acordo com Ricupero et al. (2020), clorantraniliprole é menos tóxico para *Macrolophus pygmaeus* (Rambur, 1840) (Hemiptera: Miridae), com He et al. (2019) indicando que esse produto é mais seguro para *Coccinella septempunctata* L., 1758

(Coleoptera: Coccinellidae). Potin et al. (2022) observaram alta sobrevivência de *E. annulipes* após exposição ao clorantianiliprole, corroborando sua baixa toxicidade para este predador.

As tesourinhas *E. annulipes* forragearam nos orifícios nas diferentes alturas dos colmos, demonstrando atividade de forrageamento até 25,0 cm de altura. Observou-se que, quando o número de presas e orifícios em um mesmo colmo é maior (5 orifícios e 5 presas), o consumo de presas tende a ser menor comparado a colmos com dois orifícios e duas presas. Isso sugere que a eficiência de predação diminui com o aumento da necessidade de busca, independentemente da condição dos colmos (tratados ou não com inseticidas).

Segundo Papanikolaou et al. (2022), as interações intraespecíficas são mais intensas em baixas densidades de presas, onde o predador não está saciado e não existem interrupções na digestão. Quando há relações interespecíficas em baixa densidade de presas, onde o predador não está saciado e não existem interrupções na digestão. Quando há relações interespecíficas em baixa densidade de presas, a interação é maior devido à necessidade de menor forrageamento do predador. Contudo, o trabalho corrobora com essas observações, mostrando que a predação aumenta com a oferta de presas (expostas sem refúgio), conforme observado em estudos de resposta funcional que indicam um padrão de resposta do tipo II para *E. annulipes* (Kharboutli e Mack, 1993; Sueldo et al., 2010; Nunes et al., 2019).

6. CONCLUSÃO

Euborellia annulipes tem preferência por presas não tratadas quando tem chance de escolha.

A toxicidade do clorantianiliprole não foi alta o suficiente para impedir a predação em ambientes sem alternativas de presas.

Os resultados deste estudo indicam que *E. annulipes* é um predador capaz de forragear colmos de cana de açúcar até 25,0 cm de altura.

E. annulipes apresenta maior predação em colmos com menor número de orifícios e presas, independentemente da presença de clorantianiliprole.

Euborellia annulipes tem potencial como agente de controle biológico de *D. saccharalis*, mesmo em ambientes tratados com cloranthraniliprole. No entanto, estudos de campo devem ser realizados para validação desses resultados.

7. REFERÊNCIAS

AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2022). Disponível em:<<https://agrofit.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 22 mar. 2024.

Almeida LC, Arrigoni EB (1994) Controle da broca da cana-da-açúcar, *Diatraea saccharalis*, com o parasitoide de ovos *Trichogramma galloi*. **Seminário Copersucar de Tecnologia Agronômica** 6:183-191.

Alves SB, Moura LEP, Azevedo EMM, Almeida LC (1985) Controle da broca da cana-de-açúcar pelo uso de *Beauveria bassiana*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 20(4):403-406.

Arroyo RM, Souza JM, Nunes GDS, Ramalho DG, De Bortoli SA (2023) *Euborellia annulipes* mortality and predation on *Diatraea saccharalis* eggs after application of chemical and biological insecticides. **Agricultural Sciences** 14:11-22. Doi: 10.4236/as.2023.141002

Barzman M, Bàrberi P, Birch ANE, Boonekamp P, Dachbrodt-Saaydeh S, Graf B, Sattin M (2015) Eight principles of integrated pest management. **Agronomy for Sustainable Development** 35:1199-1215.

Botelho PSM, Macedo N (2002) *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. In.: Parra JRP, Botelho PSM, Corrêa-Ferreira BS, Bento JMS (Eds.) **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 409-425.

Botelho PSM, Parra JRP, Magrini EA, Haddad ML, Resende LCL (1995a) Parasitismo de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) por *Trichogramma galloi* Zucchi, em diferentes variedades de cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 24:141-145.

Botelho PSM, Parra JRP, Magrini EA, Haddad ML, Resende LCL (1995b) Efeito do número de liberações de *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) no parasitismo de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794). **Scientia Agricola** 52: 65-69.

Brown GS (2006) **Sperm competition and male forceps dimorphism in the European earwig *Forficula auricularia* (Dermaptera: Forficulina)**. 145 f. Tese (Doctor of Philosophy), University of St Andrews, Saint Andrews.

Bueno VHP, Parra JRP, Bettiol W, van Lenteren JC (2019) Biological Control in Brazil. In.: van Lenteren JC, Bueno VHP, Luna MG, Colmenarez YC (Eds.) **Biological control in Latin America and the Caribbean: its rich history and bright future**. Boston: CABI International. p. 78-107.

Campos MR (2009) **Seletividade e resposta comportamental do predador *Doru luteipes* a inseticidas**. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Entomológica: Tecnologia Entomológica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Campos MR, Picanço MC, Martins JC, Tomaz AC, Guedes RNC (2011) Insecticide selectivity and behavioral response of the earwig *Doru luteipes*. **Crop Protection** 30:1535-1540. Doi: 10.1016/j.cropro.2011.08.013

Cesnik R (2007) Melhoramento da cana-de-açúcar: marco sucro-alcooleiro no Brasil. Embrapa Meio Ambiente. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/15939/melhoramento-da-cana-de-acucar-marco-sucro-alcooleiro-no-brasil>>. Acesso em: 10 mar. 2024.

Christofoletti CA, Sousa CM, Souza RB, Francisco A, Gastaldi VD (2017) O emprego de diferentes resíduos utilizados como fertilizantes na cultura de cana-de-açúcar. In.: Fontanetti CS, Bueno OC (Orgs.). **Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica**. Bauru: Canal, p. 63– 86.

Christofoletti CA, Escher JP, Correia JE, Marinho JFU, Fontanetti CS (2013) Sugarcane vinasse: environmental implications of its use. **Waste management** 33: 2752-2761. Doi: 10.1016/j.wasman.2013.09.005

Costa NP, Oliveira HD, Brito CH, Silva AB (2010) Influência do nim na biologia do predador *Euborellia annulipes* e estudo de parâmetros para sua criação massal. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** 7:1-11.

Cruz I, Redoan AC, Silva RB, Figueiredo MLC, Penteado-Dias AM (2011) Novo registro de *Tetrastichus howardi* (Olliff) como parasitoide de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) em milho. **Scientia Agricola** 68:252–254.

Debras JF, Dussaud A, Rieux R, Dutoit T (2007) A prospective research on the hedgerow's 'source' function. **Comptes Rendus Biologies** 330:664-673.

Dib H, Jamont M, Sauphanor B, Capowiez Y (2011) Predation potency and intraguild interactions between generalist (*Forficula auricularia*) and specialist (*Episyrphus balteatus*) predators of the rosy apple aphid (*Dysaphis plantaginea*). **Biological Control** 59: 90-97.

Dib H, Simon S, Sauphanor B, Capowiez Y (2010) The role of natural enemies on the population dynamics of the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera: Aphididae) in organic apple orchards in south-eastern France. **Biological Control** 55:97-109.

Dinardo-Miranda LL, Fracasso JV, Costa VPD, Anjos IAD, Lopes DOP (2013a) Reação de cultivares de cana-de-açúcar à broca do colmo. **Bragantia** 72: 29-34. Doi: 10.1590/S0006-87052013005000012

Dinardo-Miranda LL, Vasconcelos ACM, Landell MGA (Eds.) (2013b) **Cana-de-açúcar**. Campinas: IAC. 882p.

Evangelista TR (2018) **Reprodução e fertilidade de Dermápteros (Euborellia Annulipes) em condições controladas**. 34 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais), Universidade Federal de Campina Grande, Pombal.

Fenoll J, Garrido I, Cava J, Hellín P, Flores P, Navarro S (2015) Photometabolic pathways of chlorantraniliprole in aqueous slurries containing binary and ternary oxides of Zn and Ti. **Chemical Engineering Journal** 264:720-727.

Ferreira CAS, Santana MV, Santos JBD, Santos TTMD, Lôbo LM, Fernandes PM (2018) Yield and technological quality of sugarcane cultivars under infestation of *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794). **Arquivos do Instituto Biológico** 85: e0042017. Doi: 10.1590/1808-1657000042017

Fonseca E (2003) **Cultura e resistência: a cana-de-açúcar e as práticas sociais no Brasil colonial**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ.

Frank SD, Wratten SD, Sandhu HS, Shrewsbury PM (2007) Video analysis to determine how habitat strata affects predator diversity and predation of *Epiphyas postvittana* (Lepidoptera: Tortricidae) in a vineyard. **Biological Control** 41:230- 236.

Gallo D, Nakano O, Neto SS, Carvalho RPL, Batista GC, Berti Filho E, Omoto C (2002) **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: Fealq, 920p.

Gomes JA, Oliveira AL (2020) Eficácia para o combate da broca da cana-de-açúcar. **Revista Interface Tecnológica** 17:467-478.

Guimarães JH, Tucci EC, Gomes JPC (1992) Dermaptera (Insecta) associados a aviários industriais no estado de São Paulo e sua importância como agentes de controle biológico de pragas avícolas. **Revista Brasileira de Entomologia** 36:527-34.

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

Haas F (2019) Earwig Research Centre. Disponível em:<<https://grdc.com.au/resources-and-publications/grdc-update-papers/tab-content/grdcupdate-papers/2019/08/earwigs-latest-research-on-these-damaging-pests>>. Acesso em: 28 fev. 2024.

Haas F, Gorb SN, Wootton RJ (2000) Elastic joints in dermapteran hind wings: materials and wing folding. **Arthropod Structure and Development** 29:137–146.

He F, Sun S, Tan H, Sun X, Shang D, Yao C, Jiang X (2019) Compatibility of chlorantraniliprole with the generalist predator *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) based toxicity, life-cycle development and population parameters in laboratory microcosms. **Chemosphere** 225:182-190.

Hirata F (2019) **Cana-de-açúcar e sustentabilidade: desafios e soluções para o futuro**. São Paulo: Editora Ipea.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2022) Levantamento sistêmico da produção agrícola. Disponível em:<<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 26 abr. 2024.

IRAC (2018) Comitê brasileiro de ação a resistência a inseticidas (IRAC-BR). Baseado na classificação do modo de ação - Versão 9.1 (Dezembro/18).

Kharboutli MS, Mack TP (1993) Comparison of three methods for sampling arthropod pests and their natural enemies in peanut fields. **Journal of Economic Entomology** 86:1802-1810.

Kovaleski A (2010) **Eficiência de Altacor no manejo integrado de Lepidopteros em fruteiras temperadas**. Brasília: Embrapa, 9p.

Lacerda LB, Oliveira GM, Araújo HM, Batista JL, Maracajá PB, Medeiros AC (2020) Técnica para liberação do predador *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae). **Revista Brasileira de Gestão Ambiental** 14:143-147.

Lara FM (2002) **Princípios de Entomologia**. São Paulo: Ícone, 331p.

Lemos WP, Medeiros RS, Ramalho FS (1998) Influência da temperatura no desenvolvimento de *Euborellia annulipes* (Lucas) (Dermaptera: Anisolabididae), predador do bicudo-do-algodoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 27:67-76. Doi: 10.1590/S0301-80591998000100009

Lemos WP, Ramalho FS, Zanuncio JC (2003) Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Euborellia annulipes* (Lucas) (Dermaptera: Anisolabididae) a cotton boll weevil predator in laboratory studies with an artificial diet. **Environmental Entomology** 32:592-601.

Lopes JRS (1988) **Estudos bioetológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hym.: Trichogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep.: Pyralidae)**. 141 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia), ESALQ/USP, Piracicaba.

Macedo N, Macedo D (2004) As pragas de maior incidência nos canaviais e seus controles. **Visão Agrícola** 1:38-46.

Martinou AF, Seraphides N, Stavrinides MC (2014) Lethal and behavioral effects of pesticides on the insect predator *Macrolophus pygmaeus*. **Chemosphere** 96:167-173.

Mendes SM, Waquil JM, Rodrigues JAS, Sampaio MV, Viana PA (2014). Manejo de pragas na cultura do sorgo. **Informe Agropecuário** 1:76-88.

Mendonça AF, Viveiros AJA, Sampaio Filho F (1996) A broca gigante da cana-de-açúcar, *Castnia licus* Drury, 1770 (Lep.: Castniidae). In.: Mendonça AF (Ed.) **Pragas da cana-de-açúcar**. Maceió: Insetos & Cia. p. 133-167.

Micheletti SMFB (1987) **Distribuição espacial e temporal de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep.: Pyralidae) e seu parasitismo por *Trichogramma* sp. (Hym: Trichogrammatidae)**. 85 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia), ESALQ/USP, Piracicaba.

Moral RA, Demétrio CGB, Hinde J, Godoy WAC, Fernandes FS (2017) Parasitism-mediated prey selectivity in laboratory conditions and implications for biological control. **Basic and Applied Ecology** 19:67-75. Doi: 10.1016/j.baae.2016.11.002

Nava DE, Pinto AS, Silva SDA (2009) **Controle biológico da broca da cana-de-açúcar**. Pelotas: EMBRAPA. 28p.

Nocelli RCF, Zambon V, Silva OGM, Morini MSC (2017) Histórico da cana-de-açúcar no Brasil: contribuições e importância econômica. In.: Fontanetti CS, Bueno OC (Eds.). **Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica**. Bauru: Canal 6 Editora. p. 13-30.

Nogueira A (2010) **A cana-de-açúcar no Brasil: evolução, desafios e perspectivas**. São Paulo: Editora Cengage Learning.

Nunes GS, Dantas TAV, Figueiredo WRS, Souza MDS, Nascimento IN, Batista JL (2018) Predation of diamondback moth larvae and pupae by *Euborellia annulipes*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 13:1-8. Doi: 10.5039/agraria.v13i3a555

Nunes GS, Dantas TAV, Souza MDS, Nascimento IN, Batista JL, Malaquias JB (2019) Life stage and population density of *Plutella xylostella* affect the predation behavior of *Euborellia annulipes*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 167:544-552. Doi: 10.1111/eea.12802

Nunes GS, Paulo HH, Dias WSR, De Bortoli SA (2020) Preferência alimentar de *Euborellia annulipes* por *Plutella xylostella*: efeitos de temperatura e estágio de desenvolvimento da presa. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 50:e57778.

Oliveira MAP, Marques EJ, Teixeira VW, Barros R (2008) Efeito de em *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. sobre características biológicas de *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Crambidae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences** 30:220-224.

Oliveira MF, Brighenti AM (Eds.) (2018) **Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia**. Brasília: EMBRAPA. 197p.

Papanikolaou NE, Broufas GD, Kypraios T, Liaka T, Pappas ML (2022) Intraspecific interactions at high predator densities affect the predation efficiency of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) when prey density is low. **Ecological Entomology** **47**: 770-777. Doi: 10.1111/een.13161

Parra JRP (2014) Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola** **71**(5):420-429.

Parra JRP, Botelho PSM, Correa-Ferreira BS, Bento JMS (2002) **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Editora Manole. 609p.

Passos LC, Soares MA, Collares LJ, Malagoli I, Desneux N, Carvalho GA (2018) Lethal, sublethal and transgenerational effects of insecticides on *Macrolophus basicornis*, predator of *Tuta absoluta*. **Entomologia Generalis** **38**:127- 143.

Pereira AR, Angelocci LR, Sentelhas PC (2007) **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuaria. 192p.

Pereira L (2016) **Cultura popular e o ciclo da cana-de-açúcar: festas e tradições**. Rio de Janeiro: Editora Casa do Saber.

Pinto AS, Garcia JF, Oliveira HN (2006) Manejo das principais pragas da cana-de-açúcar. In.: Segato SV, Pinto AS, Jendiroba E, Nóbrega JCM (Eds.) **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ. p. 257–280.

Pinto DM, Storch G, Costa M (2005) Biologia de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Forficulidae) em laboratório. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia** **4**:1-7.

Potin DM, Machado AVA, Barbosa PRR, Torres JB (2022) Multiple factors mediate insecticide toxicity to a key predator for cotton insect pest management. **Ecotoxicology** **31**:490-502.

Queda O (1972) **A intervenção do Estado e a agroindústria açucareira paulista**. 173 f. Tese (Doutorado em Agronomia), ESALQ/USP, Piracicaba.

Queiroz LV, Oliveria R, Nascimento Júnior JL, Silva ITFA, Oliveira VB, Batista JL (2019) Capacidade de busca da tesourinha *Euborellia annulipes* sobre o pulgão *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae). **PesquisAgro** **2**(1):3-10.

Ren M, Shih C, Xing C, Ren D (2019) Dermaptera - Earwigs. In.: Ren D, Shih CK, Gao T, Yao Y, Wang Y (Eds.) **Rhythms of insect evolution**. Hoboken: John Wiley & Sons, p. 149–156.

Ricupero M, Abbes K, Haddi K, Kurtulus A, Desneux N, Russo A, Zappalà L (2020) Combined thermal and insecticidal stresses on the generalist predator *Macrolophus pygmaeus*. **Science of the Total Environment** 729:138922.

Rodrigues D, Ortiz L (2006) Em direção à sustentabilidade da produção de etanol de cana-de-açúcar no Brasil. Porto Alegre: Amigos da Terra Brasil. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/228640219_Em_direcao_a_sustentabilidade_da_producao_de_etanol_de_cana_de_acucar_no_Brasil>. Acesso em: 01 mai. 2024.

Sandoval SS, Senô KCA (2010) Comportamento e controle da *Diatraea saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar. **Nucleus** 7:1-16.

SAS Institute (2015) SAS/IML® User's Guide. SAS Institute, Cary, NC, USA.

Schwartz SB (1985) **Sugar plantations in the formation of Brazilian society: Bahia, 1550-1835**. Cambridge: Cambridge University Press. 644p.

Silva AB, Batista JL, Brito CH (2009a) Capacidade predatória de *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) sobre *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797). **Acta Scientiarum. Agronomy** 31:7-11. Doi: 10.4025/actasciagron.v31i1.6602

Silva AB, Batista JL, Brito CH (2009b). Aspectos biológicos de *Euborellia annulipes* sobre ovos de *Spodoptera frugiperda*. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia** 6:482- 495.

Silva AB, Batista JL, Brito CH (2010) Aspectos biológicos de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae) alimentada com o pulgão *Hyadaphis foeniculi* (Hemiptera: Aphididae). **Revista Caatinga** 23:21-27.

Silva MF, Funichello M, Souza DM (2020) Performance of insecticides in control of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane. **Arquivos do Instituto Biológico** 87:e0782018.

Silva NRF, Chaves MED, Luciano ACDS, Sanches IDA, Almeida CM, Adami, M (2024) Sugarcane yield estimation using satellite remote sensing data in empirical or mechanistic modeling: a systematic review. **Remote Sensing** 16: 863. Doi: 10.3390/rs16050863

Soares MA, Passos LC, Campos MR, Collares LJ, Desneux N, Carvalho GA (2019) Side effects of insecticides commonly used against *Tuta absoluta* on the predator *Macrolophus basicornis*. **Journal of Pest Science** 92:1447-1456.

Souza C, Redoan AC, Ribeiro C, Cruz I, Carvalho GA, Mendes SM (2019) Controle Biológico: qual espécie de tesourinha consome mais lagartas e pode ser menos sensível à exposição a inseticidas? Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 23p.

Souza L (2015) **Os impactos ambientais da produção de biocombustíveis a partir da cana-de-açúcar**. Brasília: Ipea.

Spadotto CA (2006) **Avaliação de riscos ambientais de agrotóxicos em condições brasileiras**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 20p. (Documentos, 58).

Sueldo MR, Bruzzone OA, Virla EG (2010) Characterization of the earwig, *Doru lineare*, as a predator of larvae of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*: a functional response study. **Journal of Insect Science** 10:38.

Tryon Jr EH (1986) The striped earwig, and ant predators of sugarcane rootstock borer, in Florida citrus. **Florida Entomologist** 69:336-343.

Wanderley PA, Wanderley MAJ, Alves EU (2006) O surpreendente cuidado maternal dos dermápteros. Disponível em:<<http://www.cienciahoje.pt/9080>>. Acesso: 14 abr. 2024.