

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

Comportamento de predação de *Xylocoris sordidus* com ovos de *Diatraea saccharalis* e *Corcyra cephalonica* parasitados e não parasitados por *Trichogramma galloi*

LAYS DOS SANTOS NUNES

Orientador: Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli

Coorientadora: Dra. Dagmara Gomes Ramalho

JABOTICABAL – SP

2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

Comportamento de predação de *Xylocoris sordidus* com ovos de *Diatraea saccharalis* e *Corcyra cephalonica* parasitados e não parasitados por *Trichogramma galloi*

LAYS DOS SANTOS NUNES

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias - UNESP,
Campus de Jaboticabal, como parte das
exigências para obtenção do título de
Bióloga.**

JABOTICABAL – SP

2023

N972c

Nunes, Lays dos Santos

Comportamento de predação de *Xylocoris sordidus* com ovos de *Diatraea saccharalis* e *Corcyra cephalonica* parasitados e não parasitados por *Trichogramma galloi* / Lays dos Santos Nunes. -- Jaboticabal, 2023

36 p. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Sergio Antonio De Bortoli

Coorientadora: Dagmara Gomes Ramalho

1. Controle Biológico. 2. Cana-de-açúcar. 3. Broca-da-cana-de-açúcar. 4. Sustentabilidade. 5. Agricultura. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL



DEPARTAMENTO: Ciências da Produção Agrícola

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: Associação do predador *Nyctanassa violacea* ao parasitóide *Trichogramma galli* para controle de *Diatraea saccharalis*.

ACADÊMICO: Dayr dos Santos Nunes

CURSO: Ciências Biológicas

ORIENTADOR (ES): Sergio Antônio De Bortoli
co-orientador: Dagmara Gomes Ramalho

Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

(Nomes)
Presidente Dagmara Gomes Ramalho
Membro Thiago Nascimento de Barros
Membro Letícia Barbosa de Almeida

(Assinaturas)
Dagmara Gomes Ramalho
Thiago N. Barros
Letícia

Jaboticabal 31/03/2023

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 12/04/2023 "Ad referendum"

Chefe do Departamento

Prof. Dr. Leonardo Bianco de Carvalho
Chefe do Depto. de Ciências da Produção Agrícola
FCAV/UNESP

A todos os meus familiares, por parte de pai e mãe, que, de perto ou de longe, sempre se orgulharam e torceram por mim. **DEDICO**

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas participaram desta jornada ao meu lado, contribuindo ativamente durante esses cinco anos e me ajudando a superar os desafios e dúvidas que surgiram em meu caminho. Sou profundamente grata a todos, sejam eles próximos ou distantes. Agradeço à minha família, aos meus amigos de Diadema e da faculdade, e em especial, à República Rep Hour, que foi meu lar durante toda a graduação e responsável por tantas trocas boas e experiências necessárias.

Agradeço aos meus professores, em especial Eduardo Custódio Gasparino e Rita de Cássia Bianchi, paraninfo e patronesse da minha turma e coordenadores do curso de Ciências Biológicas no período em que cursei a faculdade, que estiveram conosco dos primeiros aos últimos dias de aula, nos proporcionando experiências únicas e assumindo responsabilidades gigantescas a fim de nos garantir uma formação de excelência, e os quais eu tive o prazer de construir, além de uma profunda admiração, uma relação de amizade e parceria. E aos professores Lúcia Helena Sipaúba Tavares e Pedro Luís da Costa Aguiar Alves, que abriram as portas de seus laboratórios para que eu pudesse aprender um pouco mais além da sala de aula.

Meus mais sinceros agradecimentos à equipe do Laboratório de Biologia e Criação de Insetos, por toda ajuda e acolhimento nesses meses que estive realizando esse trabalho, em especial à Dagmara G. Ramalho, por me ensinar e auxiliar em tudo o que precisei sempre com muita calma e compreensão, fazendo de tudo para que eu conseguisse concluir esse trabalho, não tenho palavras para agradecer. Também agradeço ao professor responsável pelo laboratório, Doutor Sergio Antonio De Bortoli, por ter me concedido a oportunidade de realização deste trabalho.

E, acima de tudo, agradeço aos meus pais, por me apoiarem, confiarem e acreditarem em mim quando nem eu mesma o fazia, e, principalmente, por me amarem incondicionalmente durante esses meus quase 23 anos, fazendo de tudo para que eu vivesse uma vida linda, com o mínimo de preocupação e o máximo de experiências boas. Vocês fazem tudo valer a pena, e tudo o que eu sou e faço é por vocês.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1 Cana-de-açúcar	3
3.2 Métodos de controle de pragas agrícolas.....	4
3.3 <i>Xylocoris sordidus</i>	6
3.4 <i>Trichogramma galloi</i>	8
4. MATERIAL E MÉTODOS	9
4.1 Local	9
4.2 Obtenção e criação dos insetos	9
4.2.1 Criação de <i>Xylocoris sordidus</i>	9
4.2.2 <i>Corcyra cephalonica</i>	10
4.2.3 <i>Trichogramma galloi</i>	12
4.3 Bioensaios	12
4.3.1 Parasitismo de ovos de <i>Cephalonica cephalonica</i> e <i>Diatraea saccharalis</i>	12
4.3.2 Teste de preferência alimentar de <i>Xylocoris sordidus</i>	13
4.4 Análise estatística.....	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
6. CONCLUSÃO	20
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados da preferência de predação, com e sem chance de escolha, de <i>Xylocoris sordidus</i> entre os ovos de <i>Corcyra cephalonica</i> e <i>Diatraea saccharalis</i> , parasitados e não parasitados por <i>Trichogramma galloi</i>	16
Tabela 2. Resultados do teste de preferência sem chance de escolha de <i>Xylocoris sordidus</i> utilizando ovos de <i>Corcyra cephalonica</i> e <i>Diatraea saccharalis</i> não parasitados.....	17

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Arena para teste com chance de escolha. Onde P = predador.....	14
Figura 2. Arena para teste sem chance de escolha. Onde P = predador.....	15
Figura 3. Distribuição de Wilcoxon para número de ovos não parasitados de <i>Diatraea saccharalis</i> e <i>Corcyra cephalonica</i> predados por <i>Xylocoris sordidus</i>	19
Figura 4. Distribuição de Wilcoxon para número de ovos parasitados de <i>Diatraea saccharalis</i> e <i>Corcyra cephalonica</i> predados por <i>Xylocoris sordidus</i>	20

RESUMO - A cana-de-açúcar, *Saccharum* spp., é de grande importância para o Brasil e para o mundo, por ser indispensável na produção alimentícia e de biocombustíveis, sendo o país o maior produtor mundial da cultura. A produtividade da cana pode ser reduzida por diversos fatores, sendo a broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis*, uma das pragas mais preocupantes. Seu controle pode ser feito com aplicações de inseticidas, mas, como a sustentabilidade tem sido pauta importante na agricultura, o controle biológico se mostra como excelente alternativa, tendo um crescimento de 10% a 15% por ano na participação do controle de pragas no mundo. O controle biológico aplicado em cana tem sido realizado especialmente com parasitoides. Levando-se em consideração a importância da cultura da cana e os danos causados pela broca, esse trabalho visou estudar o comportamento de predação de *Xylocoris sordidus* tendo como presas ovos parasitados e não parasitados por *Trichogramma galloi*, a fim de se verificar a potencialidade do predador no controle em associação com o parasitoide de ovos. Para isso, foram realizados 7 bioensaios, 3 com chance de escolha para o predador e 4 sem chance de escolha, sendo as presas ovos de *D. saccharalis* e *Corcyra cephalonica* parasitados e não parasitados por *T. galloi*. Para interpretação dos resultados, as frequências dos dados de escolha foram analisadas usando o Proc FREQ e o teste χ^2 , em que a razão 1:1 foi assumida se o predador não apresentou preferência. Os testes sem chance de escolha foram submetidos aos testes de Kolmogorov e Bartlett para verificar a normalidade e homogeneidade da variância, ANOVA. Uma vez que os dados não atenderam aos requisitos da ANOVA, foram utilizados testes não paramétricos de Wilcoxon e Kruskal Wallis. Com a introdução de *X. sordidus* nas arenas contendo ovos parasitados e não parasitados era esperado que o predador se alimentasse majoritariamente dos ovos não parasitados, e essa preferência foi confirmada em todos os testes, onde o consumo em número absoluto de ovos não parasitados foi maior quando comparado com o consumo de ovos parasitados. Ovos de *C. cephalonica* foram utilizados nos bioensaios com o objetivo de determinar se o predador tem preferência pela presa utilizada como alimento na criação, ou se prefere a presa alvo de controle, sendo também constatado que o predador prefere a presa alvo, *D. saccharalis*. Considerando a preferência do predador *X. sordidus* por ovos de *D. saccharalis* e a condição de não parasitados por *T. galloi*, é possível sugerir o uso associado deste predador com o parasitoide de ovos no controle de *D. saccharalis* em cultura de cana-de-açúcar.

Palavras-chave: *Diatraea saccharalis*; cana-de-açúcar; controle biológico; parasitoide; predador, sustentabilidade.

ABSTRACT - Sugarcane, *Saccharum* spp., is of great importance for Brazil and for the world because it is indispensable in the production of food and biofuels, and the country is the world's largest producer of the crop. Sugarcane productivity can be reduced by several factors, with the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis*, being one of the most worrying pests. Its control can be done with insecticide applications, but, as sustainability has been an important issue in agriculture, the biological control proves to be an excellent alternative, with a growth of 10 to 15% per year in the participation of pest control in the world. The biological control applied to sugarcane has been carried out specially with parasitoids. Considering the importance of sugarcane culture and the damage caused by the borer, this study aimed to study the predation behavior of *Xylocoris sordidus* with prey parasitized and non-parasitized eggs by *Trichogramma galloi*, to verify the potential of the predator in the control in association with the egg parasitoid. For this purpose, 7 bioassays were conducted, 3 with chance to the predator choice and 4 without chance of predator choice, being the prey eggs of *D. saccharalis* and *Corcyra cephalonica* parasitized and not parasitized by *T. galloi*. For interpretation of the results, the frequencies of choice data were analyzed using Proc FREQ and the χ^2 test, where a 1:1 ratio was assumed if the predator showed no preference. The no-choice tests were subjected to Kolmogorov and Bartlett tests to verify normality and homogeneity of variance, ANOVA. Since the data did not meet the requirements of ANOVA, non-parametric Wilcoxon and Kruskal Wallis tests were used. With the introduction of *X. sordidus* in the arenas containing both parasitized and non-parasitized eggs it was expected that the predator would feed mostly on the non-parasitized eggs, and this preference was confirmed in all tests, where the consumption in absolute number of non-parasitized eggs was higher when compared to the consumption of parasitized eggs. Eggs of *C. cephalonica* were used in the bioassays with the objective of determining whether the predator prefers the prey used as food in rearing, or if it prefers the target prey of control, and it was also found that the predator prefers the target prey, *D. saccharalis*. Considering the preference of the predator *X. sordidus* for *D. saccharalis* eggs and the condition of not parasitized by *T. galloi*, it is possible to suggest the associated use of this predator with the egg parasitoid in the control of *D. saccharalis* in sugarcane crop.

Keywords: *Diatraea saccharalis*; sugarcane; biological control; parasitoid; predator; sustainability.

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar, *Saccharum* spp. (Poales: Poaceae), é cultivada para diversos fins, entre eles para alimentação e produção de biocombustíveis (CESNIK & MIOCQUE, 2004). O Brasil, maior produtor mundial da cultura, seguido pela Índia, são responsáveis por produzir mais de 55% da cana-de-açúcar do mundo (FAO, 2023; USDA, 2023). A cultura pode ter sua produtividade afetada negativamente por diversos fatores, sendo um dos mais importantes a incidência de insetos-praga (LORENZI, 1988; LORENZI, 1995).

Dentre os principais insetos-praga encontram-se: *Sphenophorus levis* (Vaurie, 1978) (Coleoptera: Curculionidae), o bicudo da cana-de-açúcar, que causa danos aos rizomas, já que suas larvas agem abrindo galerias na base da brotação das plantas, podendo causar a morte dos perfilhos; *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), que atinge as raízes, alterando a qualidade dos colmos por reduzir o teor de açúcar e aumentar o de fibra; e *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), principal praga da parte aérea, responsável por perdas agrícola e industriais bastante significativas (PRECETTI & ARRIGONI, 1990; DINARDO-MIRANDA et al., 2000; GONÇALVES et al., 2003) .

Diatraea saccharalis, broca da cana-de-açúcar, é considerada uma das principais pragas da cultura no mundo, causando danos econômicos variáveis em função da idade do canavial, variedade, local e nível da infestação (BOTELHO & MACEDO, 1988; MENDONÇA et al., 1996; DINARDO-MIRANDA, 2008). A fase do desenvolvimento de *D. saccharalis* prejudicial à cana é a larval, visto que suas larvas são responsáveis pela abertura de galerias no interior dos colmos, onde passam quase toda essa fase se alimentando. Além dos danos diretos (redução em peso), há prejuízos indiretos, pela entrada de microrganismos pelos orifícios e galerias construídos pelas lagartas, que

causam a inversão da sacarose dos colmos e, conseqüentemente, significativos prejuízos industriais, reduzindo o teor de açúcar e pureza do caldo. Exemplo desses microrganismos são os fungos causadores da “podridão vermelha” (*Fusarium* sp. e *Coletotrichum* sp.) (TÉRAN et al., 1985; BOTELHO & MACEDO, 2002).

O controle da broca-da-cana pode ser feito com agroquímicos, mais especificamente inseticidas (BESSIN et al., 1990), e por controle biológico aplicado especialmente com parasitoides.

Uma vez que os inseticidas químicos não são eficazes no controle de *D. saccharalis*, especialmente na fase de ovo e quando a lagarta já penetrou no colmo, a associação de diferentes espécies de inimigos naturais (parasitoides e predadores) se mostra uma alternativa bastante promissora no controle da praga (CRUZ et al., 2013).

Os parasitoides mais comumente usados no controle biológico são: *Cotesia flavipes* Cameron, 1891 (Hymenoptera: Braconidae), parasitoide larval, e *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoide de ovos (TERÁN, 1980; ZUCCHI et al., 1993). *Trichogramma galloi* faz postura no interior dos ovos do hospedeiro, inviabilizando-os, ou seja, impedindo que o embrião se desenvolva e origine uma lagarta. Isso faz com que o parasitoide de ovos seja bastante relevante no controle biológico, visto que ele age antes mesmo da praga ser capaz de causar qualquer tipo de dano à planta (CRUZ, 2007).

Dentre os inimigos naturais, predadores pertencentes à ordem Hemiptera e família Anthocoridae têm demonstrado ser uma alternativa viável no controle de insetos-praga. Neste grupo destacam-se algumas espécies do gênero *Xylocoris* Dufour, por predarem diferentes grupos de insetos-praga, alimentando-se de seus ovos e larvas

jovens, particularmente das ordens Diptera e Lepidoptera (WESTIGARD, 1973; LATTIN, 1999).

Nesse sentido, a associação de *T. galloi* e *X. sordidus* para o controle *D. saccharalis* pode ser uma boa estratégia, desde que não haja competição por presa/hospedeiro. Assim, torna-se necessário estudos sobre a preferência do predador no consumo de ovos hospedeiros parasitados e não parasitados, objetivando verificar a viabilidade da utilização em conjunto dessas duas “ferramentas” de controle biológico.

2. OBJETIVO

Estudar o comportamento de predação de *X. sordidus* com ovos de presas parasitadas e não parasitadas e verificar a potencialidade do predador no controle de *D. saccharalis* em associação com o parasitoide de ovos *T. galloi*.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma gramínea da família Poaceae e gênero *Saccharum* (CONAB, 2015), cultivada extensivamente em todo o mundo, devido suas diversas e importantes utilidades. “In natura”, para alimentação animal, como matéria-prima para a fabricação de produtos como açúcar e álcool (CESNIK & MIOCQUE, 2004), além de sua rota metabólica de fixação de carbono (C4) (PROCÓPIO et al., 2003).

O Brasil segue sendo o maior produtor mundial da cultura e, somando a produção indiana, produzem mais de 55% da cana-de-açúcar cultivada no mundo (FAO, 2023; USDA, 2023). O Brasil começou a ganhar destaque na produção da cana-de-açúcar

a partir da década de 1970, depois da primeira crise mundial do petróleo, quando foi criado o Programa Nacional do Álcool, o Proálcool, com o objetivo de substituir o petróleo e seus derivados por álcool combustível, visto que a cana se destaca por ser uma das espécies vegetais mais eficientes na conversão de energia solar em química. Antes desse evento, o etanol era considerado somente um subproduto da produção industrial (BITTENCOURT et al., 2012; SINGH et al., 2018).

A produção brasileira se concentra nas regiões nordeste e centro-sul, tendo o Nordeste 10% da área total plantada no país (SIGNOR et al., 2013; CARDOSO et al., 2019), enquanto o estado de São Paulo é responsável por 61% da produção nacional, abrigando 196 das 432 usinas e destilarias existentes no país (ÚNICA, 2023).

3.2 Métodos de controle de pragas agrícolas

Para atingir uma safra de “boa colheita”, em quantidade e qualidade, é preciso ter cuidado com alguns pontos, como a fertilização e o controle das pragas agrícolas, o que é feito majoritariamente utilizando o controle químico com agrotóxicos, com associações entre inseticidas, acaricidas, fungicidas, nematicidas e herbicidas (ALVES FILHO, 2002; SANTOS & PHYN, 2003; MOTA, 2009). O grande problema dessa prática é quanto à sua toxicidade para o meio ambiente, trabalhadores rurais e consumidores dos produtos, visto que a maioria desses produtos, além de altamente tóxicos, não são seletivos, ou seja, atingem não somente os organismos alvo, interferindo direta e negativamente na biota local, causando danos à cadeia alimentar e diversidade biológica, além de poder selecionar biótipos resistentes (DE OLIVEIRA et al., 2006).

Mesmo que aplicados diretamente na planta, o destino desses agroquímicos é quase sempre o solo, já que podem ser lavados e dissolvidos por água da chuva ou de

irrigação, com a lixiviação e a erosão do solo facilitando a contaminação de mananciais de água e lençóis freáticos, contaminando não apenas a água, mas todos os organismos que entram em contato com ela, bem como outros que dependem de seu fornecimento (BRIGANTE et al., 2002; VEIGA et al., 2006; SCORZA JUNIOR et al., 2010). Além disso, a deriva de agrotóxico, proporção do produto que não atinge diretamente o alvo, pode percorrer distâncias significativas, atingindo outras culturas, sendo este um dos maiores problemas da agricultura moderna (TSAI et al., 2005).

Atualmente a sustentabilidade tem sido um tópico importante quando se trata de qualquer meio de produção, incluindo a agricultura, devido ao maior conhecimento das relações e consequências do desequilíbrio ambiental, que podem ser catastróficas e irreversíveis (VEIGA et al., 2006; PARRA, 2019). Nesse contexto, o controle biológico se mostra uma “ferramenta” muito importante, já que é um evento que utiliza o inimigo natural para a regulação das populações de pragas nas culturas alvo. Essa estratégia tende a reduzir a utilização de produtos químicos, particularmente quando são associados ao controle biológico, desde que eles sejam seletivos e preservem os inimigos naturais (PARRA et al., 2002; PARRA & ZUCCHI, 2004). Por isso, o controle biológico aplicado tem tido aumento de 10 a 15% por ano, em relação à participação no controle de pragas no mundo (PARRA, 2019).

Mesmo sendo uma técnica muito antiga, tendo sido relatada pela primeira vez pelos chineses que utilizavam formigas para proteger plantações de citrus no século XXI, ainda existe certa resistência em relação à sua implementação, tanto por parte dos agricultores, que já estão acostumados com a aplicação química, quanto pelas grandes fábricas de agroquímicos, que temem pela perda de mercado (PARRA, 2019). Ainda existem alguns mitos que circundam essa técnica, o controle biológico, como os altos

custos e resultados mais a longo prazo (PARRA, 2019), sendo que eles somente serão desmistificados por meio de novos estudos visando incentivar o uso do controle biológico, algo que exigirá muito esforço, já que o número de pesquisadores engajados nessa área ainda é pequeno (PARRA & ZUCCHI, 2004).

3.3 *Xylocoris sordidus*

Xylocoris sordidus pertence à classe Insecta, ordem Hemiptera, subordem Heteroptera e família Anthocoridae, que contém cerca de 100 gêneros e 600 espécies descritas. O gênero *Xylocoris* Dufour, 1831 é o único da tribo Xylocorini, com *X. sordidus* sendo uma entre as cerca de 60 espécies pertencentes a esse gênero (CHU, 1969; CARPINTEIRO & CARVALHO, 1993; SCHUH & SLATER, 1995).

Grande parte das espécies pertencentes à família Anthocoridae é de natureza predatória, chegando até as presas graças à grande sensibilidade de suas antenas, pelo olfato e pelo tato, o que justifica sua relevância no cenário do controle de pragas como *D. saccharalis* (BUENO, 2009; SANTOS & DE BORTOLI, 2018).

A ocorrência do *X. sordidus* se dá, principalmente, nas Américas Central e do Norte (HENRY, 1988), sendo encontrado também na América do Sul, com registros na cidade de Jaboticabal, SP. A maioria dos poucos relatos sobre a espécie dizem serem encontrados predominantemente em armazéns, já que suas principais presas são pragas de produtos armazenados, sendo que, desses locais, acabam ocasionalmente transportados para diferentes localidades devido ao traslado de produtos, particularmente em importações e exportações (PEDROSO et al., 2009).

Quando os antocorídeos têm disponível uma baixa quantidade ou qualidade de presas, eles têm a capacidade de completar sua alimentação com fontes alternativas,

como seiva de plantas e pólen, sendo assim considerados predadores generalistas e onívoros (EUBANKS & DENNO, 1999; GILLESPIE & MCGREGOR, 2000; PATT et al., 2003).

O uso de percevejos da família Anthocoridae tem tido destaque como agentes de controle biológico aplicado, sendo considerado viável e recomendado a criação em laboratório e liberação desses predadores principalmente para o controle de tripses, ovos e lagartas pequenas de lepidópteros e outros insetos (BARROS et al., 2006). Esses insetos, além da alta capacidade de busca e predação, possuem também certa resistência em situações de escassez ou ausência de presas, justamente por serem generalistas e se alimentarem em fontes alternativas, possibilitando sua permanência no campo nos períodos entre a colheita e a implantação de novos plantios (BRITO et al., 2009).

Como inseto paurometabólico, o ciclo de vida de *X. sordidus* apresenta as fases de ovo, ninfa e adulto (ARBOGAST et al., 1985), sendo na fase ninfal o período em que mais se alimentam de presas, chegando a consumir uma quantidade maior do que a que realmente necessitam para a sua sobrevivência. Passam por cinco estádios ninfais, variando da cor rosada, vermelha, até chegar no último ínstar onde passam a ter coloração amarronzada, com as tecas alares presentes e bem visíveis (VIEIRA et al., 2016).

Logo que chegam à fase adulta ocorre o acasalamento e, em até três dias, é feita a oviposição endofítica em substrato úmido, para não haver desidratação do ovo (VIEIRA et al., 2016). As fêmeas se destacam pois são maiores que os machos, sendo que ambos mudam da cor amarronzada para uma mais escura, chegando até ao preto, com aparecimento das asas (SANTOS & DE BORTOLI, 2018).

3.4 *Trichogramma galloi*

As vespas parasitoides do gênero *Trichogramma* Westwood, 1833 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) possuem ciclo de vida holometabólico sendo de porte pequeno, com os adultos medindo de 0,2 a 1,5 mm de comprimento. Esses parasitoides estão distribuídos praticamente em todos os habitats no mundo (PARRA & ZUCCHI, 2004), parasitando principalmente ovos de Lepidoptera, além de outros grupos de insetos (KNUTSON, 1998; QUERINO & ZUCCHI, 2003). Algumas das espécies são especialistas, parasitando pequeno número de espécies de hospedeiros, como *T. galloi*.

Trichogramma galloi é específico de ovos de *Diatraea* spp., e pode ser encontrado em canaviais de países da América do Sul, como Brasil, Bolívia, Paraguai, Peru e Uruguai (QUERINO & ZUCCHI, 2012). O comportamento para localização hospedeira inclui sinais visuais, como o tamanho e a cor do ovo, além de “pistas” químicas, como por exemplo, os odores presentes nas escamas das asas dos lepidópteros (caïromônios) que ficam próximas às posturas. Decorridas 24 horas do parasitismo, as larvas eclodem, e após 4 dias as larvas passam a pupas, sendo que nessa fase os ovos hospedeiros parasitados ficam mais escuros (normalmente pretos) devido a deposição de sais de urato em seu córion. A fase pupal dura em média 4 dias, emergindo então os adultos que saem dos ovos por um orifício feito pela mastigação do córion. As fêmeas que foram fecundadas originam machos e fêmeas, enquanto as não fecundadas dão origem apenas a indivíduos machos (KNUTSON, 1998; QUERINO & ZUCCHI, 2003).

No Brasil, tem sido muito utilizado *T. galloi* para o controle da broca da cana-de-açúcar, sendo o método eficiente e específico quanto ao hospedeiro (PARRA & ZUCCHI,

2004; GEREMIAS & PARRA, 2014). Embora sejam multiplicados nas biofábricas em ovos de hospedeiros alternativos como *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) e *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866) (Lepidoptera: Pyralidae), de modo geral prefere parasitar os ovos de *D. saccharalis* (CÔNSOLI & PARRA, 1996).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local

O trabalho foi realizado no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI), no Departamento de Ciências da Produção Agrícola (Fitossanidade) da FCAV-UNESP, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. A criação dos insetos e os bioensaios foram conduzidos em ambiente climatizado com temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; umidade relativa = $60 \pm 10\%$; e 24 horas de luz.

4.2 Obtenção e criação dos insetos

Os indivíduos de *C. cephalonica*, *X. sordidus* e *T. galloi* foram obtidos da criação estoque do LBCI, enquanto de *D. saccharalis* foram fornecidos por uma Biofábrica de Insetos da região de Pradópolis, SP.

4.2.1 Criação de *Xylocoris sordidus*

A primeira fase da criação do inseto foi a montagem das gaiolas de adultos para acasalamento e oviposição, utilizando para a coleta dos ovos rolos de algodão hidrofílico (7,0 cm de comprimento $\times$ 3,0 cm de diâmetro) inserido por uma de suas extremidades

em um vidro (25,0 mL) contendo água deionizada para manutenção do algodão umedecido.

A metodologia foi adaptada de Pedroso (2009), para as condições de criação do LBCI, de acordo com Vieira et al. (2021), sendo o frasco com o rolo de algodão colocado no interior de um recipiente de vidro – gaiolas de postura - (11,0 cm de diâmetro × 17,0 cm de altura), acrescido de um substrato para refúgio constituído de tiras de papel toalha e papel sulfite dobrados em sanfona, objetivando evitar o canibalismo entre os predadores. As tampas das gaiolas possuíam recortes cobertos com tecido tipo “nylon” para melhorar aeração interna.

A cada 48 horas o algodão contendo os ovos era transferido para placas de Petri de vidro (14,0 cm de diâmetro x 2,0 cm de altura), onde era mantido úmido até a eclosão e desenvolvimento das ninfas. Três vezes por semana ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866) (Lepidoptera: Pyralidae) eram oferecidos como fonte alimentar das ninfas. As placas contendo as ninfas e ovos eram vedadas com filme PVC e observadas até a emergência dos adultos, que então eram retirados com sugador entomológico e colocados nas gaiolas para acasalamento e oviposição, retomando, assim, o ciclo de desenvolvimento.

4.2.2 *Corcyra cephalonica*

A criação de *C. cephalonica* foi mantida em ambiente/sala climatizada (temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; umidade relativa = $50 \pm 10\%$; e 24 horas de luz).

Para o desenvolvimento e alimentação deste inseto na fase larval foi utilizada uma dieta composta por germe de trigo (94%) esterilizado (150°C por 2 horas) e levedura (6%) (BERNARDI et al., 2000). Após a esterilização e resfriamento do germe de

trigo acrescentava-se a levedura procedendo-se a mistura adequada dos ingredientes (homogeneização da dieta).

Os recipientes plásticos de criação da fase larval de *C. cephalonica*, adequados para 1 kg de dieta artificial, medem 47,0 cm × 29,5 cm × 10,5 cm (PARRA, 1997). O processo de infestação com ovos de *C. cephalonica* no recipiente foi realizado em quatro sulcos rasos na dieta, no sentido do comprimento do recipiente, paralelos entre si, onde os ovos eram distribuídos de maneira uniforme, sendo utilizada 0,15 gramas (aproximadamente 5.000 ovos) por quilograma de dieta. Após a distribuição uniforme dos ovos, o recipiente era fechado com tampa que possuía uma abertura retangular revestida por tecido tipo “voile” (24,0 cm x 14,0 cm). Em média, após 45 dias inicia a emergência dos adultos, sendo eles coletados a cada 48 horas por meio de um aspirador de pó adaptado com uma câmara de captura feita de “garrafas pet” e canos de PVC.

Os adultos coletados eram alocados em recipientes de vidro cilíndrico (gaiola) (1,5 L), na proporção de 60 fêmeas para 40 machos. Internamente na gaiola era colocado um pedaço de tela tipo sombrite®, dobrada em forma de "Z", que servia como substrato de oviposição. A gaiola era fechada também com tela tipo sombrite®, presa por goma elástica. A coleta de ovos era realizada com a inversão da gaiola sobre uma bandeja e com movimentos e batidas leves no fundo para que os ovos se desprendessem e caíssem no interior da bandeja. Esse processo foi realizado diariamente, até o quarto dia a contar da montagem da gaiola, sendo os ovos armazenados na geladeira, em temperatura ao redor de 10°C (JACOB & COX, 1977).

4.2.3 *Trichogramma galloi*

A criação de *T. galloi* iniciou com ovos do hospedeiro alternativo *C. cephalonica* que eram oferecidos em cartelas retangulares de cartolina azul celeste (3,5 cm × 1,5 cm), fixados na cartela com fita adesiva dupla face (2,5 cm × 1,2 cm), identificadas pela data da oferta dos ovos. Os ovos nas cartelas passavam por inviabilização em lâmpada germicida por 45 minutos, com o objetivo de evitar a eclosão das lagartas, sendo posteriormente colocados em tubos de ensaio de fundo chato (8,0 cm de altura × 2,0 cm de diâmetro), contendo adultos de *T. galloi* recém-emergidos. Na superfície da lateral interna do tubo adicionava-se uma gotícula de mel, para alimentação dos insetos. A substituição da cartela ocorria a cada 24 horas, por até cinco dias, sendo aquelas com ovos parasitados transferidas para outro tubo semelhante, vedado com plástico filme PVC, onde ocorria a emergência dos adultos.

4.3 Bioensaios

4.3.1 Parasitismo de ovos de *Cephalonica cephalonica* e *Diatraea saccharalis*

Foram utilizados para os bioensaios ovos parasitados e não parasitados das presas natural (*D. saccharalis*) e alternativa (*C. cephalonica*), a fim de se testar se a preferência poderia estar associada ao tipo de presa (espécie de criação massal e espécie alvo de controle) ou a condição do ovo (parasitado e não parasitado).

Segundo o trabalho de SANTOS & DE BORTOLI, (2018), *X. sordidus* tem a capacidade de predação de no máximo 12 ovos. Assim, foram determinados para o teste de preferência a quantidade máxima de 15 ovos de *C. cephalonica* (parasitados e não parasitados) por repetição com chance de escolha e 15 ovos sem chance de escolha.

Para a presa *D. saccharalis* foram utilizadas posturas médias na quantidade próxima a 15 ovos, pois os ovos são sobrepostos, dificultando a utilização numérica exata de ovos a serem oferecidos ao predador. Essa metodologia foi utilizada para ovos parasitados e não parasitados de *D. saccharalis*.

O parasitismo das duas espécies hospedeiras testadas, seguiu a mesma metodologia de parasitismo de criação de *T. galloi*, diferindo apenas a quantidade de ovos oferecidos.

4.3.2 Teste de preferência alimentar de *Xylocoris sordidus*

Para o teste de preferência alimentar de *X. sordidus* com chance de escolha, foram utilizados ovos de presa natural (*D. saccharalis*) e artificial (*C. cephalonica*) parasitados e não parasitados. Os ovos das presas foram utilizados com até 24 horas de idade, quando foram ofertados ao parasitoide *T. galloi*.

Foram constituídos os seguintes tratamentos para os testes: T1 (ovos parasitados de *C. cephalonica* x ovos parasitados de *D. saccharalis*); T2 (ovos parasitados de *C. cephalonica* x ovos não parasitados de *C. cephalonica*); T3 (ovos parasitados de *D. saccharalis* x ovos não parasitados de *D. saccharalis*); T4 (ovos não parasitados de *C. cephalonica*); T5 (ovos não parasitados de *D. saccharalis*); T6 (ovos parasitados de *C. Cephalonica*); e T7 (ovos parasitados de *D. saccharalis*).

Foram utilizadas arenas constituídas por placas de Petri de acrílico de 15 cm de diâmetro com uma divisória no centro da placa, separando-a em dois lados e mantendo uma abertura central na divisória, permitindo a passagem do predador (Figuras 1 e 2).

Para o teste com chance de escolha (T1) utilizando diferentes presas (*C. cephalonica* x *D. saccharalis*) parasitadas, sendo em um lado da arena (Figura 1)

colocado a tira de papel cartolina contendo os ovos de *C. cephalonica* e do outro lado a postura de ovos de *D. saccharalis*, dispostos de maneira equidistante. No centro de cada arena foi liberado 01 adulto de *X. sordidus*. Foram observadas 15 repetições, sendo cada arena considerada uma repetição. As avaliações foram realizadas 24 h após a liberação dos predadores nas arenas, sendo registrado o número de ovos predados.

Para o teste com chance de escolha utilizando apenas uma presa {(*C. cephalonica*- T2) ou (*D. saccharalis* - T3)} parasitado e não parasitado, em um lado da arena (Figura 1), foram colocados os ovos parasitados e do outro lado os ovos não parasitados, dispostos de maneira equidistante. No centro de cada arena foi liberado 01 adulto de *X. sordidus*. Foram observadas 15 repetições, sendo cada arena considerada uma repetição. As avaliações foram realizadas 24 h após a liberação dos predadores nas arenas, sendo registrado o número de ovos predados.

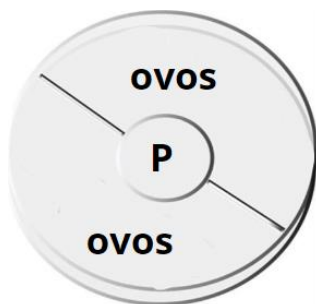


Figura 1. Arena para testes com chance de escolha. Onde P = predador.

Para o teste sem chance de escolha utilizando apenas um tipo de presa {(*C. cephalonica* – T4) ou (*D. saccharalis* – T5)} não parasitado, e {(*C. cephalonica* – T6) ou (*D. saccharalis* – T7)} parasitado, foram colocados os ovos da presa na arena (Figura 2) e liberado 01 adulto de *X. sordidus*. Foram observadas 15 repetições, sendo cada arena considerada uma repetição. As avaliações foram realizadas 24 h após a liberação dos predadores nas arenas, sendo registrado o número de ovos predados.



Figura 2. Arena para testes sem chance de escolha. Onde P = predador.

4.4 Análise estatística

As frequências dos dados de escolha foram analisadas usando o Proc FREQ (SAS INSTITUTE, 2022) e interpretadas pelo teste χ^2 , em que a razão 1:1 foi assumida se o predador não apresentou preferência. Os testes sem chance de escolha foram submetidos aos testes de Kolmogorov e Bartlett para verificar a normalidade e homogeneidade da variância, ANOVA. Uma vez que os dados não atenderam aos requisitos da ANOVA, foram utilizados testes não paramétricos de Wilcoxon e Kruskal Wallis. Todas as análises foram conduzidas utilizando o software SAS (SAS INSTITUTE, 2022).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a introdução de *X. sordidus* nas arenas contendo ovos parasitados e não parasitados era esperado que o predador se alimentasse majoritariamente dos ovos não parasitados, para que o controle, quando em condições de campo, chegasse perto do 100% de eficácia, ou seja, uma porcentagem de ovos seria inviabilizada por parasitismo e outra porcentagem pela predação, alcançando um número próximo a zero de ovos

viáveis, com capacidade de eclosão. A preferência de predação do *X. sordidus* por ovos não parasitados, ou seja, viáveis, foi confirmada em todos os testes, onde o consumo em número absoluto de ovos não parasitados foi maior quando comparado com o consumo de ovos parasitados.

De acordo com os resultados obtidos e representados na Tabela 1 ($\chi^2 = 4,72$; $P=0,029$) fica evidente a preferência do predador por ovos não parasitados quando existe chance de escolha, sendo confirmado esta preferência pelos resultados obtidos e discriminados na Tabela 2 ($\chi^2 = 4,72$; $P=0,029$), onde em situações sem escolha a preferência por ovos não parasitados aumenta em 41%.

Tabela 1. Resultados da preferência de predação, com e sem chance de escolha, de *Xylocoris sordidus* entre os ovos de *Corcyra cephalonica* e *Diatraea saccharalis*, parasitados e não parasitados por *Trichogramma galloi*

		Com parasitismo	Sem parasitismo	Estatística
¹ Entre espécies	<i>C. cephalonica</i>	0,8 ± 0,51	-----	$\chi^2 = 8,57$ $P=0,0034$ $Df=1$
	<i>D. saccharalis</i>	2,73 ± 0,88	-----	
² Uma espécie	<i>C. cephalonica</i>	1,33 ± 0,94	5,11 ± 1,94	$\chi^2 = 9,37$ $P=0,002$ $Df=1$
	<i>D. saccharalis</i>	2,70 ± 0,97	5,20 ± 2,19	$\chi^2 = 4,72$ $P=0,029$ $Df=1$

¹ Médias ± erro padrão seguidas de letras diferentes na coluna, diferem pelo teste do qui-quadrado χ^2 ($P < 0,05$) na comparação do número de ovos (parasitados) das espécies *C. cephalonica* e *D. saccharalis* predados por *X. sordidus*.

² Médias ± erro padrão seguidas de letras diferentes na linha, diferem pelo teste do qui-quadrado χ^2 ($P < 0,05$) na comparação do número de ovos (parasitados e não parasitados) de apenas uma espécie predada por *X. sordidus*.

Tabela 2. Resultados do teste de preferência sem chance de escolha de *Xylocoris sordidus* utilizando ovos de *Corcyra cephalonica* e *Diatraea saccharalis* não parasitados.

	Ovos predados	Estatística
<i>C. cephalonica</i>	8,00 ± 3,59	$\chi^2 = 0,68$ $P=0,407$ $Df=1$
<i>D. saccharalis</i>	11,33 ± 2,84	

Médias ± erro padrão seguidas de letras diferentes na coluna, diferem pelo teste do qui-quadrado χ^2 ($P < 0,05$).

O uso combinado de predadores e parasitoides no controle de pragas é uma técnica que tem sido cada vez mais explorada nos últimos anos, e tem se mostrado uma alternativa eficaz e sustentável para o controle de pragas em sistemas agrícolas e florestais. De acordo com estudo realizado por Schellhorn et al. (2014), a combinação de predadores e parasitoides pode aumentar a eficácia do controle de pragas em até 50%, em comparação com o uso de apenas um dos agentes de controle biológico. Os predadores são geralmente responsáveis por controlar rapidamente a população de pragas em situações em que a praga é altamente móvel, enquanto os parasitoides são mais eficazes no controle de pragas que são menos móveis. Porém, *X. sordidus* tem o hábito de forrageamento, preferindo presas não móveis, como ovos.

Além disso, o uso combinado de predadores e parasitoides pode reduzir a probabilidade de “defesa” da praga ao controle biológico, pois diferentes agentes de controle biológico atuam de maneira diferente na redução da população da praga. Isso é especialmente importante em sistemas agrícolas e florestais, onde o uso de praguicidas tem levado a seleção de pragas resistentes. Estudo realizado por Letourneau et al. (2011) mostrou que o uso combinado de predadores e parasitoides pode ter

efeitos benéficos no longo prazo, reduzindo a população da praga e promovendo a regulação natural da sua população. Além disso, o uso de agentes de controle biológico é menos prejudicial ao meio ambiente e à saúde humana do que o uso de agrotóxicos.

O parasitoide de ovos *T. galloi* é de extremo interesse para o controle biológico, visto que ele age na mortalidade do inseto-praga antes mesmo do nascimento de sua fase prejudicial, impedindo de causar qualquer dano à cultura. Acontece que, assim como qualquer organismo vivo, *T. galloi* tem uma capacidade máxima de parasitismo, o que faz com que sua taxa de parasitismo seja menor que 100% e, se a quantidade de ovos a serem controlados no ambiente for maior do que a sua capacidade máxima de parasitismo, a associação com outro agente de controle certamente aumentará a porcentagem de eficiência do combate à praga-alvo.

É importante destacar que os ovos de *C. cephalonica* utilizados nos bioensaios nos permite determinar se o predador tem preferência pela presa utilizada como alimento na criação, ou se prefere a presa alvo de controle. Pelos resultados obtidos e apresentados nas Tabelas 1 e 2, fica evidente que o predador tem preferência significativamente maior pelas presas alvo, *D. saccharalis*, em relação à presa alternativa, *C. cephalonica*. Essa preferência em relação à presa alvo e artificial varia em relação ao estado do ovo, visto que, entre os ovos parasitados, aqueles de *D. saccharalis* são preferidos em 341%, sendo que entre os ovos não parasitados há uma preferência de 288%. Esses resultados reforçam a viabilidade de uso do predador no controle de ovos de *D. saccharalis*.

Os resultados observados na Figura 3 evidenciam que há uma menor oscilação nas preferências por presas alvo (*D. saccharalis*) quando comparada a presa de criação do

predador (*C. cephalonica*), que embora sejam distribuições não normais, apresentam maior homogeneidade para as presas alvo.

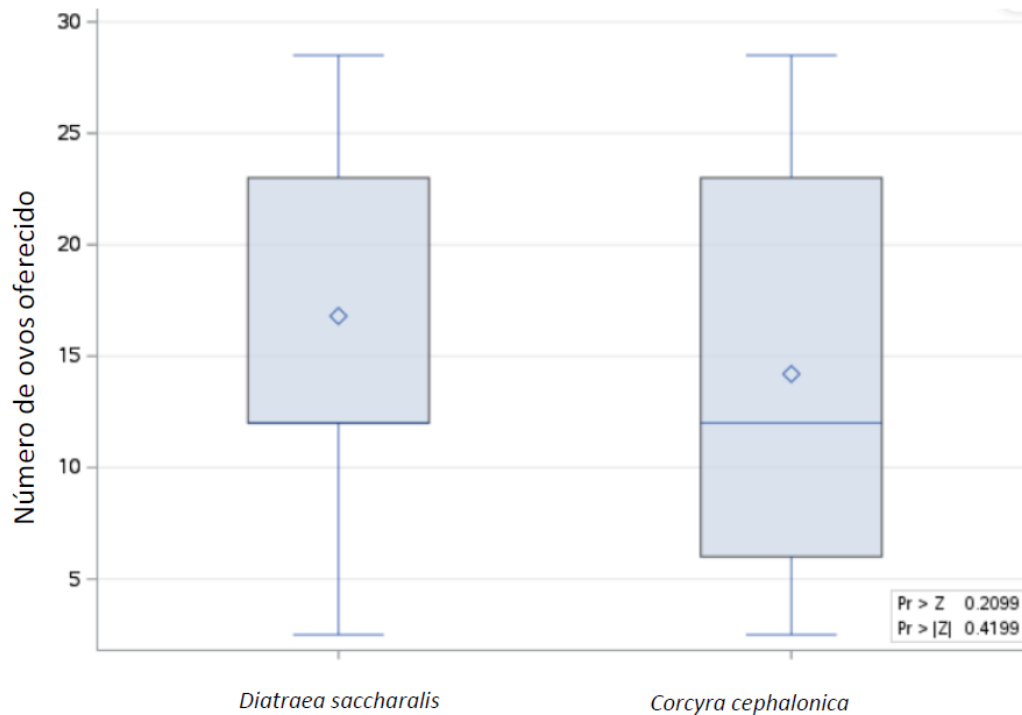


Figura 3. Distribuição de Wilcoxon para número de ovos não parasitados de *Diatraea saccharalis* e *Corcyra cephalonica* predados por *Xylocoris sordidus*

Já na Figura 4, a oscilação é pequena tanto na preferência por presas alvo (*D. saccharalis*) quanto na preferência por presas de criação do predador (*C. cephalonica*) que, embora sejam distribuições não normais, apresentam maior homogeneidade no geral quando comparada aos resultados dos ovos não parasitados (Figura 3).

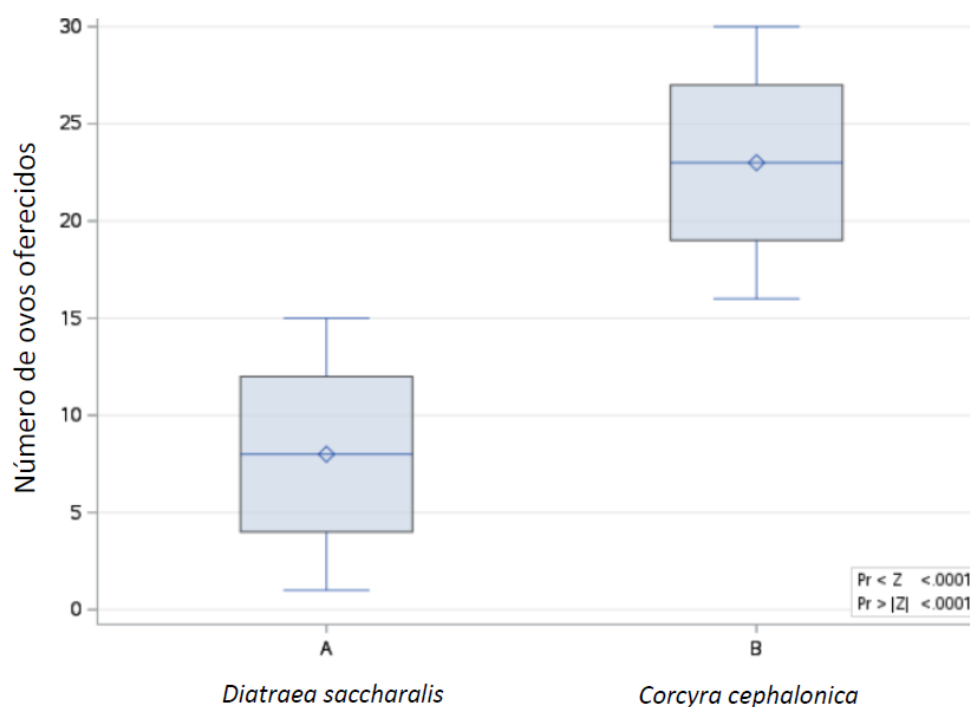


Figura 4. Distribuição de Wilcoxon para número de ovos parasitados de *Diatraea saccharalis* e *Corcyra cephalonica* predados por *Xylocoris sordidus*

6. CONCLUSÃO

Considerando a preferência do predador *X. sordidus* por ovos de *D. saccharalis* e a condição de não parasitados por *T. galloi*, ou seja, ovos viáveis, é possível sugerir o uso associado deste predador com o parasitoide de ovos no controle de *D. saccharalis* em cultura de cana-de-açúcar.

Embora o presente trabalho tenha sido realizado com quantidade pequena de ovos para predação e parasitismo comparado à quantidade encontrada nas lavouras, pode-se afirmar, com a relação tamanho corporal–predação/parasitismo, a grande potencialidade desses agentes biológicos. Sendo esse, um trabalho inicial para demais estudos com o objetivo de responder perguntas que são geradas por esses resultados, como o motivo da preferência de ovos não parasitados em relação aos parasitados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES FILHO, J. P. **Uso de agrotóxicos no Brasil: controle social e interesses corporativos**. São Paulo: Annablume, 2002, 188 p.
- ARBOGAST, R. T. Biological control of stored-product insects: status and prospects. **Insect Management for Food Storage and Processing**. St. Paul: American Associate of Cereal Chemists International – AACC. Oxford, v. 2, p. 226-233, 1984.
- BARROS, R.; BUENO, A. F.; COSTA, E. C.; SOUSA, A. C. B.; ALENCAR, J. A.; BELLON, P. S. Flutuação populacional de insetos predadores associados a pragas do algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, p. 57-64, 2022.
- BERNARDI, E. B.; HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P. Comparison of artificial diets for rearing *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1865) (Lep., Pyralidae) for *Trichogramma* mass production. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 60, p. 45-52, 2000.
- BESSIN, R. T.; MOSER, E. B.; REAGAN, T. E. Integration of control tactics for management of the sugarcane borer (Lepidoptera: Pyralidae) in Louisiana sugarcane. **Journal of Economic Entomology**, Cary, v. 83, n. 4, p. 1563-1569, 1990.
- BITTENCOURT, G. M.; FONTES, R. M. O.; CAMPOS, A. C. Determinantes das exportações brasileiras de etanol. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 4-19, 2012.
- BOTELHO, P. S. M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (eds.) **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 409-426.
- BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; POVINELLI, J.; ELER, M. N.; SILVA, M. R. C.; DORNFELD, C. B.; NOGUEIRA, A. M. **Avaliação ambiental do Rio Moji-Guaçu: resultados de uma pesquisa com abordagem ecossistêmica**. São Carlos: RiMa, 2002. 58 p. Disponível em: <ReP USP - Detalhe do registro: Avaliação ambiental do Rio Moji-Guaçu: resultados de uma pesquisa com abordagem ecossistêmica> Acesso em: 13 fev. 2023.
- BRITO, J. P.; VACARI, A. M.; THULER, R. T.; DE BORTOLI, S. A. Aspectos biológicos de *Orius insidiosus* (Say, 1832) predando ovos de *Plutella xylostella* (L., 1758) e *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 4, p. 627-633, 2009.
- BUENO, V.H.P. Desenvolvimento e multiplicação de percevejos predadores do gênero *Orius* Wolff. In: BUENO, V.H.P. (ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. p. 69-90.
- CARDOSO, T. F.; WATANABE, M. D. B.; SOUZA, A.; CHAGAS, M. F.; CAVALETT, O.; MORAIS, E. R.; BRAUNBECK, O. A.; CORTEZ, L.; BONOMI, A. A regional approach to determine economic, environmental and social impacts of different sugarcane production systems in Brazil. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 120, p. 9-20, 2019.

CARPINTERO, D. L.; CARVALHO, J. C. M. An annotated list of the Miridae of the Argentine Republic (Hemiptera). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 53, n. 3, p. 397-420, 1993.

CESNIK, R.; MIOCQUE, J. Histórico. In: CESNIK, R.; MIOCQUE, J. (eds.). **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília: Embrapa, 2004. p. 23-30.

CHU, Y. I. On the bionomics of *Lyctocoris beneficus* (Hiura) and *Xylocoris galactinus* (Fieber) (Anthocoridae, Heteroptera). **Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University**, Fukuoka, v. 15, p. 1-136, 1969.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira cana-de-açúcar: Safra 2015/2016**. Brasília: MAPA, v. 2, n. 2, 2015. p. 1-33.

CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P. Biology of *Trichogramma galloi* and *T. pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared in vitro and in vivo. **Annals of the Entomological Society of America**. Cary, v. 89, n. 6, p. 828-834, 1996.

CRUZ, I. Controle biológico de pragas na cultura de milho para produção de conservas (Minimilho), por meio de parasitóides e predadores. Sete Lagoas: Embrapa, 2007. 16 p. (Circular Técnica 91).

CRUZ, I.; VALLE, G. E.; WAQUIL, J. M. **Manejo integrado da broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*) na cultura da cana-de-açúcar**. Sete Lagoas: Embrapa, 2013. 39 p.

DE OLIVEIRA, A. M.; MARACAJÁ, P. B.; FILHO, E. T. D.; LINHARES, P. C. F. Controle biológico de pragas em cultivos comerciais como alternativa ao uso de agrotóxicos. **Revista Verde**, Mossoró, v. 1, n. 2, p. 1-9, 2006.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FERREIRA, J. M. G.; CARVALHO, P. A. M. Influência das cigarrinhas das raízes, *Mahanarva fimbriolata*, sobre a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. **Stab**, Piracicaba, v. 19, n. 2, p. 34-35, 2000.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Pragas. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (eds.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p. 349-404.

EUBANKS, M. D.; DENNO, R. F. The ecological consequences of variation in plants and prey for an omnivorous insect. **Ecology**, Hoboken, v. 80, n. 4, p. 1253-1266, 1999.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATIONS OF THE UNITED NATIONS – FAO DATABASE. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 15 mar. 2023.

GEREMIAS, L. D.; PARRA, J. R. P. Nível de dano econômico de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) em macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 36, n. 4, p. 898-905, 2014.

GILLESPIE, D. R.; MCGREGOR, R. R. The functions of plant feeding in the omnivorous predator *Dicyphus hesperus*: water places limits on predation. **Ecological Entomology**, St. Albans, v. 25, n. 4, p. 380-386, 2000.

GONÇALVES, T. D.; MUTTON, M. A.; PERECIN, D.; CAMPANHÃO, J. M.; MUTTON, M. J. R. Qualidade da matéria prima em função de diferentes níveis de danos promovidos pela cigarrinha-das-raízes. **Stab**, Piracicaba, v. 22, n. 2, p. 29-33, 2003.

HENRY, T. J. Family Anthocoridae Fieber, 1837. In: HENRY T. J.; FROESCHNER R. C. (eds.). **Catalogo of the Heteroptera, or true bugs, of Canada and the Continental United States**. New York: CRC PRESS, 1988. p. 12-28.

JACOB, H. S.; COX, J. E. Effects of temperature and humidity on the development of *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae) reared on maize flour. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 13, n. 4, p. 189-194, 1977.

KNUTSON, A. **Trichogramma**. In: BELLINI, M. R.; BACHMANN, G. E.; LEPLA, N. C. (eds.). **The development and use of biocontrol agents for integrated pest management**. Boca Raton: CRC Press, 1998. p. 289-304.

LATTIN, J. D. Bionomics of the Anthocoridae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 44, n. 1, p. 207-231, 1999.

LETOURNEAU, D. K.; ARMBRECHT, I.; RIVERA, B. S.; LERMA, J. M.; CARMONA, E. J.; DAZA, M. C.; GALINDO, V. Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. **Ecological Applications**, Hoboken, v. 21, n. 1, p. 9-21, 2011.

LORENZI, H. Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. Reunião técnica agrônômica Coopersucar: pragas da cultura da cana-de-açúcar. São Paulo: Coopersucar, 1983. p. 59-73.

LORENZI, H. Plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: plantas daninhas na lavoura do nordeste brasileiro. Encontro Técnico Goal, cana-de-açúcar. São Paulo: Coopersucar, 1995. p. 50-58.

MACEDO, N.; BOTELHO, P. S. M. Controle integrado da broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Pyralidae). **Brasil Açucareiro**, São Paulo, v. 106, n. 2, p. 2-14, 1988.

MENDONÇA, A. F.; MORENO, J. A.; RISCO, S. H.; ROCHA, I. C. B. Broca comum da cana-de-açúcar. In: MENDONÇA, A. F. (ed.). **Pragas da cana-de-açúcar**. Maceió: Insetos & Cia, 1996. p. 49-130.

MOTA, L. C. S. Impactos dos agrotóxicos sobre a entomofauna benéfica em agroecossistemas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 44-47, 2009.

PARRA, J. R. P. Controle biológico na agricultura brasileira. **Entomological Communications**. Santo Antônio de Goiás, v. 1, p. 2675-1305, 2019.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. 626 p.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, p. 271-281, 2004.

PATT, J. M.; WAINRIGHT, S. C.; HAMILTON, G. C.; WHITTINGHILL, D.; BOSLEY, K.; DIETRICK J.; LASHOMB, J. H. Assimilation of carbon and nitrogen from pollen and nectar by a predaceous larva and its effects on growth and development. **Ecological Entomology**, Oxford, v. 28, n. 6, p. 717-728, 2003.

PEDROSO, M. P. D. **Eficácia de diferentes espécies de *Trichogramma* para o controle de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Lepidoptera: Gelechiidae) em arroz armazenado.** 2009. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

PEDROSO, E. C.; DE BORTOLI, S. A.; SILVA, R. J. Ocorrência do gênero *Xylocoris* Dufour, 1831 (Hemiptera: Anthocoridae) em Jaboticabal, SP. **O Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 2, p. 131, 2009.

PRECETTI, A. A. C. M. Aspectos bioecológicos e controle do besouro *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera, Curculionidae) em cana-de-açúcar. Copersucar. Piracicaba, 1990.

PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; VARGAS, L.; FERREIRA, F. A. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar.** Viçosa: UFV, 2003. 150 p

QUERINO, R. B.; ZUCCHI, R. A. *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitizing eggs of *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) and *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) (Lepidoptera: Noctuidae) in cotton fields. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 297-301, 2003.

QUERINO, R. B.; ZUCCHI, R. A. *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitizing eggs of *Anticarsia gemmatalis* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean crops. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 41, n. 2, p. 96-100, 2012.

SANTOS, N. A. ***Xylocoris sordidus* (Reuter) (Hemiptera: Anthocoridae): possível agente de controle biológico aplicado.** 2018. 155 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

SAS INSTITUTE Inc. SAS Online Documentation. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2022. Disponível em:<<https://documentation.sas.com>>. Acesso em: 15 mar. 2023.

SCHELLHORN, N. A.; BIANCHI, F. J.; BIRKHOFER, K. Using ecological theory to guide the implementation of biological control: reducing the non-target effects of pesticides. **Biological Control**, Maryland Heights, v. 75, p. 69-78, 2014.

SCHUH, R. T.; SLATER, J. A. **True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera).** Ithaca: Cornell University Press, 1995. 336 p.

SCORZA JUNIOR, R. P.; NÉVOLA, F. A.; AYELO, V. S. Avaliação da contaminação hídrica por agrotóxico. Dourados: Embrapa, 2010, 31 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento)

SIGNOR, D.; CERRI, C. E. P.; CONANT, R. N₂O emissions due to nitrogen fertilizer applications in two regions of sugarcane cultivation in Brazil. **Environmental Research Letters**, Bristol, v. 8, n. 1, 2013.

SINGH, R.; JONES, T.; WAI, C. M.; JIFON, J.; NAGAI, C.; MING, R.; YU, Q. Transcriptomic analysis of transgressive segregants revealed the central role of photosynthetic capacity and efficiency in biomass accumulation in sugarcane. **Scientific Reports**, London, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2018.

TERÁN, A. L. H. **Influência da temperatura na biologia de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoide de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae)**. 1980. 117 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

TERÁN, F. O.; SÁNCHEZ, A. G.; PRECETTI, A. A. C. M. Estudos sobre resistência da cana à broca em telado: primeiros resultados. **Boletim Técnico Copersucar**, Piracicaba, v. 29, p. 2-11, 1985.

TSAL, M.; ELGETHUN, K.; RAMAPRASAD, J.; YOST, M. G.; FELSOT, A. S.; HEBERT, V. R.; FENSKE, R. A. The Washington aerial spray drift study: modeling pesticide spray drift deposition from aerial application. **Atmospheric Environment**, Oxford, v. 39, p. 6194-6203, 2005.

USDA. United States Department of Agriculture. Disponível em: <<http://www.usda.gov>>. Acesso em: 15 mar. 2023.

VEIGA, M. M.; SILVA, D. M.; VEIGA, L. B. E.; FARIA, M. V. C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22 n. 11, p. 2391-2399, 2006.

VIEIRA, L. M.; GARCIA, J. S.; LOPES, B. C. Insecticidal and repellent effects of 1,8-cineole, camphene, and β -pinene against *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthecoridae). **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 114, n. 3, p. 1417-1423, 2021.

VIEIRA, N. F. **Metodologia de criação, aspectos biológicos e custo de produção de *Xylocoris afer* predando ovos de *Corcyra cephalonica* e *Plutella xylostella***. 2016. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Jaboticabal, 2016.

WESTIGARD, P. The biology of and effect of pesticides on *Deraeocoris brevispiceatus* (Heteroptera: Miridae). **The Canadian Entomologist**, New York, v. 105, n. 8, p. 1105-1111, 1973.

ZUCCHI, R. A. **New species of *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) associated with the sugar cane borer *Diatraea saccharalis* (F.) (Lep.: Pyralidae) in Brazil**. INRA Colloques, Versailles, n. 43, p. 133-140, 1988.