

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**

DARLIN HENRIQUE RAMOS DE OLIVEIRA

**O EXTRATO HEXÂNICO DE FRUTOS E SEMENTES DE *Ricinus communis* É
SELETIVO A *Telenomus podisi* (ASHMEAD, 1893) (HYMENOPTERA:
PLATYGASTRIDAE)?**

DISSERTAÇÃO

DOIS VIZINHOS

2020

DARLIN HENRIQUE RAMOS DE OLIVEIRA

O EXTRATO HEXÂNICO DE FRUTOS E SEMENTES DE *Ricinus communis* É SELETIVO A *Telenomus podisi* (ASHMEAD, 1893) (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE)?

Is the hexanic extract of fruits and seeds of *Ricinus communis* selective to *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygastriidae)?

Trabalho de Dissertação apresentada ao programa de Pós Graduação em Agroecossistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

Orientador: Everton Ricardi Lozano da Silva

DOIS VIZINHOS

2020



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite o download e o compartilhamento da obra desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-la ou utilizá-la para fins comerciais.

O48e Oliveira, Darlin Henrique Ramos de.
O extrato hexânico de frutos e sementes de *Ricinus communis* é seletivo a *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae)? / Darlin Henrique Ramos de Oliveira - Dois Vizinhos, 2020.
71 f.: il. color., 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Everton Ricardi Lozano da Silva.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Dois Vizinhos, 2020.
Inclui bibliografia.

1. Mamona. 2. Insetos nocivos – Controle biológico. 3. Inseticidas vegetais. 4. Percevejo (inseto). I. Silva, Everton Ricardi Lozano da. orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas. IV. Título.

CDD: 630

Ficha catalográfica elaborada por Caroline Felema dos Santos Rocha CRB: 9/1880

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação nº 42

**O EXTRATO HEXÂNICO DE FRUTOS E SEMENTES DE *Ricinus communis* É SELETIVO A *Telenomus podisi* (ASHMEAD, 1893)
(HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE)?**

DARLIN HENRIQUE RAMOS DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada às oito horas e trinta minutos do dia cinco de março de dois mil e vinte, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM **CIÊNCIA AGRÁRIAS**, Linha de **Pesquisa** – Manejo e Conservação de Agroecossistemas, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas (Área de Concentração: Agroecossistemas), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

Banca examinadora:

**Dr. Everton Ricardi Lozano Da
Silva UTFPR - DV**

**Dr. Pedro Manuel de Oliveira
Janeiro Neves
UEL**

**Dr. Adeney de Freitas Bueno
EMBRAPA**

**Coordenador(a) do PPGSIS
Assinatura e carimbo**

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se arquivada no Departamento de Registros Acadêmicos.

*Dedico esse trabalho a Deus,
minha família e professores, por me
fornecerem as condições necessárias
para realiza-lo.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por sempre me guiar pelo bom caminho em todas as minhas decisões.

Aos meus pais, Nelso Lemos de Oliveira e Elisete Ramos de Oliveira por sempre segurarem minha mão nos momentos mais difíceis, suportando, me apoiando e permitindo que pudesse realizar meus sonhos. Muito obrigado por sempre me apoiarem em minhas decisões e por terem paciência comigo mesmo nos momentos mais delicados e de pressão. Agradeço também a minha irmã Dayara Ramos de Oliveira, venho a cada dia aprendendo mais com você do que poderia imaginar, me desculpe se as vezes não sou o melhor irmão, mas prometo melhorar.

Aos meus avós, Ivaldo Nunes de Ramos e Elizabeth Ascari de Ramos, pelas conversas e trocas de experiências de vida, sou muito grato por ter comigo duas pessoas iluminadas. Vocês foram e estão sendo até hoje fundamentais para o meu amadurecimento como pessoa.

Agradeço imensamente a minha fiel companheira Jéssica Aline Parizoto por sempre me amparar nos momentos mais difíceis, não medindo esforços para me incentivar, sempre me apoiando em minhas decisões e principalmente por sempre ter paciência comigo, até mesmo nos momentos em que pensei não dar conta dos desafios a mim propostos. Saiba que por você vou até depois do fim... Eu te Amo!

Sou profundamente grato ao meu orientador Prof. Dr. Everton Ricardi Lozano da Silva, por todos os ensinamentos, conselhos, pela paciência, palavras de incentivo e pela sabedoria repassada a mim ao longo destes seis anos. Muito obrigado por ter me aceitado como seu aluno orientando, sempre me auxiliando e me defendendo no que fosse necessário, sendo por muitas vezes um verdadeiro “paizão”. Saiba que minha realização como profissional e mestre hoje, se deve em muito a seus esforços incondicionais como educador. Sempre será referência e exemplo para mim!

Aproveito também para agradecer a Prof. Dra. Michele Potrich por sempre me auxiliar durante a minha trajetória, me orientando e colaborando com a minha formação.

Aos colegas de faculdade, mestrado e de laboratório: Lucas Battisti, Jheniffer Warmling, Claudinei Vieira Gabriela Queizi, Gustavo Gallo, João Pedro Guadagnin, Caroline Allein, Bruna Luciane Escher, Mateus Gobo, José Bianchini, Letícia da Silva, Leonardo Tozzetti Alves, Alessandro Aparecido Ribeiro, Leonardo de Lima Henning,

Andréia da Silva Broncowiski, Elysson Maicon Wolski e demais que por ventura não foram citados aqui. Sem a ajuda de vocês, jamais teria conseguido finalizar este trabalho.

Agradeço a CNPq pelo fomento deste projeto. A coordenação e a secretaria do Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas. Aos professores do curso e aos demais profissionais que se fizeram presentes em minha formação, diretamente ou indiretamente.

Enfim, a todos os que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

“O insucesso é apenas uma oportunidade para recomeçar com mais inteligência”.

(Henry Ford)

RESUMO

OLIVEIRA, Darlin H. R de. O extrato hexânico de frutos e sementes de *Ricinus communis* é seletivo a *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae)? 71 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2020.

O uso de extratos vegetais nos agroecossistemas é uma prática crescente no Brasil, em virtude da diversidade floral e capacidade de exploração destes subprodutos, sendo a mamona, *Ricinus communis*, uma das plantas que se destaca com potencial inseticida. O parasitoide de ovos *Telenomus podisi* é um inimigo natural eficiente para o controle de percevejos fitófagos, especialmente para *Euschistus heros*. A associação do uso de extratos vegetais e agentes de controle biológico, como *T. podisi*, caracteriza-se como uma alternativa inovadora e fundamental para o desenvolvimento dos agroecossistemas, porém ainda pouco compreendida, visto que o extrato pode interferir negativamente em parâmetros biológicos do parasitoide. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a seletividade do extrato hexânico de *Ricinus communis* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae) ao parasitoide *T. podisi*, em condições de laboratório. Para tal, ovos de *E. heros* foram tratados por imersão em diferentes concentrações (0,5, 1,0 e 2,0%) do extrato hexânico de *R. communis*, previamente ou após o parasitismo (pré e pós-parasitismo) por fêmeas de *T. podisi*, sendo realizados quatro bioensaios: 1) Teste com chance de escolha; 2) Teste sem chance de escolha (pré-parasitismo) e 3) Teste sem chance de escolha (pós-parasitismo). Os parâmetros avaliados foram: percentual de parasitismo, percentual de emergência, razão sexual, duração do período ovo-adulto e longevidade. Avaliou-se também 4) o efeito de resíduos secos do extrato hexânico de *R. communis* (2%), sobre adultos de *T. podisi*, nos tempos de exposição de 4, 7 e 10 minutos. As diferentes concentrações (0,5, 1,0 e 2,0%) do extrato hexânico de *R. communis* interferiram significativamente sobre as variáveis preferência de parasitismo no teste com chance de escolha (bioensaio 1) e sobre o percentual de parasitismo (bioensaios 2 e 3). O extrato, porém, não causou alterações sobre os parâmetros razão sexual, período ovo-adulto e longevidade. Já os resíduos secos do extrato hexânico de mamona, concentração de 2,0%, causou mortalidade significativa sobre adultos de *T. podisi*. Testes de seletividade em campo são necessários para a validação dos resultados de laboratório e desenvolvimento de estratégias de controle.

Palavras-chave: Parasitoide de ovos. Mamona. Extrato vegetal.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Darlin H. R de. Is the hexanic extract of fruits and seeds of *Ricinus communis* selective to *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae)? 71 p. Dissertation (Master in Agroecosystems) - Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2020.

The use of plant extracts in agroecosistemas is a growing tool in Brazil, due to the floral diversity and exploration capacity of these by-products, being castor, *Ricinus communis*, one of the plants that stands out with insecticide potential. The *Telenomus podisi* egg parasite is an efficient natural enemy for the control of phytophages stink bugs, especially for *Euschistus heros*. The association of the use of plant extracts and biological control agents, such as *T. podisi*, is characterized as an innovative and fundamental alternative for the development of agroecosystems, but still poorly understood, since the extract can negatively interfere with biological parameters of the parasitoid. In this context, the objective of this work was to evaluate the selectivity of the hexane extract of *Ricinus communis* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae) at the Parasitoid *T. podisi*, under laboratory conditions. For this, eggs of *E. heros* were immersed in different concentrations (0.5, 1.0 and 2.0%) of the hexane extract of *R. communis*, previously or after parasitism (pre and post-parasitismo) of females of *T. podisi*, four bioassays: 1) Test with chance of choice; 2) Test with no chance of choice (pre-parasitism) and 3) Test with no chance of choice (post-parasitism). The parameters evaluated were: percentage of parasitism, emergency percentage, sexual ratio, duration of the egg-adult period and longevity. The effect of dry residues of the hexane extract of *R. comunnis* (2%) on adults of *T. podisi* was also evaluated at exposure times of 4, 7 and 10 minutes. The different concentrations (0.5, 1.0 and 2.0%) of the hexane extract of *R. communis* interfered significantly on the variable's preference of parasitism in the test with chance of choice (bioassay 1) and on the percentage of parasitism (bioassays 2 and 3). The extract, however, did not cause changes in the parameter's sexual ratio, egg-adult period and longevity. Dry residues of castor bean extract, a concentration of 2.0%, caused significant mortality among adults of *T. podisi*. Field selectivity tests are important for the validation of laboratory results and development of joint control strategies.

Key words: Parasitoid of eggs. Castor. Plant extract.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Via biosintética e distribuição taxonômica dos principais metabólitos secundários.....	24
Tabela 2 - Preferência de parasitismo (\pm EP) e % de emergência (\pm EP) de <i>Telenomus podisi</i> em ovos de <i>Euschistus heros</i> tratados com diferentes concentrações do EHRC e testemunha. Temperatura $26 \pm 2^\circ\text{C}$, 12 h de fotoperíodo e U.R. de $75 \pm 10\%$. Dois Vizinhos - PR.	46
Tabela 3 - Percentual de parasitismo (\pm EP) de <i>Telenomus podisi</i> em ovos de <i>Euschistus heros</i> imersos em diferentes concentrações do EHRC e testemunha. Temperatura $26 \pm 2^\circ\text{C}$, 12 h de fotoperíodo e U.R. de $75 \pm 10\%$. Dois Vizinhos - PR.....	47
Tabela 4 - Emergência (%) (\pm EP) e Razão Sexual (\pm EP) de adultos de <i>Telenomus podisi</i> emergidos de ovos de <i>Euschistus heros</i> imersos em diferentes concentrações do EHRC e testemunha, previamente e após o parasitismo de <i>T. podisi</i> . Temperatura $26 \pm 2^\circ\text{C}$, 12 h de fotoperíodo e U.R. de $75 \pm 10\%$. Dois Vizinhos - PR.	48
Tabela 5 - Período ovo-adulto (DIAS \pm EP) e longevidade média (DIAS \pm EP) de <i>Telenomus podisi</i> em ovos de <i>Euschistus heros</i> imersos em diferentes concentrações de extrato hexânico de <i>Ricinus communis</i> e testemunha. Temperatura $26 \pm 2^\circ\text{C}$, 12 h de fotoperíodo e U.R. de $75 \pm 10\%$. Dois Vizinhos – PR.....	49
Tabela 6 - Mortalidade (\pm EP) de adultos de <i>Telenomus podisi</i> , 24 h após a exposição, durante diferentes tempos, a resíduos secos EHRC (2%) , Engeo Pleno S [®] , álcool 90% e água destilada, em laboratório. Temperatura $26 \pm 2^\circ\text{C}$, 12 h de fotoperíodo e U.R. de $75 \pm 10\%$. Dois Vizinhos – PR.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fases de desenvolvimento do parasitoide de ovos <i>Telenomus podisi</i> , sob condições de temperatura de 25°C.	31
Figura 2 - Etapas iniciais do processo de obtenção do material vegetal utilizado. A) Coleta dos frutos e sementes de <i>Ricinus communis</i> em vegetação nativa, no interior do município de São João – PR. B) Separação do material vegetal, deixando somente os frutos secarem a sombra, por 24 horas. C) Processo de trituração em moinho de facas tipo Willey. D) Obtenção do pó com granulometria de 0,5 mm após o processo de trituração.	38
Figura 3 – Processo de obtenção do extrato hexânico: A) Procedimento de banho de água termostatizado dos materiais vegetais a 60°C durante 30 minutos. B) Procedimento de filtragem com auxílio do balão Kitasato e da membrana filtrante. C) Funil de separação com o detalhe das duas fases (extrato bruto na parte inferior e fração hexânica na parte superior) após extração pela técnica de líquido-líquido.	39
Figura 4 – Processo de rotaevaporação e o extrato em diferentes concentrações: A) Evaporador rotativo em processo de extração dos solventes e obtenção da fração hexânica. B) Diferentes concentrações de extrato hexânico de <i>Ricinus communis</i> utilizados nos experimentos.	40
Figura 5 - A) Placa de Petri contendo cartelas de papel sulfite (1,5 X 1,5 cm) com 25 ovos de <i>Euschistus heros</i> em cada. B) Imersão da cartela de papel sulfite com ovos de <i>E. heros</i> em diferentes concentrações do extrato hexânico de <i>Ricinus communis</i> . C) Tubo de vidro de fundo chato, contendo duas cartelas, juntamente com uma fêmea de <i>T. podisi</i> . D) Fêmea de <i>T. podisi</i> realizando o processo de reconhecimento e oviposição sobre ovos de <i>E. heros</i>	42
Figura 6 - A) Cartelas contendo ovos de <i>Euschistus heros</i> , cinco dias após a oviposição de fêmeas de <i>Telenomus podisi</i> . B) e C) Ovos de <i>E. heros</i> apresentando coloração amarela natural sem sinais de parasitismo e ovos com coloração enegrecida, sinalizando o desenvolvimento da fase juvenil do parasitoide <i>T. podisi</i> de acordo com metodologia adaptada por Vinson (1997).....	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 AGROECOSSISTEMAS	16
2.1.1 Agricultura Orgânica	17
2.1.2 Principais Desafios da Produção Orgânica	19
2.1.3 Controle de Pragas no Sistema Orgânico	20
2.2 USO DE EXTRATOS DE PLANTAS NO CONTROLE DE INSETOS	22
2.2.1 Efeito Inseticida de Extratos Vegetais	22
2.2.2 <i>Ricinus communis</i> L. (Malpighiales: Euphorbiaceae)	26
2.3 PARASITOIDE DE OVOS <i>Telenomus podisi</i> ASHMEAD (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE)	29
2.3.1 Biologia e Principais Características	29
2.3.2 Uso do Parasitoide <i>Telenomus podisi</i>	32
2.4 SELETIVIDADE DE PRODUTOS SINTÉTICOS E NATURAIS A PARASITOIDES DE OVOS	34
3 MATERIAL E MÉTODOS	37
3.1 OBTENÇÃO DO EXTRATO HEXÂNICO E DOS INSETOS	37
3.2 SELETIVIDADE DO EXTRATO HEXÂNICO DE <i>Ricinus communis</i> SOBRE <i>Telenomus podisi</i>	41
3.2.1 Bioensaio 1: Teste Com Chance de Escolha	41
3.2.2 Bioensaio 2: Teste Sem Chance de Escolha (Pré-Parasitismo).....	43
3.2.3 Bioensaio 3: Teste Sem Chance de Escolha (Pós-Parasitismo).....	43
3.2.3 Bioensaio 4: Efeito do Extrato Hexânico de <i>Ricinus Communis</i> Sobre Adultos de <i>Telenomus podisi</i>	44
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	44
4 RESULTADOS	46
4.1 SELETIVIDADE DO EXTRATO HEXÂNICO DE <i>Ricinus communis</i> SOBRE <i>Telenomus podisi</i>	46
4.1.1 Teste Com Chance de Escolha	46
4.1.2 Teste Sem Chance de Escolha (Pré e Pós-Parasitismo)	46
4.2 EFEITO DO EXTRATO HEXÂNICO DE <i>RICINUS COMMUNIS</i> SOBRE ADULTOS DE <i>TELENOMUS PODISI</i>	50
5 DISCUSSÃO	51
6 CONCLUSÃO	62
REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

Na agricultura, o uso excessivo de inseticidas sintéticos pode causar diferentes consequências negativas aos agroecossistemas. Entre elas, é possível destacar os efeitos sobre os inimigos naturais como os mais significativos por causar desequilíbrios populacionais de insetos-praga, ressurgimento de pragas secundárias e a seleção de populações resistentes entre outros (BUENO et al., 2017).

Para mitigar esses efeitos negativos é importante a adoção do Manejo Integrado de Pragas (MIP) trata-se de um conjunto de estratégias que leva em conta critérios ecológicos, sociais e econômicos com o objetivo de manter as pragas abaixo do nível de dano econômico. Além disso, o MIP também se utiliza de diferentes estratégias, dentre elas a associação do controle químico, alternativo e biológico, priorizando o menor impacto possível sobre os inimigos naturais (HALFELD-VIEIRA et al., 2016).

Neste contexto, os inseticidas a base de plantas têm se configurado como promissores em relação aos inseticidas sintéticos, apresentando menores riscos ao meio ambiente por serem sensíveis a luz, umidade e calor, resultando na sua rápida degradação. Porém o efeito inseticida dos extratos vegetais pode variar em função de uma série de fatores, tais como: a espécie de planta e a parte vegetal utilizada (folhas, flores, sementes, frutos, caule e raízes), o horário de coleta, o tipo de derivado vegetal (óleo, extrato, caldas), o solvente extrator utilizado, a concentração e também a forma de aplicação.

Os extratos vegetais podem ainda atuar de diferentes formas no inseto-alvo, apresentando atividade tóxica, repelente, atraente, fagoinibitória, além de também atuar sobre rotas hormonais (HALFELD-VIEIRA et al., 2016). É importante destacar, porém, que os extratos vegetais podem causar efeitos negativos aos organismos não-alvo presentes nos agroecossistemas, como por exemplo ao parasitoide *Telenomus podisi* (Ashmed, 1893) (Hymenoptera: Platygasteridae), importante agente de controle biológico de percevejos pentatomídeos.

Os extratos vegetais derivados da mamona, *Ricinus communis* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae), têm ganho destaque como produtos alternativos a inseticidas sintéticos. Devido principalmente a presença de ricina e à ricinoleína, substâncias tóxicas presentes em folhas e frutos que podem apresentar efeito

inseticida sobre diversos insetos-praga. O extrato hexânico de *R. communis* apresentou ação inseticida significativa para o controle da lagarta falsa-medideira *Chrysodeixis includens* Walker 1857 (Lepidoptera: Noctuidae), como indicado no estudo de Warmling (2018).

Na literatura alguns trabalhos evidenciam testes de seletividade sobre parâmetros biológicos de parasitoide de ovos, como é o caso de estudos desenvolvidos por Smaniotto et al (2013), Silva e Bueno (2014) e Paiva, Beloti e Yamamoto (2018). Porém testes de seletividade de extratos de *R. communis* a *T. podisi* são escassos no meio científico.

De modo geral, a seletividade de extratos hexânicos a parasitoides ainda é pouco explorada. Os extratos vegetais podem interferir negativamente sobre parâmetros biológicos dos parasitoides, tais como o percentual de parasitismo, o percentual de emergência, a razão sexual, a duração do período ovo-adulto e a longevidade média.

Demais estudos sobre a seletividade de produtos alternativos são importantes para o real conhecimento dos efeitos destes sobre os parasitoides, auxiliando assim na tomada de decisão e recomendações em programas de MIP. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a seletividade do extrato hexânico de *R. communis* ao parasitoide *T. podisi*, em condições de laboratório.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AGROECOSSISTEMAS

O termo agroecossistema vêm se destacando nos últimos anos dentro da comunidade científica por abordar conceitos importantes da agricultura moderna. Está muitas vezes, associado a questões polêmicas de preservação do ambiente, uso de produtos químicos sintéticos, exploração e conservação de recursos naturais. Existem diferentes definições para o termo agroecossistemas, porém, de acordo com Feiden (2005):

“A modificação de um ecossistema natural pelo homem, para produção de bens necessários à sua sobrevivência, forma o agroecossistema. Com a interferência humana, os mecanismos e controles naturais são substituídos por controles artificiais, cuja lógica é condicionada pelo tipo de sociedade na qual se insere o agricultor (...). Para fins práticos, o agroecossistema pode ser considerado equivalente a um sistema de produção, sistema agrícola ou unidade de produção. Nesse caso, é o conjunto de explorações e de atividades realizadas por um agricultor, com um sistema de gestão próprio” (FEIDEN, 2005).

De acordo com Altieri et al (1999), os agroecossistemas são sistemas agrícolas dentro de unidades geográficas, sendo difícil determinar a área de abrangência pois tratam-se de sistemas abertos que recebem insumos externos. Os agroecossistemas são relatados como sistemas dinâmicos e ao mesmo tempo complexos por envolver diferentes fatores (bióticos e abióticos) (ROBOREDO; BERGAMASCO E GERVAZIO, 2017).

O agroecossistema opera em várias escalas, podendo ser destacado o gerenciamento do ecossistema natural voltado a produção, distribuição e consumo de alimentos, fibras e diferentes matérias-primas. Em nível global, temas como mudanças climáticas, sistema global de alimentação, instabilidade política e discrepância econômica estão diretamente ligadas ao modelo atual de exploração e comprometimento com os recursos naturais (CABEL E OELOFSE, 2012).

O modelo produtivo empregado na agricultura vem enfrentando sérios desafios, principalmente no que diz respeito aos modelos de manejo adotados e a preocupação voltada ao desenvolvimento sustentável. É possível destacar que muitas das práticas empregadas no atual sistema produtivo são baseadas em pacotes tecnológicos que

passaram a ser utilizados ainda durante o período da “Revolução Verde” (MARTINS; MENDES e ALVARENGA, 2004).

A nível de agroecossistema, o uso intensivo de pacotes tecnológicos, principalmente de fertilizantes e inseticidas sintéticos, tem contribuído para aumentos significativos da produtividade. Porém, ao mesmo tempo, o uso desorientado de tais recursos pode contribuir para a perda de biodiversidade e aumentar impactos ambientais que acabam promovendo o desequilíbrio de populações de organismos benéficos no ambiente (MARTINS; MENDES; ALVARENGA, 2004; MÉDIÈNE et al., 2011).

De acordo com Schneider et al. (2015), o uso intensivo de inseticidas sintéticos nos últimos anos proporcionou a formação de numerosos casos de resistência de pragas agrícolas a princípios ativos e também acarretou efeitos negativos sobre agentes benéficos do meio, como polinizadores e inimigos naturais. Tal fato leva a conscientização e revisão das escolhas de manejo a serem adotadas como ferramentas futuras no manejo de pragas em agroecossistemas.

Através de métodos que possam ser alternativos ao modelo convencional, destacam-se as práticas voltadas ao sistema orgânico de produção. Utilizando-se de técnicas voltadas para a sustentabilidade do agroecossistema e condizentes com princípios, conceitos e metodologias defendidas pela agroecologia (MARTINS; MENDES; ALVARENGA, 2004), é possível minimizar os efeitos negativos do uso exacerbado de inseticidas sintéticos.

2.1.1 Agricultura Orgânica

Dentre os diferentes sistemas de produção, a agricultura orgânica está entre as mais difundidas, justamente por apresentar-se como uma alternativa a agricultura convencional (SANTOS et al., 2012). Existem diversos conceitos para o sistema orgânico de produção. Segundo BRASIL, Lei Nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, em seu Art. 01, define sistema orgânico como:

“Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos

geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente”.

A produção orgânica, por exigir diversos manejos estratégicos, ecológicos e técnicos, apresenta-se pouco atrativa aos latifundiários (CAMPANHOLA; VALARINI, 2001). O principal fator que têm levado produtores de pequenas propriedades à transição do sistema convencional para o sistema orgânico está no fato de que este trata-se de um nicho de mercado, permitindo a diversificação de diferentes produções orgânicas, bem como a redução dos custos provindos da compra de insumos químicos sintéticos (SANTOS et al., 2013), além da agregação de valor à produção.

Apesar de ser considerada atividade de condução mais complexa, a agricultura orgânica tem tomado espaço no cenário mundial de produção agrícola. É uma prática registrada e executada em diversos países com destaque para EUA, Japão Austrália e alguns países da Europa sendo considerados os maiores difusores desta prática (SANTOS et al., 2012).

De acordo com o último relatório mundial lançado pela *International Foundation for Organic Agriculture* (IFOAM), cerca de 69,8 milhões de hectares são destinados a produção orgânica que conta com o universo de 2,9 milhões de produtores. Cerca de 181 países possuem ao menos alguma atividade com produção orgânica, destacando a Austrália como o país com a maior área produtiva de orgânicos que totaliza 35,6 milhões de hectares (IFOAM, 2018).

Segundo Santos et al. (2013), no Brasil a produção orgânica começou, ainda que em pequena escala, no final da década de 1970, ganhando espaço na região sudeste do país, motivada, principalmente, pela preferência dos consumidores em obter produtos mais saudáveis e também pelo interesse de pequenos produtores em cultivar alimentos com maior valor agregado. Nos últimos anos intensificou-se a preocupação por parte dos consumidores a respeito da origem dos alimentos e os manejos adotados em sua produção (WOLFANG, 2013), aumentando o interesse por produtos de produção orgânica.

O cenário econômico brasileiro reflete para o crescimento significativo da produção orgânica. A mudança do sistema convencional de agricultura para as práticas dos sistemas alternativos, motivada pelas preferências do consumidor por alimentos saudáveis, tendem a exercer influência sobre a demanda e oferta destes alimentos no mercado nacional (SANTOS et al., 2013; WOLFANG, 2013).

A produção orgânica é representativa para a agricultura brasileira, obtendo importância tanto para o consumo interno como também para o mercado de exportações. O Brasil apresenta crescimento de até 10% ao ano em áreas com cultivos orgânicos. No ano de 2015 as exportações brasileiras de orgânicos obtiveram aumento de 15% em comparação ao ano anterior, atingindo faturamento médio de US\$ 160 milhões (LOZANO; POTRICH; BATTISTI, 2017).

Dentre os diversos cultivos orgânicos no Brasil, tais como as hortaliças, a cana-de-açúcar e o café, a produção de soja orgânica vem ganhando destaque no cenário atual, tornando-se atividade com viés econômico. Dentre os produtos orgânicos, a soja tem apresentado aumento dos índices de área cultivada e também em volume de produção (MORAES; GALON; PERIN, 2017).

2.1.2 Principais Desafios da Produção Orgânica

Ao longo do período de 1960 a 1970, conhecido como revolução verde, a agricultura brasileira se transformou intensamente, motivada pela modernização de práticas culturais, emprego das máquinas agrícolas e o uso dos agroquímicos como ferramentas de produção (PADUA; SCHLINDWEIN; GOMES, 2013). São inegáveis os benefícios e o ganho de produtividade advindos da modernização da agricultura neste período, porém proporcionalmente tal atividade intensificou os impactos ambientais, danos sobre a saúde humana, desigualdade social e exclusão da mão-de-obra familiar (SANTOS et al., 2017).

Apesar da infinidade de ferramentas que a modernização empregou para a agricultura, a produção convencional em vários momentos depara-se com diferentes desafios que limitam os tetos produtivos. No caso da produção orgânica tal aspecto não é diferente, sendo exigido ao máximo o uso conjunto de práticas, manejos e conhecimentos técnicos, preocupando-se sempre com a preservação dos recursos naturais.

Assim como no sistema convencional, no sistema orgânico de produção os principais desafios e, ao mesmo tempo agentes limitantes de produtividade, são as plantas daninhas, as doenças e as pragas. De acordo com Bahry, Challiol e Carleso (2017), tal fato ganha ainda mais destaque devido à restrição do uso de fungicidas, inseticidas e herbicidas sintéticos pelas empresas certificadoras.

Tratando-se de pragas no sistema de produção orgânico, para Lozano, Potrich e Battisti (2017), a cultura da soja pode sofrer danos desde a germinação até a colheita. Ainda de acordo com os autores, destacam-se os danos acometidos pelas lagartas desfolhadoras ao longo do período vegetativo e pelos percevejos fitófagos ao longo do período reprodutivo da cultura.

Dentre os principais insetos-praga que ganham destaque na cultura da soja orgânica, é possível dar ênfase para a lagarta-da-soja *Anticarsia gemmatalis* Hubner 1818 (Lepidoptera: Erebididae), a lagarta falsa-medideira *Chrysodeixis includens* Walker 1857 (Lepidoptera: Noctuidae), lagartas do complexo Spodoptera como as espécies *Spodoptera cosmioides* Walker, 1858 e *Spodoptera eridania* Cramer 1782 (Lepidoptera: Noctuidae), o percevejo-marrom da soja *Euschistus heros* Fabricius 1798, percevejo verde-pequeno *Piezodorus guildinii* Westwood 1837 e o percevejo-verde *Nezara viridula* Linnaeus 1785 (Hemiptera: Pentatomidae) (LOZANO; POTRICH; BATTISTI, 2017).

Tais insetos-pragas podem comprometer o máximo potencial produtivo da cultura da soja, além de depreciar o valor comercial do produto final. Porém medidas diferentes do sistema convencional de produção devem ser adotadas para que se atenda as especificações e critérios estabelecidos pelas empresas certificadoras de orgânicos.

2.1.3 Controle de Pragas no Sistema Orgânico

Para a maioria das culturas, as pragas representam um dos agentes que mais podem contribuir para a redução de produtividade. No Brasil, estima-se quebra-média anual entorno de 7,7% na produção agrícola, correspondendo à redução aproximada de 25 milhões de toneladas, em produtos agrícolas. Condições tropicais e cultivos contínuos ao longo de todo ano, garantindo oferta de alimento, contribuem para a manutenção e reprodução de diversas espécies de insetos-praga (GOULART et al., 2015; VALICENTE, 2015).

A produção em sistema orgânico garante diversos benefícios, como por exemplo a produção sustentável de alimentos, menor degradação do solo, maior segurança alimentar, além do aumento de resistência de cultivos ao ataque de doenças e de pragas (FERNANDES; GUERRA; ARAÚJO, 2015). Tais benefícios, tendem a aumentar a demanda mundial por alimentos orgânicos.

Com a maior demanda da sociedade por alimentos mais saudáveis, naturalmente impõem-se maiores restrições ao uso de defensivos agrícolas sintéticos (GOULART et al., 2015). De acordo com Lozano, Potrich e Battisti (2017), a não utilização de produtos químicos sintéticos, especialmente para o controle de pragas, tendem a aumentar os desafios para o sucesso da produção de orgânicos.

Para a produção de orgânicos é imprescindível a adoção do chamado Manejo Integrado de Pragas (MIP), tendo como seus principais pilares a amostragem (monitoramento), conhecimento sobre a ecologia e biologia das pragas e dos seus inimigos naturais e a determinação do nível de dano econômico para cada cultura (LOZANO, POTRICH E BATTISTI, 2017). Para Valicente (2015): “O Manejo Integrado de Pragas (MIP) pode ser definido como a seleção inteligente e o uso das ações para o controle de pragas que irá assegurar consequências favoráveis, econômica, ecológica e socialmente aceitas”.

Através do monitoramento é possível determinar a necessidade de intervir ou não sobre o controle de pragas (SEDIYAMA; SANTOS; LIMA, 2014), levando sempre em consideração a população do inseto-praga em questão e de seus inimigos naturais. O controle deve ser adotado somente quando houver danos consideráveis a cultura (nível de controle), utilizando-se de métodos que promovam o equilíbrio natural do agroecossistema (SEDIYAMA; SANTOS; LIMA, 2014).

Os principais métodos de controle adotados em sistemas orgânicos de produção, são descritos como métodos de controle físico, controle cultural, controle biológico e o uso de extratos vegetais. Todos os diferentes métodos atendem aos pressupostos básicos do MIP, garantindo a redução da população-alvo, de maneira a ser ecológica e economicamente compatíveis (INAGAKI; JUNQUEIRA; BELLON, 2018; LOZANO, POTRICH E BATTISTI, 2017).

Dentro do MIP, assumindo importância cada vez maior, os inimigos naturais, agentes de ocorrência natural que são também utilizados no controle biológico, podem ser oriundos das mais diversas classes de organismos. Nos agroecossistemas, os inimigos naturais, como os parasitoides são importantes agentes para o controle de pragas agrícolas, para a manutenção populacional destas espécies e consequentemente para a garantia de equilíbrio ecológico (PEREIRA et al., 2018; SILVA e BRITO, 2015).

O controle biológico ganha destaque no controle de pragas por ser uma alternativa aplicada tanto em controles preventivos como também curativos. Para o

controle preventivo, através do uso de barreiras verdes ou sistemas em consórcio, é possível a preservação de inimigos naturais nativos dentro do agroecossistema. Já para o controle curativo, utiliza-se o controle biológico aumentativo através da liberação de entomopatôgenos, predadores e parasitoides, estes de maneira inundativa ou ainda inoculativa (VENZON et al., 2016).

O uso de óleos vegetais, extratos e demais derivados também são empregados para o controle de diversas pragas, principalmente no sistema orgânico de produção. Porém, ainda são necessários diversos estudos para a comprovação da ação inseticida, definição do melhor posicionamento e estudos voltados à seletividade a inimigos naturais (VENZON et al., 2016; CARVALHO et al., 2017).

2.2 USO DE EXTRATOS DE PLANTAS NO CONTROLE DE INSETOS

2.2.1 Efeito Inseticida de Extratos Vegetais

A utilização de extratos de plantas, trata-se de uma prática ancestral e amplamente utilizada devido a obtenção de diferentes propriedades (ação inseticida, terapêutica, repelente e antimicrobiana). A exploração de tal recurso e o aprofundamento em estudos são crescentes nos últimos anos devido, principalmente, a grande gama e complexidade química encontrada em tais substâncias (ARAÚJO et al., 2009; LOZANO, POTRICH; BATTISTI, 2017).

A pesquisa no segmento de controle de pragas tem dado ênfase na busca por alternativas que possam ser ainda mais seletivas, para os inimigos naturais como também menos tóxicas para o próprio homem e ao meio ambiente (GOULART et al., 2015). Diversas espécies de plantas vêm sendo estudadas, sendo possível a identificação do potencial inseticida de extratos e seus derivados. Os extratos vegetais podem apresentar como benefícios a seletividade, baixa toxicidade ao ambiente, degradação rápida, além do acelerado efeito de controle sobre o inseto-praga (DANTAS et al., 2019).

Existe uma tendência mundial para o maior desenvolvimento em pesquisas e crescimento comercial de inseticidas de origem botânica, motivada pela preocupação da sociedade sobre os riscos dos inseticidas químicos ao meio ambiente e principalmente para a saúde humana. Uma evidência dessa tendência pode ser

observada no aumento de trabalhos científicos envolvendo pesquisas com extratos vegetais (ISMAN, 2015).

De maneira geral, os extratos vegetais ainda se deparam com diversos afrontes, fator este que exige maior aprofundamento em pesquisas e no desenvolvimento técnico e cultural do seu posicionamento. A produção em larga escala, a questão legislativa e regulamentária de sua obtenção, comercialização e uso e a associação com outras tecnologias são alguns dos principais desafios (SOUJANYA et al., 2016).

De acordo com Soujanya et al (2016), o uso de extratos vegetais no lugar de inseticidas sintéticos tende a ser adotado no futuro através da formulação de bioprodutos, adotando-se ainda como importante ferramenta o uso de nanotecnologias. Porém, ainda são necessários mais estudos a respeito do modo de ação dos diferentes compostos isolados, bem como a busca por ativos biodegradáveis e de ação seletiva a organismos benéficos, incluindo aqui os inimigos naturais.

Ainda, de acordo com Gomes et al. (2017), são necessários estudos mais aprofundados sobre a produção e extração de extratos vegetais, viabilizando desta forma sua aplicação também em larga escala. A China e os Estados Unidos da América lideram o mercado de comercialização de extratos vegetais. Alguns especialistas preveem crescimentos significativos neste segmento, podendo atingir 20% do mercado global de inseticidas até o ano de 2025 (ISMAN, 2015).

O Brasil se destaca neste cenário mundial por apresentar uma enorme diversidade de flora sendo possível a obtenção, através da pesquisa científica, de diversos subprodutos e seus derivados, incluindo aqui os extratos vegetais. Em contrapartida, o sistema regulatório de inseticidas do Brasil é um dos mais rigorosos do mundo, sendo necessário a revisão e aprovação por três diferentes ministérios: da agricultura, saúde e do meio ambiente (ISMAN, 2015).

O desenvolvimento de pesquisas direcionadas a descobrir espécies de plantas com potencial inseticida, contribuem diretamente com a comunidade científica e principalmente para a indústria de biotecnologias. A identificação de compostos químicos de origem botânica e em qual finalidade eles podem ser inseridos, tende a preencher lacunas existentes atualmente na pesquisa (SILVA et al., 2017).

Estima-se que a partir do uso de plantas, seja possível obter mais de 100.000 compostos químicos. Diversas plantas pertencentes as famílias: Zingiberaceae, Annonaceae, Verbenaceae, Euphorbiaceae, Rutaceae, Asteraceae, Apiaceae,

Piperaceae, Poaceae, Myrtaceae, Meliaceae, Chenopodiaceae, Cupressaceae, Lauraceae e Lamiaceae são relatadas como promissoras no avanço de pesquisas e no desenvolvimento de novos extratos vegetais (KARIÑHO-BETANCOURT, 2018; SOUJANYA et al., 2016).

De modo geral, os compostos químicos existentes nos extratos vegetais são resultado do metabolismo secundário das plantas. Basicamente, três vias biosintéticas são responsáveis pela produção da maioria dos compostos. Segundo Kariñho-Betancourt (2018), Rampadarath; Puchooa (2016) e Vasconcelos et al (2018), os principais grupos de substâncias químicas podem ser divididos em: taninos, terpenos, esteroides, flavonoides e os alcaloides (Tabela 1).

Tabela 1 - Via biosintética e distribuição taxonômica dos principais metabólitos secundários.

Compostos químicos	Via biosintética	Distribuição taxonômica
Alcaloides	Ácido chiquimico	Aproximadamente 20% das angiospermas, microrganismos, anfíbios e artrópodes.
Glicosídeos cardíacos	Acetato mevalonato	Em aproximadamente 12 famílias taxonômicas.
Glicosídeos cianogênicos	Ácido chiquimico	Na maioria das plantas vasculares (monocotiledôneas e dicotiledôneas).
Glucosinolatos	Ácido chiquimico	Amplamente distribuído em Brassicaceae.
Látex	Diferentes rotas	Aproximadamente 10% das angiospermas e dos cogumelos.
Fenóis	Diferentes rotas	Amplamente distribuídos em plantas vasculares.
Fito-hormônios	Ácidos graxos e ácido chiquimico	Angiospermas e Gimnospermas.
Aminoácidos não-proteicos	Grupo carboxilo (-COOH) e amino (-NH ₂)	Distribuído principalmente em leguminosas.
Esteroides e terpenos	Acetato mevalonato	Amplamente distribuído em Angiospermas.

Fonte: Kariñho-Betancourt (2018) adaptado pelo autor (2020).

Estes compostos químicos podem promover efeitos inseticidas sobre as diferentes fases de vida dos insetos, podendo principalmente inibir a alimentação e a capacidade reprodutiva. A toxicidade pode ser ocasionada devido ao contato direto com o inseto-praga, através da ingestão ou também pela fumigação (OVIDO et al., 2018). Além disso, como efeito secundário podem atuar sobre o acúmulo de fitoalexinas ativando respostas de auto defesa nas plantas (PESSOA; ALMEIDA; SILVA, 2015; LOZANO, POTRICH; BATTISTI, 2017).

A eficiência dos extratos vegetais está diretamente relacionada a espécie vegetal utilizada, a espécie do inseto-praga e a fase de vida em questão, a parte vegetal utilizada, as substâncias presentes e seu nível de toxicidade, além das

condições climáticas e agronômicas (RAMPADARATH; PUCHOOA, 2016). Por apresentarem-se como uma fonte renovável de metabólitos, a presença de diferentes ativos permite a menor exposição contínua a uma mesma molécula, evitando consequentemente a seleção de populações resistentes a tais compostos (VASCONCELOS et al., 2018).

No intuito de buscar medidas de controle que representem menor custo socioeconômico, algumas espécies de plantas demonstram resultados satisfatórios no controle de pragas. Destaque para plantas do gênero *Nicotiana* (Solanaceae) através da substância nicotina, *Lonchocarpus* (Fabaceae) pelos retenoides, *Azadirachta* (Meliaceae) produtora de azadiractina e *Chrysanthemum* (Asteraceae) precursor de piretrinas (BOTTI et al., 2015)

A espécie *Azadirachta indica* A. Juss, também conhecida popularmente como neem, é umas das espécies mais estudadas dentro do controle de pragas. O princípio *azadirachtina* destaca-se pelos efeitos de repelência, interferência nas glândulas endócrinas do inseto alterando o processo de ecdise, interferência sobre o crescimento, pode gerar anormalidades e esterilidade em insetos adultos, além de apresentar ação fagoinibitória (ARAÚJO et al., 2009; VIEIRA; PERES, 2017).

Em estudos do efeito de diferentes concentrações de extratos aquosos de folhas de *Azadirachta indica* A. Juss para o controle do pulgão-da-couve *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae), os resultados mais eficientes deram-se para a concentração de 2%, obtendo até 98,5% após a terceira aplicação. De acordo com os autores, além dos baixos danos ao meio ambiente e da elevada eficiência de controle, outra vantagem está no baixo custo adicional ao produtor, podendo o extrato ser obtido de plantas produzidas na própria propriedade (VIEIRA; PERES, 2017).

Diversas outras plantas também podem ser exploradas como extratos botânicos para o controle de insetos-pragas. Botti et al. (2015) avaliaram resultados positivos no controle de *B. brassicae* através de diferentes concentrações de extratos de *A. indica*, *Capsicum frutescens* (Solanales: Solanaceae) e óleo bruto de *Jatropha curcas* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae). Os autores afirmaram que as diferentes plantas apresentaram controle significativo, destacando-se o extrato bruto de *J. curcas* como de maior eficiência quando comparado aos demais, apresentando efeito letal nas primeiras 24 e 48 h após as aplicações.

Em estudos sobre o controle do caruncho do feijão *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae), constatou-se efeito de repelência para os

extratos vegetais de *Anadenanthera colubrina* Vell. (Fabales: Fabaceae) e *Licania rigida* Benth (Malpighiales: Chrysobalanaceae), com destaque para o extrato de *Aspidosperma pyriformium* Mart. (Magnoliopsida: Apocynaceae) (82,49%). Os maiores efeitos de mortalidade se deram para os extratos de *A. colubrina* Vell, resultando em até 100% de controle (PESSOA; ALMEIDA; SILVA, 2015).

Em bioensaios, Massarolli, Pereira e Foerster (2017), utilizaram-se do extrato bruto de sementes de *Annona crassiflora* Mart. (Magnoliales: Annonaceae) em diferentes concentrações (0,5; 1,0; 2,0; 4,0 e 8,0%) sobre lagartas de *Chrysodexis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). Através de testes por ingestão de folha tratada e por contato direto na lagarta, os autores concluíram que o extrato bruto de *A. crassiflora* é promissor no controle de *C. includens*, afetando o seu desenvolvimento.

Em estudos da toxicidade de 32 diferentes extratos vegetais sobre larvas de mariposa-oriental *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae), o extrato de *Nicotina tabacum* L. (Solanales: Solanaceae) na concentração de 2 mg. mL⁻¹ apresentou os maiores valores para a mortalidade corrigida (92,0%). Sobre a avaliação de adultos, após 168 h de exposição a *N. tabacum* L. a mortalidade corrigida foi de 85% e 100%, para fêmeas e machos, respectivamente (SARKER; LIM, 2018).

Além das espécies apresentadas anteriormente, a mamona *Ricinus communis* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae), têm ganhado destaque neste segmento de pesquisa. Apresenta propriedades inseticidas consideráveis, sendo destacada a presença da toxina *ricina* no endosperma das suas sementes (BOTTEI et al., 2015).

2.2.2 *Ricinus communis* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae)

A mamona, *Ricinus communis* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae), é uma planta perene, originária do continente africano, possuindo em sua família (*Euphorbiaceae*), diversas espécies nativas de regiões tropicais. É classificada como planta xerófila, sendo caracterizada pela menor exigência em condições climáticas, manejo cultural e fertilidade de solo. Tal fato pode ter contribuído para o aumento do seu cultivo comercial nos últimos anos, especialmente no Brasil (FRANCISCO et al., 2016).

Apresenta crescimento indeterminado e frutificação contínua. As flores são dispostas em masculinas e femininas na mesma planta e os frutos apresentam tamanhos variados. É característico nesta espécie o crescimento em formato simpodial, o que apresenta efeitos diretos sobre a maturação desuniforme e

consequentemente sobre a definição do período vegetativo e reprodutivo da planta (FIOREZE et al., 2016).

A mamona apresenta grande potencial de desenvolvimento sob as condições edafoclimáticas tropicais, especialmente sobre condições brasileiras (FIOREZE et al., 2016). Pode ser considerada como uma planta de dias longos, favorecida com fotoperíodos maiores do que 12 h, com temperatura ótima de desenvolvimento entorno de 23°C e pluviosidade ideal variando de 500 até 1600 mm.ano⁻¹ (FRANCISCO et al., 2016).

Trata-se de uma espécie amplamente distribuída em diversas regiões tropicais (RAMPADARATH; PUCHOOA, 2016). As principais regiões produtoras de mamona no Brasil delimitam-se no Sudeste, Nordeste e Sul, com destaque para o estado da Bahia, responsável por cerca de 80% da produção de mamona comercializada (CUNHA; ROCHA; OLIVEIRA, 2017).

A mamona possui importância econômica devido as várias aplicações para a agricultura e também para a indústria. Por ser uma cultura oleaginosa, destaca-se devido ao elevado teor de óleo, podendo chegar até a 49% de sua composição, além de se caracterizar pela produção de ácido ricinoleico (RAMPADARATH; PUCHOOA, 2016).

Além da produção de biodiesel (energia), seus derivados possuem uso na lubrificação de equipamentos e motores, fabricação de plásticos, tintas e verniz, perfumaria e também produtos de limpeza (FRANCISCO et al., 2016). Além disso, efeitos medicinais, efeito laxante, propriedades microbianas e também ação anti-inflamatória podem ser obtidos através da extração com solventes das diferentes partes de *R. communis* (RAMPADARATH; PUCHOOA, 2016).

Extratos de folhas e sementes de *R. communis* ganharam destaque nos últimos anos em virtude da eficácia no controle de doenças, nematoides e insetos. A sua aplicabilidade é reconhecida como medida econômica e ecologicamente correta, de fácil utilização, baixo efeito residual ao meio ambiente e por ser de origem vegetal apresenta fácil biodegradabilidade no ambiente (GAHUKAR, 2017).

Derivados de mamona têm sido utilizados como produtos alternativos a inseticidas sintéticos. Ainda, segundo Gahukar (2017), os principais compostos tóxicos presentes nos extratos de folhas e frutos de mamona são os ricina e a ricinoleína, ambas podem apresentar efeito inseticida sobre insetos.

Tais efeitos inseticidas são descritos em bioensaio utilizando diferentes extratos de plantas para o controle de fêmeas adultas do vetor africano da malária *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae). Os resultados destacaram os extratos de *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) e de *R. communis* como os de maiores efeitos de toxicidade após 7 dias de alimentação, com CL₅₀ de 1,52 e 2,56 mg mL⁻¹, respectivamente. O extrato de *R. communis* com 72 h de exposição apresentou o maior efeito larvicida (CL₅₀ 0,18 mg mL⁻¹) (WACHIRA et al., 2014).

Além do efeito inseticida sobre dípteros, derivados de *R. communis* apresentam resultados sobre insetos da ordem coleóptera. Utilizando-se de óleo de mamona em sementes de milho armazenadas, como proteção ao ataque do gorgulho-do-milho *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), a mortalidade dos insetos foi proporcional à dosagem (WALE; ASSEGIE, 2015). Os autores observaram que nas dosagens de 2 mL e 4 mL, os percentuais de mortalidade, após uma hora da aplicação, foram respectivamente de 53% e 85%. Em dosagens variando de 6 a 20 mL, verificou-se 100% de mortalidade, porém nestes casos a germinação do milho foi prejudicada.

Em estudos para o controle de adultos da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytinae) o óleo de mamona, na concentração de 3,0% (v.v⁻¹) causou mortalidade de 53,7%, sendo significativamente superior ao inseticida comercial a base de azadiractina (40,8%). Análises cromatográficas evidenciaram o ácido ricinoleico como o principal componente do óleo de mamona, perfazendo 88,04% das substâncias presentes (CELESTINO et al., 2016).

Além do efeito inseticida, *R. communis* também apresenta efeitos de repelência. Em bioensaios Salem et al (2017) verificaram que o óleo essencial de *R. communis* apresentou efeitos de repelência (80% e 50%) para adultos de *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae), nas concentrações de 0,31 µL e 0,235 µL, respectivamente, após uma hora de exposição. Ainda segundo os autores, os resultados variaram de acordo com o tempo de exposição, sendo que após 24 h a atividade de repelência para a espécies *T. castaneum* reduziu para 30% e *L. serricorne* para 20%.

Outro fator positivo do uso de extratos vegetais, consiste na possibilidade do uso conjunto de dois ou mais extratos de diferentes plantas. Extratos brutos de *Solanum granuloseprosum* (Solanaceae), em associação com o extrato bruto de *R. communis*, na concentração de 8%, reduziram significativamente a emergência de

adultos da mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) quando em comparação ao tratamento controle. Da mesma forma, avaliando-se a toxicidade de tais extratos perante a alimentação de adultos de *C. capitata* e de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae), os resultados remeteram a mortalidade total dos indivíduos (OVIEDO et al., 2018).

Diferentes concentrações do extrato hexânico de *R. communis* (10%, 5%, 2,5%, 1,25% e 0,625%) apresentaram resultados significativos de mortalidade para larvas de *C. includens*. Os percentuais foram respectivamente de 93,30%, 73,30%, 60,00%, 48,30% e 30,00%, todos os tratamentos diferiram significativamente da testemunha (água destilada) (WARMLING, 2018). Tal trabalho evidencia o potencial inseticida desse extrato, destacando aqui o solvente extrator utilizado.

2.3 PARASITOIDE DE OVOS *Telenomus podisi* ASHMEAD (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE)

2.3.1 Biologia e Principais Características

A ordem Hymenoptera, com cerca de 120.000 espécies catalogadas, destaca-se por ser uma das maiores da classe Insecta. Somente no Brasil, o número estimado é de 9.800 espécies conhecidas e estima-se outras 60.000 ainda não catalogadas (BUZZI, 2013). Pertencentes a esta grande ordem, os parasitoides de ovos são de grande importância aos agroecossistemas.

De acordo com Tognon et al (2018), os parasitoides podem ser considerados como ferramentas importantes ao manejo integrado, permitindo maior diversificação das estratégias utilizadas no controle de pragas. Silva, Jahnke e Ferreira (2016), enfatizam que para a melhoria da sustentabilidade em sistemas agrícolas, a reprodução de “ecossistemas naturais”, com a permanência de inimigos naturais (parasitoides de ovos), permitem a redução de insetos-praga além de minimizar a incidência de maiores impactos ambientais.

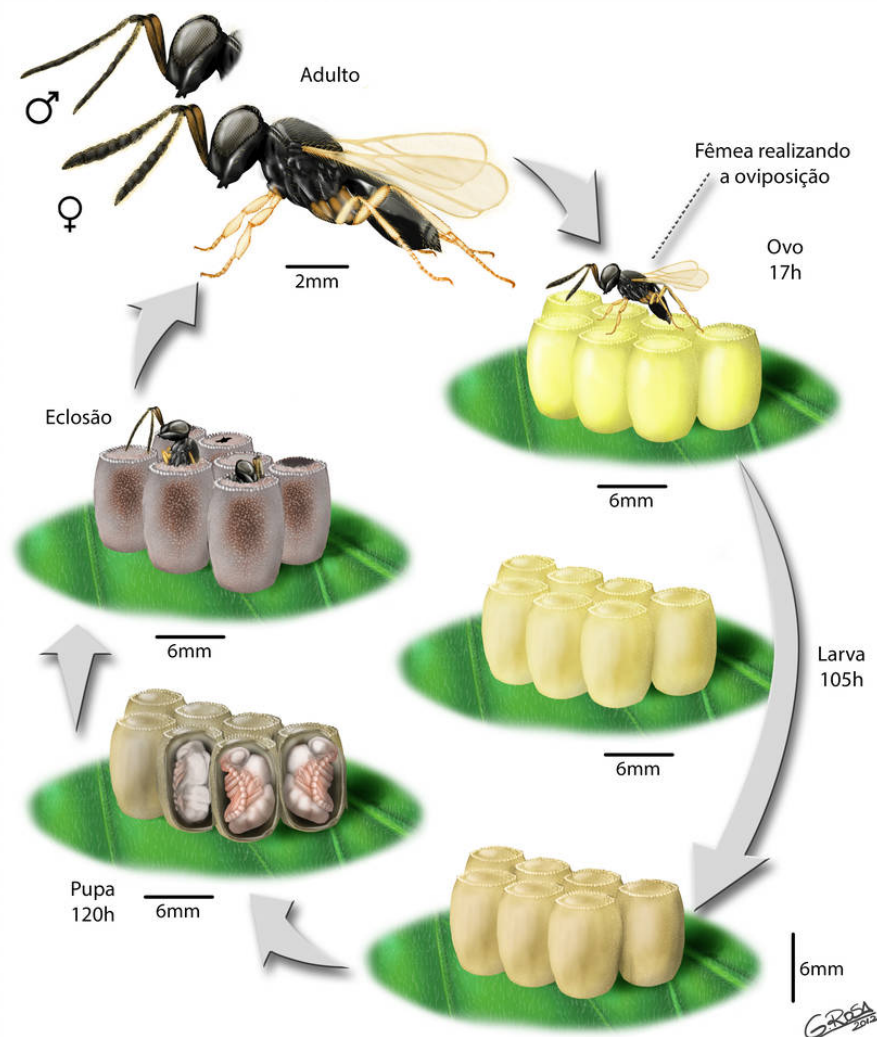
A espécie *Telenomus podisi* Ashmead 1893 (Hymenoptera: Platygastridae) destaca-se entre os parasitoides de ovos de pentatomídeos de maior ocorrência natural, além de também estar entre os mais utilizados em programas de controle biológico. É um importante inimigo natural de percevejos da família Pentatomidae,

apresentando a capacidade de parasitar ovos das espécies *E. heros*, *P. guildinii* e *N. viridula* (SMANIOTTO et al., 2013; TOGNON et al., 2018).

Com comprimento médio de até 1 mm, as fêmeas desta espécie ovipositam no interior de ovos de espécies hospedeiras, sendo desta forma classificados como parasitoides idiobiontes. Apesar de serem insetos de ciclo de vida completo (holometábolos), passam as fases de ovo, larva e pupa no interior dos seus hospedeiros, apresentando vida livre na fase adulta. Após o parasitismo, a emergência de adultos ocorre em aproximadamente de 10 a 12 dias (VINSON, 1997; BUENO et al., 2012; LUCKMANN et al., 2014).

O ciclo de vida de *T. podisi* (Figura 1), em condições de temperatura a 25°C, apresenta duração média de 17 h para o estágio de ovo, 105 h como larva e cerca de 120 h para o estágio de pupa. Os machos geralmente emergem com antecedência de 1 ou 2 dias em comparação as fêmeas, garantindo o processo de reprodução. Sob condições normais de desenvolvimento, a predominância numérica tendem a ser de fêmeas (BUENO et al., 2012).

Figura 1 - Fases de desenvolvimento do parasitoide de ovos *Telenomus podisi*, sob condições de temperatura de 25°C.



Fonte: Bueno et al (2012).

A longevidade média de adultos de *T. podisi* está associada às condições ambientais em que os insetos estão inseridos, sendo a umidade do ar, a temperatura média e a disponibilidade de alimento representam os principais fatores de interferência sobre a fase adulta dos insetos. Para *Trissolcus basalis* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae), espécie de características semelhantes a *T. podisi*, a longevidade média é de 30 dias, porém com temperaturas próximas a 18°C a longevidade média dos adultos pode aumentar para até 120 dias (BUENO et al., 2012).

O processo de parasitismo para *T. podisi* pode ocorrer em diversas etapas, sendo semelhante ao da espécie *T. basalis*. O procedimento pode ser dividido pelas categorias comportamentais de encontro, tamborilamento, prova, oviposição,

marcação, limpeza, transição entre comportamentos, retorno e abandono (BIN et al., 1993; AQUINO, 2011).

A taxa de parasitismo máxima de *T. podisi* ocorre logo nas primeiras 48 h após sua emergência (SILVA et al., 2018). A mudança de coloração se deve ao acúmulo de sais de urato, proporcionando a esclerotização da cutícula. Inicialmente tais sais encontram-se dispersos por todo o tegumento do parasitoide juvenil, acumulando-se na superfície interna do ovo durante o período pupal, sendo atribuído desta forma a coloração escura aos ovos parasitados (CÔNSOLI; ROSSI; PARRA, 1999).

Dentre os diferentes programas de controle biológico, o parasitoide de ovos é utilizado na América do Sul em aproximadamente 30.000 hectares de soja. A espécie *T. podisi* ganha destaque entre os diversos inimigos naturais utilizados, devido a sua capacidade de parasitismo, pela diversidade de espécies hospedeiras e também pela sua facilidade de criação massal em laboratório (QUEIROZ et al., 2018; VAN LENTEREN et al., 2018).

Os parasitoides são importantes agentes nos agroecossistemas, possibilitando o equilíbrio dinâmico das populações de insetos, contribuindo para a manutenção de pragas em níveis aceitáveis para a produção agrícola (LUCKMANN et al., 2014). Deste modo, o parasitoide *T. podisi* apresenta importância dentro do manejo integrado, servindo como ferramenta alternativa para o controle de insetos-praga.

2.3.2 Uso do Parasitoide *Telenomus podisi*

O parasitoide de ovos *T. podisi* ganha destaque em programas de controle biológico, devido a sua gama de hospedeiros. Os percevejos fitófagos pertencentes a família Pentatomidae, como *E. heros*, *N. viridula* e *P. guildinii* destacam-se como os principais hospedeiros do parasitoide (SMANIOTTO et al., 2013; QUEIROZ et al., 2018).

O sucesso de parasitismo de *T. podisi* está intimamente ligado a compreensão das diferentes características bioecológicas, bem como a busca e interação com o seu hospedeiro (SILVA et al., 2018). Fatores ecológicos e ambientais exercem influência direta sobre o potencial de parasitismo, entre tais fatores, pode destacar-se a temperatura.

Em estudos avaliando a capacidade de parasitismo de *T. podisi* sob diferentes temperaturas, notou-se que a faixa de 25°C a 30°C demonstraram-se com as mais

favoráveis (SILVA et al., 2018). Os autores destacam que temperaturas acima de 35°C reduziram o tempo de vida e o número de ovos parasitados por fêmea. A longevidade média em condições de campo trata-se de um fator de grande importância, pois quanto maior for a permanência de fêmeas de *T. podisi* a campo, maior também será o tempo de atividade e parasitismo, garantindo desta forma o sucesso do controle biológico.

Apesar da gama de espécies hospedeiras do parasitoide *T. podisi*, alguns autores sugerem que existe uma tendência de preferência específica a um hospedeiro de maior adaptação (SILVA et al., 2018; TOGNON et al., 2018). Em teste de escolha múltipla, com ovos de *E. heros*, *P. guildinii* e *N. viridula* em condições de laboratório, fêmeas de *T. podisi* apresentaram maior parasitismo para ovos de *E. heros* (73,66%) do que para *P. guildinii* (41,33%), enquanto que para ovos de *N. viridula* os autores não observaram parasitismo (TOGNON et al., 2018).

Ainda, de acordo com Tognon et al (2018), trabalhos avaliando o percentual de parasitismo de fêmeas de *T. podisi* emergidas de ovos de *E. heros*, apresentaram maior preferência pelo hospedeiro de origem, *E. heros* (71,38%) do que com relação a ovos de *P. guildinii* (25,5%). Quando se realizou o mesmo estudo para fêmeas emergidas de ovos de *P. guildinii*, a maior preferência de parasitismo se deu para ovos da mesma espécie de origem, *P. guildinii* (81,15%), do que para ovos de *E. heros* (45,76%). Tais dados enfatizam a maior probabilidade de parasitismo para espécies dos hospedeiros de origem.

Outros trabalhos, porém, destacam a preferência de parasitismo de fêmeas de *T. podisi* em parasitar ovos de *P. guildinii*, devido ao maior valor nutricional, possibilitando melhor desenvolvimento das progênes. Neste caso, o hospedeiro de origem (ovos de *E. heros*) não interferiram sobre a decisão de preferência dos parasitoides (QUEIROZ et al., 2018).

A exposição de substâncias ao longo do desenvolvimento imaturo dos parasitoides pode resultar na modificação do reconhecimento inicial do hospedeiro. Em bioensaios utilizando a exposição de ovos parasitados de *E. heros* ao extrato de capim-limão *Cymbopogon citratus* (Poales: Poaceae) ao longo de todo o desenvolvimento imaturo do parasitoide *T. podisi* (± 12 dias). Os autores destacaram que cerca de 66,66% das fêmeas optaram no teste de olfatômetro tipo “Y”, pelo odor do extrato de capim-limão, enquanto apenas 21,42% responderam ao tratamento controle (TOGNON; ANA; JAHNKE, 2013).

Diversos fatores, tanto bióticos como abióticos podem alterar o comportamento natural dos parasitoides. Fatores abióticos, como por exemplo a aplicação de herbicidas e fungicidas e principalmente inseticidas, podem de acordo com Silva et al (2018), resultar em efeitos negativos sobre a capacidade de parasitismo e conseqüentemente sobre a efetividade dos inimigos naturais a campo.

2.4 SELETIVIDADE DE PRODUTOS SINTÉTICOS E NATURAIS A PARASITOIDES DE OVOS

Apesar do sucesso de diversos programas de controle biológico para o controle de insetos-praga, o controle químico ainda perdura como prática mais empregada em escala mundial para este fim. Um dos grandes desafios do MIP consiste no emprego conjunto de diferentes estratégias, podendo destacar a associação do controle químico com o controle biológico, com a finalidade de realizar o controle satisfatório do inseto-praga somado ao menor impacto ao meio ambiente e conseqüentemente aos inimigos naturais (BUENO et al., 2017).

É notória uma grande demanda, principalmente pelos agricultores, de maiores informações a respeito dos efeitos de inseticidas sobre inimigos naturais. Porém devido a temas de maior impacto, recentemente o número de produções científicas a respeito da seletividade de produtos sintéticos e naturais sobre parasitoides de ovos têm diminuído (BUENO et al., 2017).

A presença de substâncias químicas sintéticas ou naturais pode comprometer o sucesso do controle biológico por parasitoides de ovos, seja os indivíduos de ocorrência natural ou os obtidos através de liberação inundativa. Portanto, estudos sobre a seletividade de defensivos e produtos naturais a serem utilizados em associação com os parasitoides devem ser levados em conta para a aplicação conjunta a nível de campo.

Em sistemas alternativos de produção, incluindo aqui a agricultura orgânica, pouco se conhece a respeito dos efeitos de produtos alternativos sobre parasitoides de ovos. Segundo Smaniotto et al (2013), apesar dos produtos naturais comerciais serem mais seguros ao meio ambiente, comparados aos produtos químicos sintéticos, estes podem interferir negativamente de forma direta ou indireta sobre agentes de controle biológico.

No caso dos parasitoides de ovos, o uso de produtos alternativos pode interferir diretamente sobre parâmetros biológicos, tais como emergência, percentual de parasitismo, longevidade entre outros fatores. Avaliando o efeito de diferentes óleos essenciais sobre parâmetros biológicos de *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Parreira et al (2018) descreveram que os óleos de *Allium sativum* (Asparagales), *Carapa guianensis* (Sapindales), *Citrus sinensis* (Sapindales), *Syzygium aromaticum* (Myrtales) e Neem (*Azadirachta indica*) interferiram negativamente sobre mais de 30% a geração F₁ dos parasitoides de ovos.

Resultados adversos ao trabalho anterior também são relatados na literatura. Avaliando a seletividade de produtos naturais sobre *T. podisi*, o produto Natuneem[®], que possui em sua composição óleo de Neem e óleo de mamona, foi o único produto utilizado no bioensaio que apresentou seletividade ao inseto em todos os parâmetros avaliados (porcentagem de parasitismo, porcentagem de emergência de adultos, período ovo-adulto e razão-sexual) para o parasitoide de ovos (SMANIOTTO et al., 2013).

Ainda avaliando efeitos de produtos naturais formulados sobre parâmetros biológicos de *T. podisi*, os produtos Baculovirus AEE[®], Dipel[®], Neemseto[®] (óleo de neem), Arrast[®] (extrato de *Deguelia utilis* 4%), não apresentaram interferência significativa para as variáveis percentual de parasitismo e percentual de emergência em até cinco dias após a emergência dos adultos. Tais resultados evidenciam que estes produtos, nas dosagens utilizadas não apresentam interferência sobre tais parâmetros biológicos, possibilitando o seu uso em associação com o parasitoide (SILVA; BUENO, 2014).

Trabalhos de seletividade de parasitoides a inseticidas sintéticos também são importantes. Em lavouras de arroz irrigado, Pazini et al (2017) concluíram que inseticidas neurotóxicos a base de cipermetrina, zeta-cipermetrina, lambda-cialotrina, etofenprox, tiametoxam + lambda-cialotrina, acetamiprido + alfa-cipermetrina e bifentrina + alfa-cipermetrina + carbosulfano apresentaram-se significativamente prejudiciais as taxas de parasitismo e emergência do parasitoide *T. podisi*. Resultados semelhantes para a mesma espécie também são descritos por Stecca et al (2017) e Zantedeschi et al (2018).

Em estudos semelhante avaliando o efeito subletal de inseticidas sintéticos sobre o parasitoide *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), Paiva; Beloti; Yamamoto (2018) constataram que os inseticidas sintéticos a base de

teflubenzuron, indoxacarbe, flubendiamida, acefato, clorantraniliprole e metoxifenoazida não apresentaram efeitos deletérios sobre o parasitismo. Em contrapartida, inseticidas sintéticos a base de clorfenapir, clorpirifós e lambda-cialotrina + tiametoxam reduziram 77,4%, 98,5% e 96,1%, respectivamente, o percentual de parasitismo de *T. pretiosum*.

Testes de seletividade de produtos a agentes do controle biológico são fundamentais ao sucesso da associação de técnicas, inteirando as premissas básicas do MIP. Sabendo-se do potencial inseticida de derivados de *Ricinus communis*, bem como a importância do parasitoide de ovos em programas de controle de percevejos fitófagos, especialmente para *E. heros*, o presente trabalho buscou atender a demanda em estudos voltados a seletividade de produtos naturais sobre parâmetros biológicos do parasitoide de ovos *Telenomus podisi*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em sala de criação de insetos, em condições controladas, a temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa (UR%) de $75 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 h. nos laboratórios de Controle Biológico I e II da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos (UTFPR-DV). Foram realizados quatro diferentes bioensaios: (1) Teste com chance de escolha; (2) Teste sem chance de escolha pré-parasitismo e (3) Teste sem chance de escolha pós-parasitismo e (4) Teste sobre adultos. Os bioensaios foram conduzidos

3.1 OBTENÇÃO DO EXTRATO HEXÂNICO E DOS INSETOS

Os frutos de *R. communis* foram coletados (Figura 2) em área de vegetação nativa, próximo a comunidade de Nova Lurdes, interior do município de São João – PR, sobre as coordenadas de latitude e longitude $25^\circ46'45.70''\text{S}$, $52^\circ51'8.16''\text{O}$ e altitude de 509 metros. A mesma foi realizada no mês de dezembro de 2018, durante o período vespertino, entre as 15h e as 17h.

Para fins de identificação botânica e registro de exemplares, confeccionou-se uma exsicata da espécie coletada e a mesma foi depositada no herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) sob o registro DVPR 6012. O material vegetal coletado permaneceu em secagem em sombra por aproximadamente 24 h a temperatura ambiente ($\pm 25^\circ\text{C}$). Na sequência foi acondicionado em papel tipo Kraft (60 X 80 cm), permanecendo em estufa de secagem de circulação forçada por 48 h a 60°C . Após a secagem completa e avaliação do peso constante, tanto dos frutos como das sementes de *R. communis*, realizou-se a trituração em moinho de facas tipo Willey (ALPAX), até a obtenção de um pó fino com granulometria aproximada de 0,5 mm (Figura 02). Em seguida, para o preparo dos extratos, diluiu-se 20 g do pó em 200 mL de álcool 80%, em recipientes Erlenmeyer com capacidade de 250 mL.

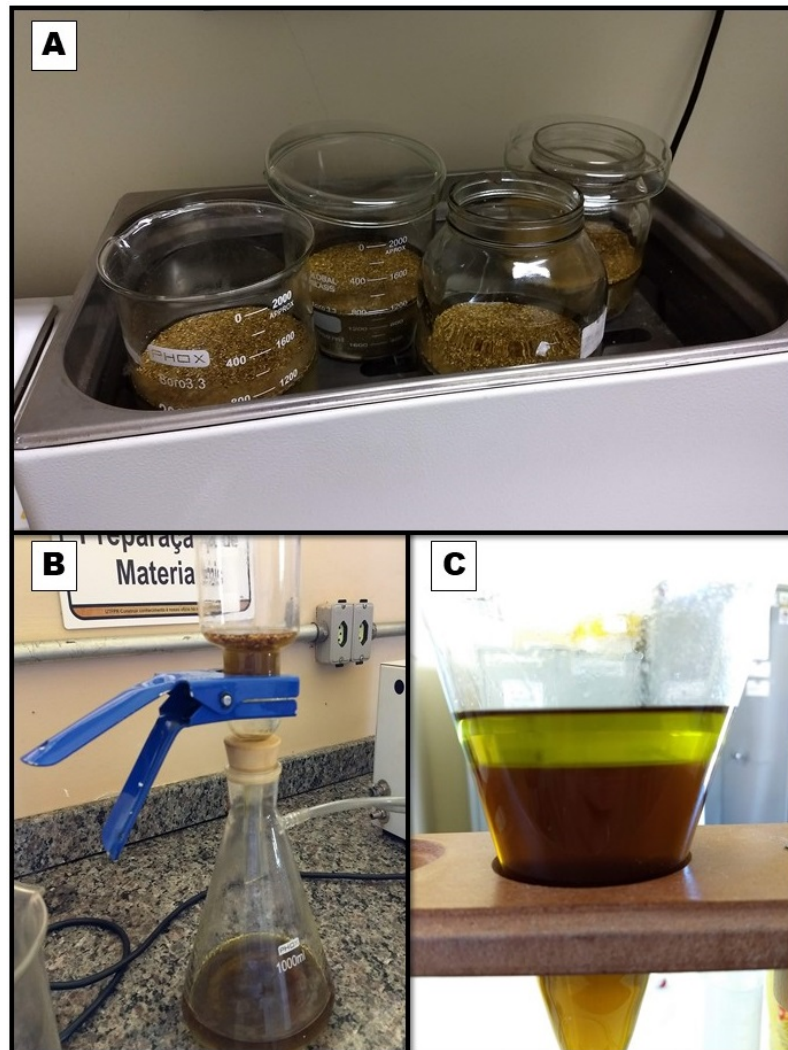
Figura 2 - Etapas iniciais do processo de obtenção do material vegetal utilizado. A) Coleta dos frutos e sementes de *Ricinus communis* em vegetação nativa, no interior do município de São João – PR. B) Separação do material vegetal, deixando somente os frutos secarem a sombra, por 24 horas. C) Processo de trituração em moinho de facas tipo Willey. D) Obtenção do pó com granulometria de 0,5 mm após o processo de trituração.



O pó em mistura com o álcool 80% foi colocado em banho de água termostaticado a 60°C por 30 minutos. Posteriormente o extrato obtido foi filtrado em um balão Kitasato, com membrana filtrante de 8 μ , marca UNIFIL, com o auxílio da bomba a vácuo (TECNAL - TE058), em pressão constante de 1,2 Kgf/cm² (Figura 03). Após a filtragem, o extrato foi submetido ao processo de rotaevaporação, em evaporador rotativo (MARCONI – MA 120), sob temperatura entre 55 a 60°C, acoplado a uma bomba de vácuo sob pressão constante de 0,35 Kgf/cm² para a retirada do álcool 80%. Após a retirada do álcool, os compostos restantes foram resuspendidos em água destilada até atingir novamente o volume de 200 mL, sendo denominado extrato bruto.

O extrato bruto foi fracionado por meio da técnica de extração líquido-líquido (SNYDER; KIRKLAND; GLAJCH, 1997). Com o auxílio de um funil de separação com capacidade volumétrica de 1.000 mL colocou-se o volume de 250 mL do extrato bruto de *R. communis* e 250 mL do extrator hexano. A mistura foi agitada manualmente por cerca de um minuto para obter maior homogeneização e após 15 minutos de repouso, ocorreu a separação de duas fases (Figura 03). O extrato bruto ficou depositado na parte inferior do funil e a fração hexânica na parte superior, sendo coletada a parte de interesse através da torneira do funil de separação.

Figura 3 – Processo de obtenção do extrato hexânico: A) Procedimento de banho de água termostaticado dos materiais vegetais a 60°C durante 30 minutos. B) Procedimento de filtragem com auxílio do balão Kitasato e da membrana filtrante. C) Funil de separação com o detalhe das duas fases (extrato bruto na parte inferior e fração hexânica na parte superior) após extração pela técnica de líquido-líquido.



A fração hexânica foi novamente encaminhada para o evaporador rotativo (MARCONI – MA 120) em temperatura de 42 a 45°C, para a remoção completa dos solventes. Em seguida a fração hexânica foi diluída em álcool 90% para a obtenção das diferentes concentrações utilizadas neste trabalho: 0,5%, 1,0% e 2,0% (Figura 04).

Figura 4 – Processo de rotaevaporação e o extrato em diferentes concentrações: A) Evaporador rotativo em processo de extração dos solventes e obtenção da fração hexânica. B) Diferentes concentrações de extrato hexânico de *Ricinus communis* utilizados nos experimentos.



A escolha das concentrações do extrato hexânico foi realizada, baseando-se no trabalho de Warmling (2018), no qual foi verificado que a Concentração Letal Média (CL₅₀) do extrato hexânico de *R. communis* para larvas de *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) foi de 0,02 (2,0%). O extrato hexânico foi

armazenado em frasco Erlenmeyer e acondicionado em refrigerador (4°C) ao abrigo da luz, por 72 h até a realização dos bioensaios.

Ovos de *E. heros* não parasitados foram adquiridos comercialmente por meio da empresa PROMIP – Manejo Integrado de Pragas, sediada na região metropolitana de Campinas – SP, especializada na criação e comercialização de agentes de controle biológico. Até a realização dos bioensaios, os ovos não parasitados foram acondicionados em refrigerador, por no máximo 24 h, à temperatura de aproximadamente 4°C. Paralelamente, para a obtenção dos adultos de *T. podisi*, ovos de *E. heros* parasitados por *T. podisi* foram fornecidos pelo laboratório de Entomologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Soja, sediada em Londrina – PR. Os ovos parasitados foram acondicionados em frascos plásticos com capacidade volumétrica de 1.000 mL e mantidos em câmara climatizada a temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12 h até a emergência dos adultos e utilização nos bioensaios. Como alimento para os adultos de *T. podisi* foi disponibilizado um filete de mel na parede do recipiente plástico.

3.2 SELETIVIDADE DO EXTRATO HEXÂNICO DE *Ricinus communis* SOBRE *Telenomus podisi*

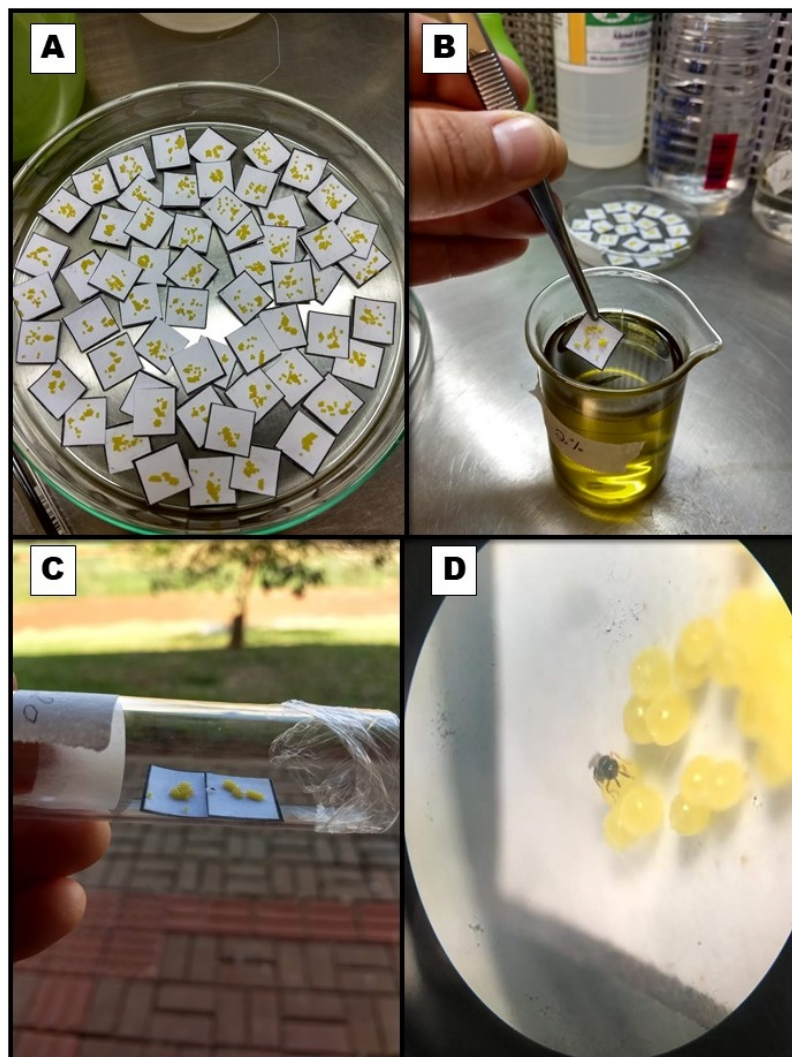
Foram preparadas cartelas de papel sulfite (1,5 × 1,5 cm) e, com o auxílio de um pincel de cerdas finas, foi aplicado cola atóxica a base de farinha de trigo e água destilada (3:1) em um dos lados da cartela. Em seguida, 25 ovos de *E. heros*, não parasitados e com até 48 h foram fixados verticalmente em cada cartela. Os tratamentos foram constituídos pelo extrato hexânico de *R. communis* (EHRC) nas concentrações 0,5%, 1,0% e 2,0% e a testemunha (álcool etílico 90%).

3.2.1 Bioensaio 1: Teste Com Chance de Escolha

Para cada tratamento (concentração) foram preparadas 40 cartelas contendo ovos de *E. heros* não parasitados (Figura 05). As concentrações do EHRC foram preparadas conforme descrito no item 3.1 e, em seguida, das 40 cartelas, 20 (repetições), com o auxílio de uma pinça, foram imersas por cerca de um segundo nos tratamentos e as outras 20 cartelas foram imersas em álcool 90% (testemunha). Após

o processo de imersão, as cartelas foram dispostas em câmara de fluxo laminar por aproximadamente 2 h para a secagem das mesmas.

Figura 5 - A) Placa de Petri contendo cartelas de papel sulfite (1,5 X 1,5 cm) com 25 ovos de *Euschistus heros* em cada. B) Imersão da cartela de papel sulfite com ovos de *E. heros* em diferentes concentrações do extrato hexânico de *Ricinus communis*. C) Tubo de vidro de fundo chato, contendo duas cartelas, juntamente com uma fêmea de *T. podisi*. D) Fêmea de *T. podisi* realizando o processo de reconhecimento e oviposição sobre ovos de *E. heros*.



Após a secagem, duas cartelas (uma com tratamento e outra com a testemunha) foram arranjadas em um tubo de vidro de fundo chato (25 × 100 mm), juntamente com uma fêmea *T. podisi*, com no máximo 48 h de emergência (Figura 05). Após este procedimento os tubos foram vedados com filme de PVC, identificados e mantidos em sala climatizada por 24 h a temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa (UR%) de $75 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 h, quando então as fêmeas foram removidas

e os tubos com as cartelas foram mantidos no mesmo ambiente climatizado até a emergência, conforme Potrich et al. (2009).

As avaliações foram realizadas a partir do quinto dia, quantificando-se o número de ovos parasitados em cada cartela. Para a avaliação dos ovos parasitados utilizou-se metodologia adaptada de Vinson (1997), realizando a identificação através da coloração enegrecida. Foi realizado a avaliação do percentual de emergência dos adultos, conforme fórmula descrita no tópico 3.4.

3.2.2 Bioensaio 2: Teste Sem Chance de Escolha (Pré-Parasitismo)

Neste bioensaio os tratamentos foram individualizados, utilizando 20 cartelas (repetições), com ovos de *E. heros* não parasitados, imersos nas diferentes concentrações do EHRC (0,5%, 1,0% e 2,0%) ou na testemunha, como descrito para o bioensaio 1.

O procedimento adotado para a oviposição de fêmeas de *T. podisi* e as condições de acondicionamento foram as mesmas descritas para o bioensaio 1. A avaliação do parasitismo foi realizada ao quinto dia, quantificando-se o número de ovos parasitados, conforme Vinson (1997). Os demais parâmetros avaliados foram: percentual de emergência, razão sexual, período ovo-adulto e longevidade, conforme fórmulas descritas no tópico 3.4.

3.2.3 Bioensaio 3: Teste Sem Chance de Escolha (Pós-Parasitismo)

Foram preparadas 20 cartelas com ovos de *E. heros* para cada tratamento e testemunha. Em tubos de vidro de fundo chato, foi individualizado para cada cartela (repetição), uma fêmea de *T. podisi* de até 72 h de emergência, sendo acondicionados em câmara climatizada nas mesmas condições descritas no bioensaio 1.

Após 24h, as fêmeas foram retiradas e as cartelas foram imersas nos tratamentos e na testemunha, adotando-se os mesmos procedimentos já descritos. Após a imersão, as cartelas foram dispostas em câmara de fluxo laminar por aproximadamente 2 h para a secagem das mesmas. Posteriormente, as cartelas foram novamente individualizadas nos tubos de vidro, retornando para a câmara climatizada nas mesmas condições já descritas. Os parâmetros biológicos avaliados foram os mesmos descritos no bioensaio 2.

3.2.3 Bioensaio 4: Efeito do Extrato Hexânico de *Ricinus communis* Sobre Adultos de *Telenomus podisi*

No bioensaio com adultos de *T. podisi*, os insetos foram expostos a tratamentos com resíduos secos do EHRC em três diferentes tempos de exposição (4, 7 e 10 minutos). Utilizou-se como referência o tempo médio de 7 minutos para o processo de parasitismo de *T. podisi* em ovos de *E. heros* conforme Aquino (2011).

Os tratamentos contaram do EHRC na concentração de 2,0%, inseticida Engeo Pleno S[®] (tiametoxam 28,2 g + lambda-cialotrina 21,2 g i.a.ha⁻¹), na dosagem de 200 mL p.c.ha⁻¹ e das testemunhas (álcool 90% e água destilada). A concentração do EHRC foi preparada conforme descrito no item 3.1.

Adultos de *T. podisi* (machos e fêmeas) com até 48 h, foram previamente separados em tubos de fundo chato (25 × 100 mm). Paralelamente os tratamentos e testemunha foram pulverizados em placas de Petri (90 X 15 mm), tanto na parte superior como também inferior, com o auxílio de aerógrafo (ESTEULA – BC61) acoplado a uma bomba a vácuo (TECNAL - TE058), em pressão constante de 1,05 Kgf/cm². O volume aplicado foi de 0,42 mL por área de placa, simulando valor aproximado de volume de calda de 150 L.ha⁻¹. Após a aplicação, as placas permaneceram abertas em câmara de fluxo laminar durante um período de 60 minutos até a evaporação completa dos líquidos. Para cada tratamento foram preparadas quatro placas (repetições) e cada repetição sendo constituída por 20 adultos do parasitoide.

Com o intuito de facilitar o manuseio, os adultos de *T. podisi* foram previamente anestesiados com CO₂ por 30 segundos. Na sequência os insetos foram soltos nas placas com os diferentes tratamentos e cronometrou-se o tempo de exposição/caminhamento (4, 7 e 10 minutos). Após, os insetos foram remanejados em novas placas livres de tratamentos e acondicionados em sala climatizada a temperatura de 26 ± 2 °C, umidade relativa (UR%) 75 ± 10% e fotoperíodo de 12 h. A avaliação foi realizada após 24 h, quantificando o número de mortos.

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a definição das variáveis: percentual de parasitismo, percentual de emergência, razão sexual, duração do período ovo-adulto e a longevidade, foram utilizadas as equações descritas abaixo.

Percentual de parasitismo: para cada tratamento ou testemunha foi considerado o número de ovos por cartela (25) como sendo 100%, seguindo a equação: $Pp = n \cdot 100 / 25$, na qual: Pp = Percentual de parasitismo; n = número de ovos parasitados, 25 = ovos por cartela.

Percentual de emergência: utilizou-se a equação: $Pe = (Te / To) * 100$, na qual: Pe = Percentual de emergência; Te = Total de emergidos e To = Total de ovos parasitados.

Razão sexual: foi calculada através da equação: $R = Tf / (Tm + Tf)$, onde: R = Razão sexual; Tm = Total de machos e Tf = Total de fêmeas.

Período ovo-adulto: foi calculado pela fórmula: $[(np \cdot d1) + (np \cdot d2) + (np \cdot d3) \dots + (np \cdot dn / To)]$, na qual: np = Número de parasitoides emergidos no dia; d = Dia em que os parasitoides emergiram; dn = Total de dias que houve emergência e To = Total de parasitoides emergidos em todos os dias.

Longevidade: foi calculada seguindo a fórmula: $[(npm \cdot d1) + (npm \cdot d2) + (npm \cdot d3) \dots + (npm \cdot dn / TMo)]$, onde: npm = Número de parasitoides mortos no dia; d = Dia em que os parasitoides morreram; dn = Total de dias em que houve mortes; TMo = Total de parasitoides mortos em todos os dias.

Os resultados foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade nos resíduos (Teste de Lilliefors) e da homogeneidade da variância dos tratamentos (teste de Bartlett). Os dados do bioensaio 1 foram comparados pelo teste t ($p \geq 0,05\%$). Para os bioensaios 2, 3 e 4, como os dados não apresentaram a distribuição normal, realizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis a 5% de significância. Os testes pré e pós-parasitismo dos bioensaios 2 e 3 foram comparados utilizando-se o teste de Mann Whitney. Todos os procedimentos estatísticos foram mediados com o auxílio do software Microsoft Excel® e o programa estatístico Rbio® (BHERING, 2017).

4 RESULTADOS

4.1 SELETIVIDADE DO EXTRATO HEXÂNICO DE *Ricinus communis* SOBRE *Telenomus podisi*

4.1.1 Teste Com Chance de Escolha

A preferência de parasitismo de fêmeas de *T. podisi* foi significativamente maior por ovos não tratados com o EHRC. Observou-se ainda que para o percentual de emergência de adultos dos ovos parasitados não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados e as respectivas testemunhas (Tabela 2).

Tabela 2 - Preferência de parasitismo (\pm EP) e % de emergência (\pm EP) de *Telenomus podisi* em ovos de *Euschistus heros* tratados com diferentes concentrações do EHRC e testemunha. Temperatura $26 \pm 2^\circ\text{C}$, 12 h de fotoperíodo e U.R. de $75 \pm 10\%$. Dois Vizinhos - PR.

Tratamento	% ovos parasitados	% de emergência
TESTEMUNHA	61,20 \pm 7,01a	81,26 \pm 6,49a
EHRC (0,5%)	44,20 \pm 6,18b	82,22 \pm 8,15a
<i>p</i> -valor	0,02	0,91
TESTEMUNHA	63,80 \pm 6,71a	84,43 \pm 7,07a
EHRC (1,0%)	24,40 \pm 4,41b	94,44 \pm 5,01a
<i>p</i> -valor	0,07	0,13
TESTEMUNHA	67,40 \pm 7,05a	88,61 \pm 6,86a
EHRC (2,0%)	16,20 \pm 3,64b	81,52 \pm 9,18a
<i>p</i> -valor	0,01	0,21

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste t ($p \leq 0,05$).

4.1.2 Teste Sem Chance de Escolha (Pré e Pós-Parasitismo)

Observa-se que o percentual de parasitismo de *T. podisi* nos ovos de *E. heros* imersos nas diferentes concentrações do EHRC é menor à medida que a concentração é aumentada. Na avaliação pré-parasitismo, para os tratamentos EHRC (1,0%) e EHRC (2,0%) os percentuais de parasitismo foram significativamente menores, comparados a testemunha (álcool etílico 90%), sendo que os ovos de *E. heros* imersos no EHRC (2,0%) apresentaram o menor percentual de parasitismo

(26,40%), diferindo significativamente também dos demais tratamentos. De forma semelhante, no teste pós-parasitismo, verificou-se que o EHRC (2,0%) afetou negativamente o parasitismo, com menor percentual de ovos parasitados (23,20%), diferindo significativamente dos demais tratamentos e da testemunha (Tabela 3).

Tabela 3 - Percentual de parasitismo (\pm EP) de *Telenomus podisi* em ovos de *Euschistus heros* imersos em diferentes concentrações do EHRC e testemunha. Temperatura $26 \pm 2^\circ\text{C}$, 12 h de fotoperíodo e U.R. de $75 \pm 10\%$. Dois Vizinhos - PR.

Percentual de Parasitismo			
Tratamento	Pré-Parasitismo	Pós-Parasitismo	<i>p</i> -valor
Testemunha	90,60 \pm 1,84aA	48,80 \pm 7,46aB	$\leq 0,05$
EHRC (0,5%)	76,70 \pm 6,72abA	56,80 \pm 6,15aB	$\leq 0,05$
EHRC (1,0%)	63,00 \pm 5,26bA	51,60 \pm 6,89aA	$\geq 0,05$
EHRC (2,0%)	26,40 \pm 4,14cA	23,20 \pm 3,88bA	$\geq 0,05$
<i>p</i> -valor	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Kruskal Wallis ($p \leq 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Mann Whitney (teste U) ($p \leq 0,05$).

Ao se comparar as médias de parasitismo entre os dois testes (pré e pós-parasitismo), observa-se que para os tratamentos EHRC (1,0%) e EHRC (2,0%) os percentuais de ovos parasitados não diferiu significativamente. Já para os ovos *E. heros* imersos no EHRC (0,5%) e testemunha as médias são significativamente menores no teste pós-parasitismo (Tabela 3).

Para o percentual de emergência e a razão sexual de adultos de *T. podisi*, após imersão dos ovos de *E. heros* nas diferentes concentrações do EHRC, observou-se que nenhuma das concentrações afetou estes parâmetros, visto que não houve diferença significativa entre as médias. Também não observou diferença entre as médias de parasitismo na comparação entre os dois testes (pré e pós-parasitismo) (Tabela 4)

Tabela 4 - Emergência (%) (\pm EP) e Razão Sexual (\pm EP) de adultos de *Telenomus podisi* emergidos de ovos de *Euschistus heros* imersos em diferentes concentrações do EHRC e testemunha, previamente e após o parasitismo de *T. podisi*. Temperatura $26 \pm 2^\circ\text{C}$, 12 h de fotoperíodo e U.R. de $75 \pm 10\%$. Dois Vizinhos - PR.

Percentual de Emergência			
Tratamento	Pré-Parasitismo	Pós-Parasitismo	P-valor
Testemunha	51,42 \pm 5,21aA	40,02 \pm 7,70aA	$\geq 0,05$
EHRC (0,5%)	47,77 \pm 5,41aA	39,89 \pm 4,25aA	$\geq 0,05$
EHRC (1,0%)	56,95 \pm 5,39aA	46,36 \pm 6,52aA	$\geq 0,05$
EHRC (2,0%)	51,07 \pm 6,19aA	37,28 \pm 9,32aA	$\geq 0,05$
<i>p</i> -valor	$\geq 0,05$	$\geq 0,05$	
Razão Sexual			
Tratamento	Pré-Parasitismo	Pós-Parasitismo	<i>p</i> -valor
Testemunha	0,74 \pm 0,06aA	0,73 \pm 0,07aA	$\geq 0,05$
EHRC (0,5%)	0,64 \pm 0,08aA	0,78 \pm 0,07aA	$\geq 0,05$
EXRC (1,0%)	0,70 \pm 0,07aA	0,77 \pm 0,06aA	$\geq 0,05$
EXRC (2,0%)	0,76 \pm 0,08aA	0,80 \pm 0,03aA	$\geq 0,05$
<i>p</i> -valor	$\geq 0,05$	$\geq 0,05$	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Kruskal Wallis ($p \leq 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Mann Whitney (teste U) ($p \leq 0,05$).

Os diferentes tratamentos à base do EHRC também não alteraram significativamente o período ovo-adulto e nem a longevidade, tanto para machos e fêmeas em ambos os testes (pré e pós-parasitismo) (Tabela 5).

Tabela 5 - Período ovo-adulto (DIAS± EP) e longevidade média (DIAS± EP) de *Telenomus podisi* em ovos de *Euschistus heros* imersos em diferentes concentrações de extrato hexânico de *Ricinus communis* e testemunha. Temperatura $26 \pm 2^\circ\text{C}$, 12 h de fotoperíodo e U.R. de $75 \pm 10\%$. Dois Vizinhos – PR

PERÍODO OVO-ADULTO						
Tratamento	Fêmea			Macho		
	Pré-Parasitismo	Pós-Parasitismo	<i>p</i> -valor	Pré-Parasitismo	Pós-Parasitismo	<i>p</i> -valor
TEST	13,43 ± 0,08aA	13,39 ± 0,07aA	≥0,05	12,18 ± 0,74aA	12,58 ± 0,10aA	≥0,05
EHRC (0,5%)	13,55 ± 0,09aA	13,67 ± 0,12aA		12,91 ± 0,12aA	13,10 ± 0,12aA	
EXRC (1,0%)	13,66 ± 0,09aA	13,63 ± 0,10aA		12,73 ± 0,13aA	12,80 ± 0,14aA	
EXRC (2,0%)	13,46 ± 0,09aA	13,54 ± 0,09aA		12,69 ± 0,11aA	12,69 ± 0,15aA	
<i>p</i> -valor	≥0,05			≥0,05		

LONGEVIDADE						
Tratamento	Fêmea			Macho		
	Pré-Parasitismo	Pós-Parasitismo	<i>p</i> -valor	Pré-Parasitismo	Pós-Parasitismo	<i>p</i> -valor
TEST	3,92 ± 0,16aA	4,19 ± 0,08aA	≥0,05	4,09 ± 0,16aA	4,62 ± 0,09aA	≥0,05
EHRC (0,5%)	4,00 ± 0,14aA	4,10 ± 0,21aA		4,00 ± 0,15aA	4,52 ± 0,11aA	
EXRC (1,0%)	3,97 ± 0,14aA	4,19 ± 0,10aA		3,97 ± 0,14aA	4,26 ± 0,11aA	
EXRC (2,0%)	4,11 ± 0,16aA	4,08 ± 0,12aA		4,15 ± 0,22aA	4,31 ± 0,15aA	
<i>p</i> -valor	≥0,05			≥0,05		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Kruskal Wallis ($p \leq 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Mann Whitney (teste U) ($p \leq 0,05$).

4.2 EFEITO DO EXTRATO HEXÂNICO DE *Ricinus communis* SOBRE ADULTOS DE *Telenomus podisi*

Quando adultos de *T. podisi* foram expostos durante quatro minutos aos resíduos secos dos tratamentos, verificou-se que a mortalidade causada por Engeo Pleno S (100,0 %) foi significativamente maior que a mortalidade causada por EHRC 2,0% (57,5%). Porém, ambos apresentaram mortalidade significativamente superior aos observados para as testemunhas álcool 90% e água destilada (Tabela 6).

Tabela 6 – Mortalidade (%) (\pm EP) de adultos de *Telenomus podisi*, 24 h após a exposição, durante diferentes tempos, a resíduos secos EHRC (2%) , Engeo Pleno S[®], álcool 90% e água destilada, em laboratório. Temperatura $26 \pm 2^\circ\text{C}$, 12 h de fotoperíodo e U.R. de $75 \pm 10\%$. Dois Vizinhos – PR.

Tratamentos	4 minutos	7 minutos	10 minutos
EHRC (2,0%)	57,5 \pm 15,87 bA	85,0 \pm 2,88 aA	77,5 \pm 12,99 aA
Engeo Pleno S [®]	100,0 \pm 0,00 aA	100,0 \pm 0,00 aA	100,0 \pm 0,00 aA
Álcool 90%	10,0 \pm 0,00 cB	27,5 \pm 4,33 bA	10,0 \pm 2,88 bB
Água destilada	10,0 \pm 2,88 cA	7,5 \pm 4,33 cA	20,0 \pm 2,88 bA
<i>p</i> -valor	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$

Já para os tempos de exposição de sete e 10 minutos aos resíduos secos, a mortalidade dos adultos de *T. podisi* (85,0 % e 77,5%, respectivamente) não diferiram da mortalidade causada pelo inseticida sintético (100%) e foram significativamente eminentes as mortalidades observadas nas testemunhas. Ao se analisar a mortalidade de adultos de *T. podisi* entre os tempos de exposição aos resíduos, observa-se que não há diferença significativa tanto para o EHRC 2%, quanto para o inseticida comercial (Tabela 6).

5 DISCUSSÃO

A agricultura no cenário atual divide espaço entre o aumento de produtividade e a dificuldade de controle de pragas, doenças e plantas invasoras. Tais vulnerabilidades demandam cada vez mais ferramentas avançadas, metodologias aprimoradas, expertise sobre as técnicas de controle, aliando a eficiência com menores efeitos colaterais ao meio ambiente.

O estudo e uso de extratos vegetais para o controle de insetos-praga, apresenta-se como uma tendência mundial, em virtude dos benefícios em comparação aos inseticidas sintéticos, além da possibilidade de exploração de inúmeros compostos ainda não conhecidos. O uso de extratos associado a outras estratégias de controle, como agentes de controle biológico, pode configurar em métodos eficientes ao controle de diferentes insetos-praga e ao mesmo tempo pouco danosos ao meio ambiente. Porém a associação de métodos deve antes ser avaliada quanto aos efeitos colaterais.

Nesta perspectiva, se faz necessário pesquisas voltadas a seletividade de extratos com potencial inseticida, sobre agentes benéficos presentes nos agroecossistemas, como os parasitoides, outros inimigos naturais e polinizadores. Com tal viés, este trabalho propôs avaliar a seletividade de diferentes concentrações do extrato hexânico de *Ricinus communis*, potencial inseticida para *C. includens*, sobre aspectos biológicos do parasitoide de ovos *Telenomus podisi*, em condições de laboratório.

Durante o processo de oviposição, as fêmeas de *T. podisi* utilizam-se de estímulos visuais e olfativos no processo de reconhecimento e localização do hospedeiro, além de também utilizar estímulos gustativos para a aceitação dos mesmos (VINSON, 1997). Deste modo, a presença de algumas substâncias pode interferir sobre o reconhecimento e aceitação do hospedeiro, de forma que numa situação de possibilidade de escolha, a preferência pela oviposição se dará por ovos livre de tais substâncias.

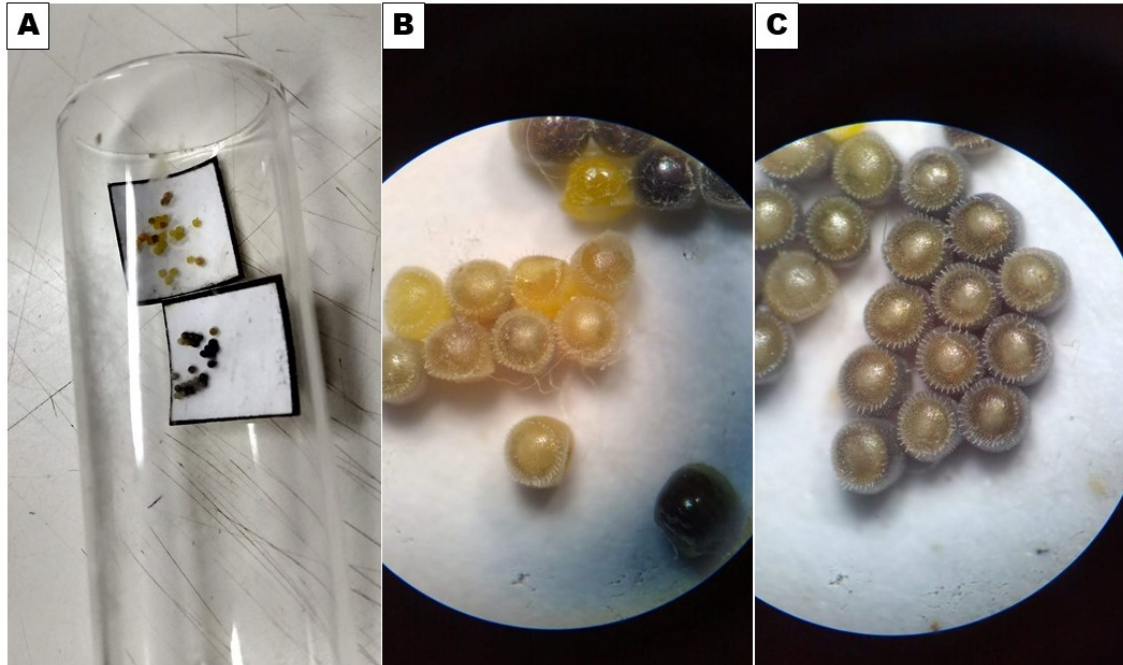
O efeito repelente de *R. communis* também já foi verificado em estudos com outros insetos. Em trabalho desenvolvido por Cortez-Rocha et al. (1993), os autores verificaram que extratos aquosos de mamona (10%) aplicados sobre as sementes de *Phaseolus vulgaris* var. 'UI 114' causaram repelência sobre adultos do gorgulho do

feijão *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae). Em trabalho semelhante, o extrato aquoso de mamona apresentou também resultados de repelência (8,0%) sobre o adulto da broca-da-bananeira *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) (PAVARINI; ANSANTE; CACERES, 2010).

Em estudos desenvolvidos por Pacheco-Sánchez et al (2012), o extrato hidroalcolólico de *R. communis*, na concentração de 1%, repeliu adultos de *Scyphophorus acupunctatus* (Gyllenhaal, 1838) (Coleoptera: Curculionidae) em 66% para fêmeas e de até 53% para machos desta espécie. Neste segmento do uso de *R. communis* para a ação repelente, Cerne e Rodríguez (2014) enfatizam a mamona como sendo uma planta que pode ser utilizada como uma barreira em áreas de cultivos ou até mesmo próximo a casas com o intuito de repelir insetos.

A ação de repelência de *R. communis* observada para *T. podisi* é provavelmente devido a presença de alcaloides e terpenos no endosperma das sementes desta espécie, conforme proposto por Cerna e Rodríguez (2014). Os resultados obtidos neste estudo (Tabela 2) corroboram com estas informações, como também observado visualmente a maior preferência de parasitismo de fêmeas de *T. podisi* por cartelas sem a presença de resíduos do extrato hexânico de *R. communis* (Figura 06).

Figura 6 - A) Cartelas contendo ovos de *Euschistus heros*, cinco dias após a oviposição de fêmeas de *Telenomus podisi*. B) e C) Ovos de *E. heros* apresentando coloração amarela natural sem sinais de parasitismo e ovos com coloração enegrecida, sinalizando o desenvolvimento da fase juvenil do parasitoide *T. podisi* de acordo com metodologia adaptada por Vinson (1997).



Os terpenos se destacam por serem a classe com a maior diversidade química estrutural, apresentando diferentes subgrupos em sua classificação. Basicamente a ação inseticida deste grupo está associada a inibição da acetilcolinesterase. Na literatura também são descritas atividades relacionadas ao retardamento ou inibição do crescimento dos insetos, redução da capacidade reprodutiva, além de ação sobre o hábito alimentar (VIEGAS JÚNIOR, 2003).

Já os alcaloides apresentam efeitos no sistema nervoso, possuindo em sua composição ao menos uma ligação de nitrogênio, sendo um composto orgânico cíclico com caráter alcalino. Estão associados a efeitos repelentes ou atrativos a insetos (VIZZOTTO; KROLOW; WEBER, 2010). Os extratos vegetais possuem uma grande diversidade de substâncias que podem apresentar atividade inseticida, tal fato não é diferente para *R. communis* (ROSSI et al., 2012).

De acordo com Cazal et al (2009), *R. communis* se destaca pela presença do alcaloide ricinina, apresentando efeito inseticida, porém com baixa toxicidade, trata-se de um alcaloide presente tanto nas folhas como nas sementes, sendo solúvel em água, álcool, éter e clorofórmio. E também a presença da ricina, considerada uma proteína tóxica, indicada nos EUA como uma ameaça potencial à população, sendo

restrita à sua comercialização na forma de produtos formulados. A ricina é considerada tóxica por ser inativadora de ribossomo, impedindo a síntese de novas proteínas e ocasionando a morte celular (LIMA; MOREIRA; ARAGÃO, 2013).

Resultados de cromatografia para extratos hexânicos de folhas de *R. communis* também evidenciaram a presença de diferentes substâncias com potencial inseticida. De acordo com Ramos-López et al (2012), os principais compostos foram o ácido linolênico (47,76%), ácido linoleico (15,28%), ácido palmítico (13,01%) e ácido esteárico (1,73%). Apesar do estudo em questão tratar do extrato hexânico de folhas, tais substâncias também podem estar presentes em demais partes vegetais da mamona, sendo possível correlacionar com os dados de seletividade obtidos no presente trabalho.

Conforme observado na Tabela 3 (pré-parasitismo), com o aumento de concentração do EHRC, houve a redução do percentual de parasitismo, indicando neste caso uma maior rejeição para estes tratamentos. De acordo com Vinson (1997), na presença de uma maior quantidade de substâncias não desejáveis ou tóxicas ao desenvolvimento das proles, as fêmeas de *T. podisi* podem optar por não realizar o parasitismo.

Já para o teste de pós-parasitismo, uma possível explicação para o baixo percentual de parasitismo (23,20%) observado nos ovos de *E. heros* imersos no EHRC (2%), é de que o extrato possa ter penetrado o ovo do hospedeiro e ocasionado a morte do embrião do parasitoide, conforme também sugerido por Smaniotto et al (2013).

O efeito ovicida de extratos de *R. communis* pode ter ocorrido devido a presença da substância ricinina (SAMUEL et al., 2015). Em trabalhos desenvolvidos com extratos aquosos, metanólicos e de acetato de etila de cascas e folhas de *R. communis*, os autores evidenciaram que os extratos ($500 \mu\text{g. mL}^{-1}$) possuem a capacidade de corroer as camadas exo, meso e endo do córion dos ovos de *Phlebotomus duboscqui* (Diptera: Phlebotominae), ocasionando redução da eclosão em até 95%.

Nesse contexto, como não ocorreu o desenvolvimento do parasitoide não houve a deposição de substâncias nitrogenadas, que ocasionam a coloração enegrecida dos ovos. Mesmo que o percentual de parasitismo tenha sido menor na testemunha do teste pós-parasitismo, comparado ao pré-parasitismo, evidencia-se,

no teste pós-parasitismo a possível ação inseticida sobre o embrião do parasitoide, na maior concentração do EHRC.

Na literatura é possível encontrar resultados de atividade inseticida de *R. communis* sobre os mais diversos insetos-praga. Lima, Moreira e Aragão (2013) enfatizam que o Extrato etanólico das folhas e dos frutos de *R. communis*, na concentração de 10%, causou 75,49% de mortalidade a ninfas de mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) (biótipo B), na cultura da abóbora *Cucurbita moschata* (Duch).

Em outro trabalho semelhante, o óleo obtido a partir de folhas e frutos de *R. communis* foram avaliados quanto ao seu efeito inseticida sobre larvas do mosquito *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae). Os resultados demonstraram suscetibilidade das larvas de *A. aegypti* aos óleos de *R. communis* nas diferentes concentrações utilizadas (50 e 100 ppm), obtendo-se 100,0% de mortalidade no tempo de exposição de 5 h, para ambas as concentrações (NEVES et al., 2014).

Também, de acordo com Rampadarath e Puchooa, (2016), diferentes concentrações do extrato aquoso de *R. communis* (0,2, 0,4 e 0,8 mg.L⁻¹) causaram mortalidade significativa para larvas da mosca-das-frutas *Bactrocera zonata* (Saunders) (Diptera: Tephritidae). De acordo com os autores, a mortalidade média após 24 h foi de 41,6% para a concentração 0,2 mg. L⁻¹ e de 75,0% para a concentração de 0,8 mg. L⁻¹. Os solventes extratores, metodologias e espécies de insetos são diferentes, porém, evidenciam o potencial inseticida de *R. comunnis*.

Basicamente todas as partes vegetais de *R. communis* são tóxicas, porém as sementes se destacam por apresentarem concentrações elevadas das substâncias ricina e ricinina (LIMA; MOREIRA; ARAGÃO, 2013). Na literatura, as principais partes vegetais utilizadas para a obtenção dos extratos vegetais referem-se as sementes e os frutos de *R. communis*, assemelhando-se ao utilizado também nesta pesquisa. Porém, trabalhos com a utilização do hexano como solvente extrator são mais raros.

O hexano é um solvente capaz de extrair das plantas de *R. communis* alcaloides como a ricina e ricinina e demais substâncias como os terpenos e os lignoides. Tais substâncias podem apresentar ação antialimentar, ação hormonal, além da própria ação inseticida (CABRAL et al., 2000; HARMATHA; NAWROT, 2002). Porém os resultados desta fração sobre parasitoides e demais agentes de controle biológico ainda são ausentes no meio científico.

Em estudos com larvas de *C. includens*, diferentes concentrações do extrato hexânico de *R. communis* (10%, 5%, 2,5%, 1,25% e 0,625%) apresentaram resultados significativos de mortalidade. Os percentuais foram respectivamente de 93,30%, 73,30%, 60,00%, 48,30% e 30,00%, todos os tratamentos diferindo significativamente da testemunha (água destilada) (WARMLING, 2018), evidenciando o potencial inseticida desse extrato.

Resultados semelhantes aos observados por Warmiling (2018) para *C. includens*, utilizando o hexano como solvente extrator, também foram verificados para outros lepidópteros. O extrato hexânico das folhas de *Balfourodendron riedelianum* (Rutaceae) causou 80% de mortalidade para larvas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (MATOS et al., 2014). Para *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) extratos hexânicos de *Annona mucosa* (Annonaceae), nas concentrações de 2,0%, 4,0% e 8,0%, causaram mortalidade superior a 93,33% (HOFFMANN, PEREIRA e DALLACORT, 2016). Para o mesmo inseto-praga, a fração hexânica de *Andrographis paniculata* (Acanthaceae), na concentração de 0,5%, causou mortalidade de 85,00% (SOUSA-NETTO et al., 2018). Tais resultados enfatizam o potencial inseticida de extratos obtidos de frações hexânicas, seja a partir de *R. communis* ou de demais plantas com potencial inseticida.

Ainda são raros os trabalhos disponíveis a respeito de testes de seletividade de produtos naturais (extratos, óleos, caldas entre outros) sobre parasitoides e demais agentes de controle biológico. Especificamente sobre a seletividade de extrato hexânico de *R. communis* sobre *T. podisi* ainda não foi publicado nenhum trabalho semelhante.

Tais estudos são fundamentais para o desenvolvimento de estratégias a campo que se enquadrem dentro das premissas básicas do MIP. A tendência é justamente caminhar em direção a alternativas que possam atender as demandas do controle de insetos-praga, sem prejudicar inimigos naturais e insetos benéficos que se encontram no mesmo agroecossistema.

Tal tendência pode ser demonstrada no trabalho de Amoabeng et al, (2013) na qual os autores apresentaram que o extrato aquoso de *R. communis*, na concentração de 3%, foi eficaz na redução do número de mariposas *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) do repolho, *Brassica oleracea* var. capitata L. (Cruciferae), sendo potencialmente equivalente ao inseticida sintético Attack® (benzoato de

emamectina). Além disso, os autores relataram que o extrato também se apresentou como seguro para predadores generalistas, como as joaninhas *Coccinella magnifica* (Redtenbacher, 1843) (Coleoptera: Coccinellidae), moscas flutuantes *Episyrphus balteatus* (De Geer, 1776) (Diptera: Syrphidae) e aranhas (Araneae) presentes no mesmo agroecossistema.

Avaliando a toxicidade de diferentes insumos orgânicos comerciais ao parasitoide *T. podisi*, os produtos à base de óleo de Neem (Neemseto®) e de extrato vegetal do Timbó, *Deguelia utilis* (A.C.Sm) A. M. G. Azevedo (Leguminosae: Papilionoideae) (Arrast®) não interferiram significativamente sobre a emergência de adultos quando comparados a testemunha (água destilada) (SILVA; BUENO, 2014). Vale ressaltar que além dos extratos e óleos vegetais, pesquisas de seletividade para parasitoides de ovos envolvendo produtos comerciais formulados também são importantes para o avanço do conhecimento no assunto.

Resultados semelhantes ao trabalho anterior, também foram descritos para a espécie *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Em avaliações da seletividade de produtos naturais comerciais a base de óleo de casca de laranja (Orobor®) e óleo de Neem (Topneem®) tais produtos, tanto em testes de pré como em pós-parasitismo, não interferiram significativamente sobre a emergência de adultos, comparados as respectivas testemunhas (LUCKMANN et al., 2014).

É possível salientar que a escassez de informações sobre o extrato hexânico de *R. communis* pode estar relacionado ao fato deste não ser ainda um produto comercial. Como apresentado nos parágrafos anteriores, informações a respeito de produtos comerciais estão mais disponíveis no meio científico, em virtude da maior facilidade de obtenção.

Para os resultados de razão sexual diversas condições são importantes para a determinação do sexo de parasitoides, como por exemplo fatores ambientais, tempo de parasitismo e densidade populacional de fêmeas (CORRÊA-FERREIRA, 1993; VINSON, 1997; POTRICH et al., 2009). A qualidade do hospedeiro pode ser fator primordial para a definição da razão sexual, sendo que ovos de hospedeiro com maior valor e características nutricionais tendem a proporcionar maior número de fêmeas (VINSON, 1997).

De acordo com Vinson (1997), a escolha dos sexos dos parasitoides é realizada no momento da postura, o principal fator determinante é atribuído as características

nutricionais, químicas e físicas dos ovos do hospedeiro. Em condições adversas a preferência das fêmeas é pela escolha de progênies masculinas, possibilitando assim maiores chances de sobrevivência dos indivíduos. A razão sexual quando mais próxima aos extremos (0 ou 1) tende a ser negativa ao equilíbrio natural do ambiente. Em um agroecossistema, a ausência de fêmeas limita o número de reproduções e o excesso de fêmeas pode promover o fenômeno de partenogênese arrenótoca, sendo gerados apenas machos na geração seguinte. Ambas as situações são prejudiciais ao sucesso do parasitismo no ambiente (CORRÊA-FERREIRA, 1993; VINSON, 1997).

Resultados semelhantes ao encontrado neste trabalho para a razão sexual dos parasitoides adultos também são demonstrados por Bestete et al (2011). Após a aplicação do óleo de *R. communis*, na concentração de 3%, sobre ovos do hospedeiro não houve diferença significativa para a variável razão sexual em comparação a testemunha (água destilada). Tais resultados indicam que mesmo apresentando potencial inseticida e repelente, o fator razão sexual não é afetado por *R. communis*.

No mesmo sentido, o EHRC não afetou negativamente o desenvolvimento de *T. podisi*. A velocidade de desenvolvimento dos parasitoides está diretamente associada a qualidade nutricional dos ovos do hospedeiro. Na situação de ausência de nutrientes necessários, a emergência dos adultos pode ocorrer precocemente (VINSON, 1997).

Além disso os valores médios apresentados neste trabalho para o período ovo-adulto de machos e fêmeas de *T. podisi* foram semelhantes aos observados por Smaniotto et al (2013) para outros produtos naturais avaliados. De acordo com os autores, a duração média do período ovo-adulto variou de 12 a 13 dias, apresentando uma ligeira duração superior, mas não significativa para as fêmeas.

Apesar dos parâmetros razão sexual, longevidade e período ovo-adulto não serem afetados significativamente pelo extrato hexânico de *R. communis*, tais variáveis estão primordialmente relacionadas ao efeito inseticida e repelente. Ou seja, em situações de campo para a associação de tais ferramentas é necessário o desenvolvimento de estratégias que viabilizem a aplicação destas. Uma metodologia que poderia ser adotada é a utilização de cada técnica em diferentes épocas de desenvolvimento da cultura de interesse.

Além do efeito evidenciado do EHRC sobre o parasitismo e emergência, também há que se destacar o efeito inseticida sobre adultos de *T. podisi*. De acordo

com Aquino (2011) o tempo médio em que uma fêmea de *T. podisi* utiliza para realizar as etapas de encontro, tamborilamento, prova, oviposição, marcação, tempo de transição e limpeza foi em média de 7,5 minutos. De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, o EHRC apresentou mortalidade significativamente superior quando comparado as testemunhas (álcool 90% e água destilada).

Mesmo para o menor tempo de exposição (4 minutos), os resultados foram significativos para o efeito inseticida, sendo possível evidenciar que apenas o caminhar sobre ovos contaminados com EHRC pode promover a contaminação das fêmeas de *T. podisi*. Vale destacar que quanto maior for o tempo de exposição e caminhar do parasitoide sobre os resíduos secos, é possível também aumentar gradativamente as chances de contaminação.

Em trabalho com metodologia semelhante, Silva e Bueno (2014) avaliaram a exposição de adultos de *T. podisi* a resíduos secos de diferentes insumos orgânicos. De acordo com os autores, para os insumos orgânicos não houve resultados significativos sobre as variáveis porcentagem de parasitismo e porcentagem de emergência. Para o tratamento contendo o inseticida Lorsban EC® (Clorpirifós 384g/L) houve a redução significativa do percentual de parasitismo quando em comparação a testemunha (água destilada).

A exposição a superfície tratada com inseticidas sintéticos para o parasitoide *T. podisi* também é relatada por Barros et al (2018). De acordo com os autores, após 48 horas de exposição, os adultos de *T. podisi* apresentaram baixa taxa de sobrevivência para os princípios ativos clorfenapir (0,0%), clorantraniliprole (58,3%), espinosade (0,0%) e tiametoxam (0,0%). O resultado obtido neste trabalho para o princípio ativo do tiametoxam é semelhante aos resultados obtidos neste trabalho (Tabela 6).

Como visto anteriormente, os extratos vegetais tem diversas propriedades químicas e modos de ação que podem atuar nos insetos de diferentes formas, podendo ter efeitos tóxicos, inibir ou prejudicar a alimentação, retardar o crescimento ou ainda efeitos repelentes ou de atração (HIKAL; BAESHEN; SAID-AL AHL, 2017). A presença de substâncias como os terpenos, alcaloides, flavonoides e demais metabólitos secundários (RAMPADARATH; PUCHOOA, 2016) possibilita utilizar estes como estratégias de manejo dentro de programas de MIP, ou ainda como ferramenta no manejo anti-resistência de insetos-praga.

Apesar dos mais diversos e declarados benefícios do uso de extratos de plantas para a agricultura orgânica ou para a agricultura convencional, pode existir também algumas desvantagens. A falta de informações sobre compatibilidade de aplicação e mistura, a possibilidade de fitotoxicidade para a cultura e os efeitos colaterais em organismos benéficos são alguns pontos que requerem maior atenção (RODRIGUES; SILVA; CASTRO, 2017).

O novo desafio para as pesquisas na linha de seletividade, trata-se de ir além de pesquisas direcionadas apenas a capacidade letal dos produtos, sendo necessária a exploração de questões complexas dos impactos direcionadas a ecologia dos agroecossistemas (BUENO et al., 2017). O uso de novas ferramentas para o controle de pragas, ou ainda a associação de estratégias, deve sempre voltar a atenção para a possibilidade de causar efeitos secundários sobre os agentes benéficos do agroecossistema, como é o caso do parasitoide *T. podisi*.

O extrato hexânico de *R. communis* destaca-se como um inseticida vegetal em potencial, possuindo diversas substâncias consideráveis como a ricina e a ricinina sendo de modo geral tóxicas a insetos. Tal potencial permite a sua exploração como inseticida botânico para o controle de insetos-praga, como indicado no estudo de Warmling (2018) para o controle de *C. includens*.

Porém tais substâncias possuem potencial de serem tóxicas tanto a insetos-praga como também a inimigos naturais. A presença do parasitoide de ovos *T. podisi* nos agroecossistemas é importante para o equilíbrio de populações de insetos-praga, tal como de *E. heros*. Para o uso de *T. podisi* em lavouras comerciais, sejam de produção orgânica ou convencional, são necessários maiores estudos e aprofundamentos científicos sobre o assunto, permitindo o uso conjunto destas duas ferramentas, inimigos naturais e controle alternativo em programas de MIP.

É importante salientar que a seletividade de extratos hexânicos de *R. communis* sobre parasitoides em nível de campo podem ser diferentes dos resultados encontrados neste trabalho. A condução de experimentos em laboratório está sujeita a padronização de variáveis e a assertividade das aplicações, porém em campo diversos fatores e intempéries podem impedir a replicação dos resultados.

Fica evidente a carência pelo desenvolvimento de demais pesquisas que possam avaliar o real efeito de extratos vegetais sobre as populações de insetos benéficos, tanto a nível de laboratório como também de campo. O desenvolvimento deste conhecimento permitirá que a curto prazo se tenha o controle eficiente de

insetos-praga e a longo prazo o equilíbrio ecológico das populações de insetos benéficos aos agroecossistemas.

6 CONCLUSÃO

O extrato hexânico de *Ricinus communis* não é seletivo a *Telenomus podisi* quanto aos parâmetros preferência de parasitismo, percentual de parasitismo, bem como ao contato de adultos a superfícies com resíduos secos deste.

Para o percentual de emergência, razão sexual, período ovo-adulto e longevidade o extrato hexânico de *Ricinus communis* é seletivo não interferindo sobre os parâmetros do parasitoide *Telenomus podisi* em condições de laboratório.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M. et al. **Agroecologia: Bases científicas para una agricultura sustentable**. Editorial ed. Montevideo: Nordan–Comunidad, 1999. v. 7.
- AMOABENG, B. W. et al. Tri-Trophic Insecticidal Effects of African Plants against Cabbage Pests. **Plos One**, v. 8, n. 10, p.1-10, 24 out. 2013. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0078651>.
- AQUINO, Michely Ferreira Santos de. **Estudo do comportamento de busca e seleção de hospedeiro dos parasitoides de ovos *Trissolcus basalís* e *Telenomus podísí* (Hymenoptera: Platygasteridae)**. 2011. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.
- ARAÚJO, S. A. C. et al. Usos Potenciais de *Melia azedarach* L. (Meliaceae): um levantamento. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, n. 1, p. 141–148, 2009.
- BAHRY, Carlos André; CHALLIOL, Márcio Alberto; CARLESO, Ângela Aparecida. Aspectos fitotécnicos do cultivo de soja orgânica. In: MAZARO, Sérgio Miguel et al (Org.). **Sistema de produção: Soja orgânica**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2017. Cap. 09. p. 179-197.
- BATTISTI, Lucas. **Seletividade de Produtos Naturais Comerciais a *Telenomus podísí* ASHMEAD 1893 (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE)**. 2017. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2017.
- BARROS, E. M. et al. Short-term toxicity of insecticides residues to key predators and parasitoids for pest management in cotton. **Phytoparasitica**, [s.l.], v. 46, n. 3, p.391-404, 9 jun. 2018. [Http://dx.doi.org/10.1007/s12600-018-0672-8](http://dx.doi.org/10.1007/s12600-018-0672-8).
- BESTETE, L. R. et al. Toxicidade de óleo de mamona a *Helicoverpa zea* e a *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 46, n. 8, p. 791–797, 2011.
- BHERING, L.L. Rbio: A Tool for Biometric and Statistical Analysis Using the R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17: 187-190p, 2017.
- BIN, F. et al. Source of an egg kairomone for *Trissolcus basalís*, a parasitoid of *Nezara viridula*. **Physiological Entomology**, v. 18, n. 1, p 07-15, 1993.
- BOTTI, J. M. C. et al. Controle alternativo do *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) com extratos de diferentes espécies de plantas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 2, p. 178–183, 2015.
- BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2013. **Lex**: Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Brasília, 2013.

BUENO, A. F. et al. Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 6, p.1-10, jun. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160829>.

BUENO, A.F.; SOSA-GÓMES, D.R.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; C.B.; MOSCARDI, F; ROGGIA; BUENO, R.C.O. Cap. 8. Inimigos naturais das pragas da soja In: **Soja: Manejo Integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. 1º ed. Brasília: Embrapa Soja, 2012. p. 213.

BUZZI, Zundir José. **Entomologia Didática**. 6. ed. Curitiba: UFPR, 2013. 579 p. (ISBN 978-85-7335-298-6).

CABEL, J. F.; OELOFSE, M. An indicator framework for assessing agroecosystem resilience. **Ecology and Society**, v. 17, n. 1, p. 13, 2012.

CABRAL, M. M. O. et al. Effects of some lignans and neolignans on the development and excretion of *Rhodnius prolixus*. **Fitoterapia**, v. 71, n. 1, p. 1–9, 2000.

CAMPANHOLA, Clayton; VALARINI, Pedro José. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 18, n. 03, p.69-101, dez. 2001.

CARVALHO, R. L. L. et al. Controle alternativo de *Sitotroga Cerealella* em sementes de milho armazenadas. **Biodiversidade**, v. 16, n. 1, p. 101–111, 2017.

CAZAL, C. M. et al. High-speed counter-current chromatographic isolation of ricinine, an insecticide from *Ricinus communis*. **Journal Of Chromatography A**, [s.l.], v. 1216, n. 19, p.4290-4294, maio 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chroma.2009.02.008>.

CELESTINO, F. N. et al. Control of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) with botanical insecticides and mineral oils. **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 1, p. 1–8, 2016.

CERNA, G. O.; RODRÍGUEZ, J. R. Actividad repelente y tiempo de protección experimental del aceite del endospermo de *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) en *Aedes aegypti*. **Revista REBIOLEST**, v. 2, n. 2, p. 1–13, 2014.

CÔNSOLI, F. L.; ROSSI, M. M.; PARRA, J. R. P. Developmental time and characteristics of the immature stages of *Trichogramma galloi* and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 43, n. 3/4, p. 271–175, 1999.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Utilização do parasitoide de ovos *Trissolcus basal* (Wollaston) no controle de percevejos da soja**. Embrapa: Circular Técnica n.11, junho, 1993.

CORRÊA-FERREIRA, Beatriz Spalding (Org.). **Soja Orgânica: alternativas para o manejo dos insetos-praga**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 83 p.

CORRÊA-FERREIRA, Beatriz Spalding; PANIZZI, Antônio Ricardo. **Percevejos da soja e seu manejo**. Londrina: Centro Nacional de Pesquisa da Soja, 1999. EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica, 24. ISSN: 0100-6703.

CORTEZ-ROCHA, M. et al. Plant powders as stored grain protectants against *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). **Southwestern Entomologist**. v.18, pg 73-75, 1993.

CUNHA, G. H. DE M.; ROCHA, U. R.; OLIVEIRA, A. B. Economia da mamona: uma visão do mercado brasileiro no início do século XXI. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, 2017. Disponível em: <<http://www.eumed.net/rev/cccss/2017/01/mamona.html>> Acesso em: 15 novembro 2019.

DANTAS, P. C. et al. Toxicidade de extratos vegetais em *Coccidophilus citricola* (Brèthes, 1905) (Coleoptera: Coccinellidae). **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 3, p. 2060–2067, 2019.

EMBRAPA. **Avaliação econômica do cultivo orgânico de soja no Estado do Paraná para a safra 2010/11**. 85. ed. Londrina: Embrapa, 2011. (Circular Técnica).

FEIDEN, A. Agroecologia: Introdução e Conceitos. In: AQUINO, A. M. DE; ASSIS, R. L. DE (Eds.). **Agroecologia: Princípios e Técnicas para uma Agricultura Orgânica Sustentável**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 517.

FERNANDES, R. C.; GUERRA, J. G. M.; ARAÚJO, A. P. Desempenho de cultivares de feijoeiro-comum em sistema orgânico de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 9, p. 797–806, 2015.

FIGLIORINI, S. L. et al. Características agronômicas da mamoneira afetadas pelo método de condução e densidade de semeadura. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 1, p. 86–92, 2016.

FRANCISCO, P. R. M. et al. Revista Brasileira de Geografia Física. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 3, p. 737–752, 2016.

GAHUKAR, R. T. A review of castor-derived products used in crop and seed protection. **Phytoparasitica**, v. 45, n. 5, p.655-666, nov. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s12600-017-0625-7>.

GOMES, F. H. T. et al. Atividade inseticida de extratos vegetais sobre o pulgão-preto do feijoeiro. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 15, n. 1, p. 43–52, 2017.

GOULART, H. F. et al. Feromônios: Uma Alternativa Verde para o Manejo Integrado de Pragas. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 4, p. 1205–1224, 2015.

HALFELD-VIEIRA, Bernardo de Almeida et al. **Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas**. Brasília: Embrapa Meio Ambiente (CNPMA), 2016. 853 p.

HARMATHA, J.; NAWROT, J. Insect feeding deterrent activity of lignans and related Phenylpropanoids with a Methyleneedioxyphenyl (piperonyl) structure moiety. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 104, n. 1, p. 51–60, 2002.

HIKAL, W. M.; BAESHEN, R. S.; SAID-AL AHL, H. A. H. Botanical insecticide as simple extractives for pest control. **Cogent Biology**, v. 3, n. 1, p. 1–16, 2017.

HOFFMANN, A.R.L.; PEREIRA, M.J.B.; DALLACORTE, R. **Efeito das mudanças climáticas sobre a lagarta *Helicoverpa* nos biomas Matogrossenses e a fotoquímica como alternativa para o manejo desta praga**. 2016, 60 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós graduação Stricto Sensu em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra (MT), 2016.

HOFFMANN-CAMPO, Clara Beatriz et al. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. 30. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 70 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 30 ISSN 1516-7860).

IFOAM - International Foundation for Organic Agriculture. **Annual Reports**. 2018. Disponível em: <<http://www.ifoam.bio/en/our-library/annual-reports>>. Acesso em: 03 maio 2019.

INAGAKI, M. N.; JUNQUEIRA, C. P.; BELLON, P. P. Desafios da produção de soja orgânica como determinante à implantação de seu cultivo para fins comerciais na região Oeste do Paraná. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 682, fev. 2018.

ISMAN, M. B. A renaissance for botanical insecticides? **Pest Management Science**, v. 71, n. 12, p. 1587–1590, 2015.

KARIÑHO-BETANCOURT, E. Plant-herbivore interactions and secondary metabolites of plants: Ecological and evolutionary perspectives. **Botanical Sciences**, v. 96, n. 1, p. 35–51, 2018.

LIMA, B. M. F. V.; MOREIRA, J. O. T.; ARAGÃO, C. A. Avaliação de extratos vegetais no controle de mosca-branca, *Bemisia tabaci* biótipo B em abóbora. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 622–627, 2013.

LIMA, B. M. F. V.; MOREIRA, J. O. T.; PINTO, H. C. DOS S. Avaliação de extratos vegetais no controle de mosca branca em tomate. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 36–42, 2011.

LIMA, V. L. DE S. et al. Atividade inseticida do óleo de mamona sobre *Diaphania nitidalis* (Stoll) (Lepidoptera: Pyralidae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 3, p. 347–351, 2015.

LOZANO, Everton Ricardi; POTRICH, Michele; BATTISTI, Lucas. Insetos-praga que atacam a soja no cultivo orgânico. In: MAZARO, Sérgio Miguel et al (Org.). **Sistema de produção: Soja orgânica**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2017. Cap. 09. p. 179-197.

LUCKMANN, D. et al. Seletividade de produtos naturais comerciais a *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Ceres**, v. 61, n. 6, p. 924–931, 2014.

MARTINS, M.; MENDES, A. N. G.; ALVARENGA, M. I. N. Café Orgânico De Agricultores Familiares Em Poço Fundo-Mg. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, p. 1306–1313, 2004.

MASSAROLLI, A.; PEREIRA, M.J.B.; FOERSTER, L.A. *Annona crassiflora* Mart. (Annonaceae): effect of crude extract of seeds on larvae of soybean looper *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Bragantia, Campinas**, v. 76, n. 3, p.398-405, 2017.

MATOS, A.P.; AMBROZIN, A.R.P.; BERNARDO, A.R.; VOLANTE, A.C.; VIEIRA, P.C.; FERNANDES, J.B.; SILVA, M.F.G.F. Avaliação do Efeito dos Extratos e Frações das Folhas de *Balfourodendron riedelianum* (Rutaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **BioAssay**, v. 9, 2014.

MÉDIÈNE, S. et al. Agroecosystem management and biotic interactions: A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 31, n. 3, p. 491–514, 2011.

MORAES, Pedro Valério Dutra; GALON, Leandro; PERIN, Gismael Francisco. Manejo e controle de plantas espontâneas em soja orgânica. In: MAZARO, Sérgio Miguel et al (Org.). **Sistema de produção: Soja orgânica**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2017. Cap. 09. p. 179-197.

NEVES, R. T. et al. Efeito larvicida de *Ricinus communis* L. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Digital**, v. 18, n. 1, p. 127–131, 2014.

OLIVEIRA, Lenita Jacob et al. Insetos que atacam raízes e nódulos da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, Clara Beatriz; CORRÊA-FERREIRA, Beatriz Spalding; MOSCARDI, Flavio. **SOJA - Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga**. Brasília: Embrapa, 2012. Cap. 02. p. 859.

OVIEDO, A. et al. Biopesticide effects on pupae and adult mortality of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Austral Entomology**, v. 57, n. 4, p. 457–464, 2018.

PACHECO-SÁNCHEZ, C. et al. Repellency of hydroethanolic extracts of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) to *Scyphophorus acapunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) in the laboratory. **Florida Entomologist**, v. 95, n. 1, p. 706–710, 2012.

PADUA, J. B.; SCHLINDWEIN, M. M.; GOMES, E. P. Agricultura familiar e produção orgânica: uma análise comparativa considerando os dados dos censos de 1996 e 2006. **Interações**, v. 14, n. 2, p. 225–235, 2013.

PAIVA, A. C. R.; BELOTI, V. H.; YAMAMOTO, P. T. Sublethal effects of insecticides used in soybean on the parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ecotoxicology**, v. 27, n. 4, p. 448–456, 2018.

PARREIRA, D. S. et al. Essential oils cause detrimental effects on biological parameters of *Trichogramma galloi* immatures. **Journal of Pest Science**, v. 91, n. 2, p. 887–895, 2018.

PAVARINI, R.; ANSANTE, T. F.; CACERES, D. P. Efeito do extrato aquoso de plantas sobre a broca da bananeira *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). **Nucleus**, v. 7, n. 1, p. 203–208, 2010.

PAZINI, J. DE B. et al. Side-effects of pesticides used in irrigated rice areas on *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygastridae). **Ecotoxicology**, v. 26, n. 6, p. 782–791, 2017.

PEREIRA, R. R. et al. Natural biological control of *Chrysodeixis includens*. **Bulletin of Entomological Research**, v. 108, n. 6, p. 831–842, 2018.

PESSOA, A. DA S. et al. *Bacillus thuringiensis* Berliner e *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Erebididae) sob ação de extratos vegetais. **Agricultural Entomology**, v. 81, n. 4, p. 329–334, 2014.

PESSOA, E. B.; ALMEIDA, F. DE A. C.; SILVA, L. M. DE M. Bioatividade de três extratos de plantas no controle do *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 20, n. 4, p. 1–12, 2015.

POTRICH, M. et al. Seletividade de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* a *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 6, p. 822–826, 2009.

QUEIROZ, A. P. et al. Host Preferences of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygastridae): Parasitism on Eggs of *Dichelops melacanthus*, *Euschistus heros*, and *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 47, n. 4, p. 543–552, 2018.

RAMOS-LÓPEZ, M. A. Activity of the main fatty acid components of the hexane leaf extract of *Ricinus communis* against *Spodoptera frugiperda*. **African Journal Of Biotechnology**, [s.l.], v. 11, n. 18, p.4274-4278, 1 mar. 2012. [Http://dx.doi.org/10.5897/ajb11.3727](http://dx.doi.org/10.5897/ajb11.3727).

RAMPADARATH, S.; PUCHOOA, D. In vitro antimicrobial and larvicidal properties of wild *Ricinus communis* L. in Mauritius. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 6, n. 2, p. 100–107, 2016.

ROBOREDO, D.; BERGAMASCO, S. M. P. P.; GERVAZIO, W. Diagnóstico dos agroecossistemas da Microbacia Hidrográfica Mariana no Território Portal da Amazônia, Mato Grosso, Brasil. **Sustentabilidade em Debate**, v. 8, n. 1, p. 80, 2017.

RODRIGUES, J. S.; SILVA, M. G. G.; CASTRO, R. M. Atividade inseticida de extratos vegetais e seletividade a insetos benéficos. **Revista Semiárido De Visu**, v. 5, n. 3, p. 138–148, 2017.

ROSSI, G D et al. Biochemical Analysis of a Castor Bean Leaf Extract and its Insecticidal Effects Against *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 41, n. 6, p.503-509, 28 ago. 2012. <http://dx.doi.org/10.1007/s13744-012-0078-0>.

SALEM, N. et al. Fumigant and repellent potentials of *Ricinus communis* and *Mentha pulegium* essential oils against *Tribolium castaneum* and *Lasioderma serricorne*. **International Journal of Food Properties**, v. 20, n. 3, p. 2899–2913, 2017.

SAMUEL, et al. Ovicidal and Larvicidal Effects of *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) Extracts on *Phlebotomus duboscqi*. **European Journal of Medicinal Plants**, v. 11, n. 3, p.1-14, 2016. <http://dx.doi.org/10.9734/ejmp/2016/22241>.

SANTOS, D. S. C. et al. Desempenho de agricultores familiares na comercialização de produtos orgânicos e agroecológicos no estado do Pará. **Acta Biológica Catarinense**, v. 4, n. 2, p. 16–29, 2017.

SANTOS, J. O. et al. A evolução da agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal, v. 06, n. 01, p.35-41, dez. 2012.

SANTOS, J. O. et al. Os sistemas alternativos de produção de base agroecológica. **Agropecuária Científica no Semiárido**, [s.i.], v. 09, n. 01, p.01-08, jan. 2013. ISSN 1808-6845.

SARKER, S.; LIM, U. T. Extract of *Nicotiana tabacum* as a potential control agent of *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae). **PLOS ONE**, v. 13, n. 8, p. 1–21, 2018.

SCHNEIDER, G. et al. Biological pest control and yields depend on spatial and temporal crop cover dynamics. **Journal of Applied Ecology**, v. 52, n. 5, p. 1283–1292, 2015.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, n. 1, p. 829–837, 2014.

SILVA, A. B.; BRITO, J. M. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. **Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 248–258, 2015.

SILVA, C. P. et al. Extratos Vegetais de Espécies de Plantas do Cerrado Sul-Matogrossense com Potencial de Bioherbicida e Bioinseticida. **Uniciências**, v. 21, n. 1, p. 25–34, 2017.

SILVA, D. M. DA; BUENO, A. D. F. Toxicity of organic supplies for the egg parasitoid *Telenomus podisi*. **Ciência Rural**, v. 44, n. 1, p. 11–17, 2014.

SILVA, G. DE S.; JAHNKE, S. M.; FERREIRA, M. L. G. Hymenoptera parasitoids in protected area of Atlantic Forest biomes and organic rice field: compared assemblages. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 42, n. 2, p. 110–117, 2016.

- SILVA, G. V. et al. Biological Characteristics and Parasitism Capacity of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) on Eggs of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 8, p. 210, 2018.
- SNYDER, Lloyd R.; KIRKLAND, Joseph J.; GLAJCH, Joseph L. **Practical HPLC Method Development**. 2. ed. New York: Interscience Publication, 1997. 765 p.
- SMANIOTTO, L. F. et al. Seletividade de produtos alternativos a *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3295–3306, 2013.
- SOUJANYA, P. L. et al. Potentiality of botanical agents for the management of post-harvest insects of maize: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 5, p. 2169–2184, 2016.
- STECICA, C. S. et al. Impact of Insecticides Used in Soybean Crops to the Egg Parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). **Neotropical Entomology**, v. 47, n. 2, p. 281–291, 2017.
- TOGNON, R. et al. Is It Possible to Manipulate Platygasteridae Wasps' Preference to a Target Host? **Neotropical Entomology**, v. 47, n. 5, p. 689–697, 2018.
- TOGNON, R.; ANA, J. S.; JAHNKE, S. M. Aprendizagem e memória de *Telenomus podisi* (Hymenoptera, Platygasteridae). **Iheringia**, v. 103, n. 3, p. 266–271, 2013.
- VALICENTE, F. H. Manejo Integrado De Pragas Na Cultura do Milho. **Circular técnica Embrapa milho e sorgo**, n. 208, p. 14, 2015.
- VAN LENTEREN, J. C. et al. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, v. 63, n. 1, p. 39–59, 2018.
- VASCONCELOS, V. O. et al. Efficacy of plants extracts from the Cerrado against adult female of *Dermacentor nitens* (Acari: Ixodidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 75, n. 4, p. 419–427, 2018.
- VENZON, M. et al. Manejo agroecológico das pragas das fruteiras. **Informe Agropecuário**, v. 37, n. 293, p. 94–103, 2016.
- VIEGAS JÚNIOR, Cláudio. Terpenos Com Atividade Inseticida: Uma Alternativa Para O Controle Químico De Insetos. **Química Nova**, Araraquara, v. 26, n. 3, p.390-400, out. 2003.
- VIEIRA, M. R.; PERES, L. S. Uso de extrato foliar de Nim, *Azadirachta indica* A. Juss, para o controle do pulgão *Brevicoryne brassicae* (L.) em cultivos de brócolis. **Cultura Agronômica**, v. 26, n. 4, p. 492–501, 2017.
- VINSON, B.A. Comportamento de Seleção hospedeira de parasitoides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. Cap. 3. In: **Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1997. 324 p.

VIZZOTTO, Márcia; KROLOW, Ana Cristina; WEBER, Gisele Eva Bruch. **Metabólitos Secundários Encontrados em Plantas e sua Importância**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 16 p.

WACHIRA, S. W. et al. Toxicity of six plant extracts and two pyridone alkaloids from *Ricinus communis* against the malaria vector *Anopheles gambiae*. **Parasites and Vectors**, v. 7, n. 1, p. 1–8, 2014.

WALE, M.; ASSEGIE, H. Efficacy of castor bean oil (*Ricinus communis* L.) against maize weevils (*Sitophilus zeamais* Mots.) in northwestern Ethiopia. **Journal of Stored Products Research**, v. 63, n. 1, p. 38–41, 2015.

WARMLING, Jheniffer Valmira. **Efeitos letais e subletais de extratos vegetais alcoólicos sobre *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2018. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2018.

WOLFANG, Wilyssys. **Sustentabilidade: Produção de alimentos orgânicos cresce 300% em 10 anos no Brasil**. 2013. Canal Rural. Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/producao-alimentos-organicos-cresce-300-anos-brasil-28762>>. Acesso em: 04 maio 2018.

ZANTEDESCHI, R. et al. Toxicity of soybean-registered agrochemicals to *Telenomus podisi* and *Trissolcus basalus* immature stages. **Phytoparasitica**, v. 46, n. 2, p. 203–212, 2018.