

PRODUTOS ALTERNATIVOS E ASSOCIAÇÃO COM *Trichogramma pretiosum* RILEY
(HYM.: TRICHOGRAMMATIDAE) VISANDO O CONTROLE DE *Helicoverpa zea*
(BODDIE) (LEP.: NOCTUIDAE) EM TOMATEIRO

por

LUZIANI REZENDE BESTETE

(Sob Orientação do Professor Dirceu Pratissoli)

RESUMO

A broca-grande (BRG), *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae) é considerada uma praga importante em diversas culturas. Assim, neste trabalho foi avaliado o uso do óleo de mamona e os extratos de alho e fumo para o controle de *H. zea*, e a influência desses sobre o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae). Foram estudadas as vias de aplicação por ingestão e contato, em diferentes concentrações, sobre a mortalidade larval da BRG. Testes de seletividade e susceptibilidade de *T. pretiosum* foram realizados através da pulverização dos ovos de BRG antes e após o parasitismo. O óleo de mamona a 3% (v/v) via ingestão e contato ocasionou 44 e 20% de mortalidade de larvas, respectivamente. O extrato de alho em todas as concentrações e em ambas as vias de aplicação foi sempre igual ou superior ao extrato de fumo, ocasionando as maiores mortalidades de larvas. O número de ovos da BRG parasitados por *T. pretiosum* foi afetado pelo óleo de mamona, porém os demais parâmetros não foram influenciados. O extrato de alho interagiu positivamente com *T. pretiosum* obtendo maior número de ovos parasitados, porém no teste de seletividade reduziu o número de indivíduos emergidos por ovo. O óleo de mamona mostrou toxicidade em ambas às vias de aplicação para a BRG. O extrato de alho foi mais eficiente para o controle da BRG quando

comparado ao extrato de fumo, atuando principalmente por ingestão. Com base nos resultados, o óleo de mamona e o extrato de alho são compatíveis com a utilização de *T. pretiosum*, porém o óleo de mamona deve ser utilizado após a liberação do parasitóide. A utilização do óleo de mamona e extratos de alho é viável para o emprego em programas de manejo fitossanitário de *H. zea*.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo fitossanitário de pragas, *Solanum lycopersicon*, broca-grande, plantas inseticidas, controle biológico

ALTERNATIVE PRODUCTS AND ASSOCIATION WITH *Trichogramma pretiosum* (HYM.:
TRICHOGRAMMATIDAE) TO CONTROL *Helicoverpa zea* (BODDIE) (LEP.: NOCTUIDAE)
LARVAE IN TOMATO

by

LUZIANI REZENDE BESTETE

(Under the Direction of Professor Dirceu Pratissoli)

ABSTRACT

The tomato fruitworm (TFW), *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae) is considered an important pest in several crops. The purpose of the study was to evaluate the use of castor bean oil, garlic and tobacco extracts to control *H. zea* larvae, and the influence of these products on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym: Trichogrammatidae). Larval mortality of TFW was investigated when treated with the alternative products at different concentrations through ingestion and contact application. Tests of selectivity and susceptibility of *T. pretiosum* were performed by spraying TFW eggs prior and post parasitism. Castor bean oil at 3% (v/v) through ingestion and contact treatments of TFW larvae caused mortality of 44 and 20%, respectively. Garlic extract at all concentrations and type of application resulted in TFW mortality equal or greater than the tobacco extract. The number of eggs parasitized by *T. pretiosum* was reduced by castor bean oil, while other biological parameters were not affected. Garlic extract positively interacted with *T. pretiosum* resulting in greater number of eggs parasitized, although it was observed a lower number of individuals emerging per parasitized egg in selectivity test. Castor bean oil was toxic to TFW larvae in both types of application. Garlic extract produced

better results when ingested by TFW larvae and it was superior when compared to tobacco extract to control TFW larvae. Based on the results, castor bean oil and garlic extract are compatible with *T. pretiosum*, but the former one should be applied after the parasitoid release. Therefore, castor bean oil and garlic extract are promising as phytosanitary tools to control *H. zea* larvae.

KEY WORDS: Phytosanitary management, *Solanum lycopersicon*, tomato fruitworm, plant insecticides, biological control

PRODUTOS ALTERNATIVOS E ASSOCIAÇÃO COM *Trichogramma pretiosum* RILEY
(HYM.: TRICHOGRAMMATIDAE) VISANDO O CONTROLE DE *Helicoverpa zea*
(BODDIE) (LEP.: NOCTUIDAE) EM TOMATEIRO

por

LUZIANI REZENDE BESTETE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da
Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de
Mestre em Entomologia Agrícola.

RECIFE - PE

Fevereiro - 2011

PRODUTOS ALTERNATIVOS E ASSOCIAÇÃO COM *Trichogramma pretiosum* RILEY
(HYM.: TRICHOGRAMMATIDAE) VISANDO O CONTROLE DE *Helicoverpa zea*
(BODDIE) (LEP.: NOCTUIDAE) EM TOMATEIRO

por

LUZIANI REZENDE BESTETE

Comitê de Orientação:

Dirceu Pratisoli - UFES

Jorge Braz Torres - UFRPE

Vagner Tebaldi de Queiroz - UFES

PRODUTOS ALTERNATIVOS E ASSOCIAÇÃO COM *Trichogramma pretiosum* RILEY
(HYM.: TRICHOGRAMMATIDAE) VISANDO O CONTROLE DE *Helicoverpa zea*
(BODDIE) (LEP.: NOCTUIDAE) EM TOMATEIRO

por

LUZIANI REZENDE BESTETE

Orientador:

Dirceu Pratisoli - UFES

Examinadores:

Jorge Braz Torres - UFRPE

José Vargas de Oliveira - UFRPE

Auristela Correia de Albuquerque - UFRPE

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Dalton Bestete de Oliveira e Lúcia Maria Rezende Bestete, pelo apoio, incentivo e, sobretudo o amor e compreensão em todos os momentos. Vocês são tudo para mim!

AGRADECIMENTOS

À Deus, por suas bênçãos e proteção, e por permitir mais essa conquista em minha vida.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pela oportunidade de cursar o mestrado em Entomologia Agrícola.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI), sediado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), pelo acolhimento na realização dos experimentos.

Ao professor Dirceu Pratissoli pela orientação e ensinamentos transmitidos.

Ao professor Jorge Braz Torres pela co-orientação, amizade e imenso apoio durante o período que estive em Recife.

Ao professor Vagner Tebaldi de Queiroz pela co-orientação e sugestões.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola da UFRPE, pelos valiosos conhecimentos transmitidos e pelo exemplo de profissionais que são.

Ao amigo Flávio Neves Celestino, pela amizade e ajuda imensurável na elaboração deste trabalho.

Ao amigo e funcionário do Laboratório de Entomologia Leonardo Mardgan, pela amizade, ajuda nas coletas de insetos e principalmente pelos inesquecíveis momentos de descontração.

Aos amigos do Laboratório de Entomologia do NUDEMAFI, especialmente os que de alguma forma me auxiliaram nos experimentos.

A “Tia Carlota” pela organização do laboratório e o cafezinho de todos os dias.

Aos funcionários, Darci, Ariella e Romildo da secretaria de fitossanidade do PPGEA/UFRPE, pelas ajudas prestadas.

Ao “Quarteto Fantástico” (Felipe, Meire, Martin e Eu), que fizeram da minha estadia em Recife um dos melhores anos de minha vida.

Aos amigos do PPGEA, em especial Agna Rita, Christian, Ellen e Eduardo, pela amizade e ótimo convívio.

À minha amiga de república Andréia Serra Galvão, pela amizade, ajuda e acolhida maravilhosa em Recife.

Aos meus grandes amigos Felipe, Gisele, Meire e Carolina, pelos conselhos, companheirismo e força nos momentos difíceis.

À minha família por todo o apoio e compreensão, e por compartilharem os inúmeros momentos de amor e alegria.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Páginas
AGRADECIMENTOS	ix
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO	01
LITERATURA CITADA.....	08
2 CONTROLE DE <i>Helicoverpa zea</i> (BODDIE) (LEP.: NOCTUIDAE) COM ÓLEO DE MAMONA E SUA INFLUÊNCIA SOBRE <i>Trichogramma pretiosum</i> RILEY (HYM.: TRICHOGRAMMATIDAE)	14
RESUMO	15
ABSTRACT	16
INTRODUÇÃO	17
MATERIAL E MÉTODOS	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
AGRADECIMENTOS.....	27
LITERATURA CITADA.....	27
3 EXTRATOS VEGETAIS E SUA INTERAÇÃO COM <i>Trichogramma pretiosum</i> RILEY (HYM.: TRICHOGRAMMATIDAE) NO CONTROLE DE <i>Helicoverpa zea</i> (BODDIE) (LEP.: NOCTUIDAE)	33
RESUMO	34
ABSTRACT	35
INTRODUÇÃO	36

MATERIAL E MÉTODOS	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
AGRADECIMENTOS	47
LITERATURA CITADA.....	47

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O tomateiro, *Solanum lycopersicon* L., é considerado uma das mais importantes hortaliças cultivadas no mundo. É originário da região andina, mas foi domesticado no México, de onde foi levado para a Europa em 1544 (Naika *et al.* 2006, Silva *et al.* 2007). Pertence à família Solanaceae, é uma planta herbácea, hermafrodita, de rápido crescimento e que, dependendo da variedade, pode chegar a mais de cinco metros de altura (Filgueira 2000).

Cultivado em todas as regiões brasileiras, o tomate se destaca como a mais importante hortaliça em área cultivada, volume produzido, consumo e valor econômico (Silva *et al.* 2007, Medeiros *et al.* 2009). Conforme levantamento sistemático da produção agrícola realizado pelo IBGE (2011), a safra de tomate de mesa está estimada em 3.767.042 toneladas colhidas em uma área de 61.229 ha. Fato este que demonstra ser uma hortaliça de elevada importância socioeconômica, pois além de suas propriedades alimentícias benéficas para a saúde humana, é reconhecida como poderosa fonte geradora de emprego e renda em todos os segmentos de sua cadeia produtiva (Silva & Giordano 2000). Porém, a implantação da cultura é considerada de alto risco, pois está sujeita a ocorrência de inúmeros problemas fitossanitários que podem interferir e limitar a produção, destacando-se os insetos-praga e as doenças (Filgueira 2000, Gravena & Benvenga 2003, Alvarenga 2004, Luz *et al.* 2007).

O tomate é uma planta largamente atacada por insetos-praga, sendo a infestação intensa e podendo ocorrer durante todos os estágios fenológicos. Mesmo em cultivos protegidos, os ataques podem causar danos consideráveis, dependendo da intensidade (Silva & Carvalho 2004). O potencial de injúria dessas pragas aliado à exigência quanto ao aspecto do produto pelo mercado

consumidor, acarretam um grande número de aplicações de inseticidas e fungicidas, elevando assim os custos de produção e potenciais danos ao agroecossistema, consumidores e produtores pelos resíduos tóxicos gerados (Leite 2004).

Dentre os insetos-praga que reduzem a produtividade e qualidade do tomate, merece atenção *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae), denominada vulgarmente como broca-grande do tomateiro. Quando presente na planta, a larva se desloca para os frutos onde se alimenta da polpa proporcionando sua depreciação (Souza & Reis 2003). No Brasil, *H. zea*, juntamente com outros lepidópteros-praga que atacam o tomate, frequentemente exigem controle, visto que constituem pragas que ocasionam injúrias a parte de interesse comercial (Lebedenco *et al.* 2007, Wamser *et al.* 2008).

A presença da broca-grande em tomateiro é observada nas fases de crescimento vegetativo, mas principalmente durante as fases de desenvolvimento dos frutos e maturação, quando geralmente observa-se a presença da larva. Seu ataque aos frutos pode ser facilmente detectado, pois estes apresentam orifícios irregulares na casca, que são facilmente vistos externamente (Gravena & Benvenga 2003, Souza & Reis 2003).

O adulto de *H. zea* é uma mariposa de coloração cinza-esverdeada. A fêmea oviposita em qualquer parte da planta de tomate, sendo os ovos esféricos e depositados individualmente, tornando-os expostos ao parasitismo e predação. As larvas possuem coloração variável, de verde a preto com listras longitudinais, desenvolvem-se num período de 13 a 25 dias apresentando 5 ínstaes. Completamente desenvolvidas, podem chegar a medir 50mm de comprimento, quando abandonam a planta/frutos e vão para o solo, onde se transformam em pupa. Esta fase dura cerca de 14 dias de acordo com a variação de temperatura, quando emergirá o adulto. Ao longo da fase adulta que varia de 12 a 15 dias, cada fêmea têm capacidade de ovipositar em média 1000 ovos (Gallo *et al.* 2002, Gravena & Benvenga 2003, Souza & Reis 2003).

A broca-grande é um inseto altamente polífago e móvel, muito conhecido por ser encontrado causando injúrias em inúmeras culturas além do tomate, como por exemplo, algodão, milho, soja e feijão, que são consideradas culturas de importância socioeconômica, o que dificulta a implantação de um programa de manejo fitossanitário da praga (Capinera 2004, Giolo *et al.* 2006, Lebedenco *et al.* 2007).

Os programas de manejo de *H. zea* consistem principalmente na aplicação de inseticidas sintéticos para controlar as larvas recém eclodidas, e piretróides têm sido os mais eficazes nos últimos 15 anos (Jacobson *et al.* 2009). Alguns plantios de tomate no Brasil chegam a sofrer perdas de até 80% com o ataque de *H. zea*, inviabilizando a produção quando o controle com inseticidas não é adotado (França *et al.* 2000, Pinto *et al.* 2004).

A utilização constante de inseticidas sintéticos em hortaliças tem proporcionado altos níveis de resíduos tóxicos nos produtos, contaminações ambientais, intoxicações de pessoas e animais. Deste modo, aumenta-se a cada dia o interesse da sociedade por alimentos e outros produtos livres de resíduos, o que tem determinado a necessidade de se praticar uma agricultura que resulte na produção em bases sustentáveis (Lima & Oliveira 2007, Wamser *et al.* 2008). Assim, a adoção de medidas fitossanitárias adequadas, que reduzem a população de insetos-praga e não ocasionem impactos ambientais são almejadas. Entre estas, produtos naturais, como óleos e extratos provenientes de plantas com propriedades inseticidas, bem como a utilização de controle biológico podem ser uma eficiente alternativa no manejo de pragas (Gallo *et al.* 2002, Souza *et al.* 2002, Kurozawa & Pavan 2005, Lebedenco *et al.* 2007).

Algumas espécies botânicas são fontes de substâncias químicas, que podem ser utilizadas na síntese de inseticidas menos tóxicos aos organismos não alvos e menos persistentes no meio ambiente (Saito & Scramin 2000). Em se tratando de compostos secundários com propriedades inseticidas, as plantas podem coevoluir com insetos e outros microrganismos produzindo

substâncias inseticidas e antimicrobianas, já que as mesmas podem ser produzidas pela planta em resposta ao ataque de insetos e microrganismos (Fazolin *et al.* 2007). Assim, alguns metabólitos secundários presentes em determinadas plantas, como rotenóides, piretróides, alcalóides e terpenóides, encontrados nas raízes, folhas e sementes, podem interferir no metabolismo de outros organismos. Essas substâncias podem ser isoladas por diferentes métodos de extração, e empregadas na fabricação de inseticidas botânicos (Wiesbrook 2004). Estes podem manifestar efeitos variáveis em insetos, como repelência, deterrência alimentar e de oviposição, interferência no desenvolvimento, deformações e mortalidade (Medeiros *et al.* 2005, Isman 2006, Torres *et al.* 2006).

A prática de utilizar plantas com propriedades inseticidas é uma forma alternativa e de baixo custo que os produtores rurais têm ao seu alcance, para evitar prejuízos na produção e eliminar riscos à sua saúde (Souza 2004). No entanto, apesar de aptas a controlar uma quantidade significativa de pragas agrícolas, em termos práticos, poucas pragas importantes têm sido controladas com substâncias de origem vegetal. Isto pode ser devido a algumas limitações desses produtos, como diferença na concentração do ingrediente ativo entre plantas e sensibilidade aos fatores ambientais (Machado *et al.* 2007). Todavia, o reduzido número de substâncias identificadas e reconhecidas como eficientes no controle de pragas é sem dúvida, a principal dificuldade (Lovatto *et al.* 2004).

Muitas são as espécies botânicas com propriedades inseticidas, podendo citar como mais promissoras as pertencentes às famílias Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae, Annonaceae, Labiatae e Canellaceae (Roel *et al.* 2000, Aguiar-Menezes 2005). Entre essas se destaca as Meliaceae, família a qual pertence o nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), uma das plantas com maior número de estudos sobre os seus metabólitos para uso como inseticida botânico nos últimos anos, devido sua baixa toxicidade aos seres humanos e alta eficiência (Wiesbrook 2004). Entretanto, muitas

espécies vegetais permanecem desconhecidas em relação ao potencial inseticida, sendo relevante o desenvolvimento de pesquisas para a descoberta de novas alternativas.

Uma espécie vegetal ainda pouco conhecida quanto suas propriedades inseticidas é a mamoneira *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae). Esta planta possui hábito arbustivo e se destaca, entre outras espécies oleaginosas, pela ampla utilização industrial principalmente na extração de óleo. O óleo é extraído das sementes e apresenta excelentes propriedades, como solubilidade total em álcool, alta lubricidade e boa estabilidade em diferentes condições de temperatura e pressão (Koutroubas *et al.* 1999, Conceição *et al.* 2005, Ogunniyi 2006, Hoffman *et al.* 2007, Ovenden *et al.* 2009).

As sementes da mamona contêm proteínas tóxicas, como inibidores protéicos que agem sobre a α -amilase e outras enzimas que degradam polissacarídeos (Lord *et al.* 2003, Audi *et al.* 2005, Pantoja-Uceda *et al.* 2003). Como os insetos necessitam de muitas enzimas para degradar os alimentos, para que estes sejam absorvidos pelo organismo, o uso da mamoneira como fonte inseticida pode surgir como uma alternativa interessante.

O potencial inseticida de *R. communis* já foi constatado para algumas espécies de insetos, como em mosquitos *Anopheles stephensi* Liston, *Culex quinquefasciatus* Say, e *Aedes albopictus* (Skuse) (Dip.: Culicidae), para os quais extratos acetônicos do pó de sementes ocasionaram 100% de mortalidade de larvas nas concentrações de 32 e 64 $\mu\text{g/mL}$ (Mandal 2010). Ramos-Lopez *et al.* (2010), também observaram atividade inseticida e insetistática do óleo de mamona e de diferentes extratos de sementes e folhas sobre larvas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lep.: Noctuidae).

Plantas da família Solanaceae, por apresentarem metabólitos secundários com significativa toxicidade também são consideradas capazes de controlar insetos. Espécies como *Nicandra physaloides* (L.), *Datura stramonium* L., *Lycopersicon esculentum* L. e *Nicotiana tabacum* L. já

foram relatadas como eficientes no controle de vários tipos de insetos-praga (Lovatto *et al.* 2004). Entre estas, se destaca o fumo *N. tabacum*, que além de apresentar atividade inseticida, também, é empregado na medicina popular pelas suas propriedades narcótica, sedativa, diaforética, emética e vermífuga (Lorenzi & Matos 2002).

Os efeitos apresentados pelo fumo contra insetos são devido à presença de algumas substâncias com poder inseticida, como a anabasina, a nornicotina e a nicotina, sendo esta última considerada a principal (Saito & Lucchini 1998). A nicotina é um alcalóide que age por contato e é absorvida pelo tegumento do inseto, afetando o sistema nervoso central por atuar de forma análoga a acetilcolina, porém de modo anormal, transmitindo de forma contínua e descontrolada os impulsos nervosos, causando tremores e paralisia (Kathrina & Antonio 2004, Aguiar-Menezes 2005).

Outra planta com toxicidade considerável para espécies de insetos é o alho, *Allium sativum* L. (Roy *et al.* 2002, Banerjee *et al.* 2004, Prowse *et al.* 2006). Sua ação em insetos é devido à presença de substâncias que funcionam como repelente, atuando por contato com os quimiorreceptores dos insetos. A propriedade inseticida do alho é atribuída à complexação da aliinase e aliína, processo no qual é formado a alicina, responsável pelo aroma típico do alho e que funciona como meio de defesa para a planta contra herbívoros (Talamini & Stadnik 2004). Além da alicina, o potencial inseticida de lectinas presentes em folhas e bulbos de alho foi observado em pulgões da mostarda *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hem.: Aphididae), e no percevejo vermelho do algodão *Dysdercus cingulatus* Fabr. (Hem.: Pyrrhocoridae), onde estas afetaram o crescimento e desenvolvimento, reduzindo a transmissão de viroses (Roy *et al.* 2002, Banerjee *et al.* 2004).

Outro método que pode ser utilizado juntamente com as plantas inseticidas, visando reduzir a utilização de inseticidas no tomateiro, é o controle biológico de insetos. Este é considerado

como um método fundamental no planejamento de programas de manejo integrado de pragas em todo o mundo (Waage 2001). Para tanto, há a necessidade do conhecimento das interações existentes no agroecossistema, visando obter informações sobre o desempenho de agentes de controle que apresentem potencial para exercer ação de regulação contra insetos-praga.

Vários tipos de inimigos naturais têm sido relatados atacando *H. zea*, como *Doru luteipes* (Scudder) (Derm.: Forficulidae), *Campoletis sonorensis* (Cameron) e *Microcharops bimaculata* (Ashmead) (Hym.: Ichneumonidae), *Solonepsis invicta* Buren (Hym.: Formicidae), e espécies de *Trichogramma* West. (Hym.: Trichogrammatidae) (Gravena & Benvenga 2003, Silva & Carvalho 2004, Cruz 2007). Dentre esses, os parasitóides do gênero *Trichogramma* se destacam como o inimigo natural mais estudado e utilizado em programas de manejo de pragas, constituindo cerca de 180 espécies, já coletadas em diversos hospedeiros e ordens de insetos (Pratissoli & Parra 2001, Parra *et al.* 2002).

Os trichogrammas são microhimenópteros que parasitam ovos, reconhecidos por sua capacidade de estar presente em diversos sistemas agrícolas e florestais controlando insetos-praga, preferencialmente ovos de Lepidoptera (Hou *et al.* 2006, Ma & Chen 2006, Ayvaz *et al.* 2008). O fato das diversas espécies de *Trichogramma* parasitarem pragas na fase de ovo é uma das principais vantagens de seu emprego, pois impedem que seus hospedeiros atinjam a fase larval e causem injúrias às plantas (Olson & Andow 2006, Witting *et al.* 2007). Além disso, devido a sua ampla distribuição geográfica e facilidade de criação em laboratório, a implantação de programas de controle biológico é favorecida (Oliveira *et al.* 2005).

Contudo, embora eficiente como agente de controle, o parasitóide *Trichogramma* pode ser influenciado por vários fatores, como disponibilidade de alimento, presença de áreas de refúgio e aplicação de produtos químicos simultaneamente à sua liberação (Pinto & Parra 2002). A maioria dos trabalhos referentes ao controle de insetos com produtos botânicos destaca sua

compatibilidade com outras táticas de manejo, principalmente com o controle biológico. Entretanto, variações na resposta de insetos do gênero *Trichogramma* à aplicação de tais produtos já foram relatadas, como reduções na taxa de parasitismo e porcentagem de emergência dos parasitóides (Gonçalves-Gervásio & Vendramim 2004, Broglio-Micheletti *et al.* 2006, Thuler *et al.* 2008, Hohmann 2010).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de óleos e extratos vegetais para o controle de *H. zea*, bem como a influência destes sobre o parasitóide de ovos *Trichogramma*, visto que uma utilização associada destes métodos em programas de manejo fitossanitário poderá contribuir para uma melhor eficácia de controle.

Literatura Citada

- Aguiar-Menezes, E.L. 2005.** Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica, Embrapa Agrobiologia, 58p. (Documentos 205).
- Alvarenga, M.A.R. 2004.** Exigências climáticas, p.31-36. In Alvarenga, M.A.R. (ed.), Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras, UFLA, 400p.
- Audi, J., M. Belson, M. Patel, J. Schier & J. Osterloh. 2005.** Ricin poisoning: A comprehensive review. JAMA 294: 2342-2351.
- Ayvaz, A., E. Karasu, S. Karaborklu & S. Yilmaz. 2008.** Dispersal ability and parasitization performance of egg parasitoid *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in field and storage conditions. Turk. J. Biol. 32: 1-7.
- Banerjee, S., D. Hess, P. Majumder, D. Roy & S. Das. 2004.** The interactions of *Allium sativum* leaf agglutinin with a chaperonin group of unique receptor protein isolated from a bacterial endosymbiont of the mustard aphid. J. Biol. Chem. 279: 23782-23789.
- Broglio-Micheletti, S.M.F., A.J.N. Santos & J.L. Pereira-Barros. 2006.** Ação de alguns produtos fitossanitários para adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ciênc. Agrotec. 30: 1051-1055.
- Capinera, J.L. 2004.** Encyclopedia of entomology. Dordrecht, Kluwer Academic Press, 2580p.
- Conceição M.M., R.A. Candeia, H.J. Dantas, L.E.B. Soledade, V.J. Fernandes & A.G. Souza. 2005.** Rheological behavior of castor oil biodiesel. Ener. Fuels 19:2185-2188.

- Cruz, I. 2007.** Controle biológico de pragas na cultura de milho para produção de conservas (Minimilho), por meio de parasitóides e predadores. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo, 16p. (Circular Técnica).
- Fazolin, M., J.L.V. Estrela, V. Catani, M.R. Alécio & M.S. Lima. 2007.** Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C. Dc.; *Piper aduncum* L. e *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum sobre *Tenebrio molitor* L., 1758. Ciênc. Agrotec. 31: 113-120.
- Filgueira, F.A.R. 2000.** Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, UFV, 402p.
- França, F.H., G.L. Villas Bôas, M. Castelo Branco & M.A. Medeiros. 2000.** Manejo integrado de pragas, p.112-127. In Silva, J.B.C. & L.B. Giordano (eds.), Tomate para processamento industrial. Brasília, Embrapa-CNPQ, 168p. (Comunicação para Transferência de Tecnologia).
- Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Baptista, E.B. Filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves, J.D. Vendramim, L.C. Marchini, J.R.S. Lopes & C. Omoto. 2002.** Entomologia Agrícola. Piracicaba, FEALQ, 920p.
- Giolo, F.P., G.R. Busato, M.S. Garcia, C.G. Manzoni, O. Bernadi & M. Zart. 2006.** Biologia de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais. Rev. Bras. Agroc. 12: 167-171.
- Gonçalves-Gervásio, R.D.C.R. & J.D. Vendramim. 2004.** Efeito de extratos de meliáceas sobre o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Neotrop. Entomol. 33: 607-612.
- Gravena, S. & S.R. Benvenega. 2003.** Manual prático para manejo de pragas do tomate. Jaboticabal, Gravena-ManEcol Ltda, 143p.
- Hoffman, L.V., A.C.A. Dantas, E. P. Medeiros, L.S. Soares. 2007.** Ricina: Um impasse para utilização da torta de mamona e suas aplicações. Campina Grande, Embrapa Algodão, 25p. (Documentos 174).
- Hohmann, C.L., F.A.C. Silva & T.G. Novaes. 2010.** Selectivity of Neem to *Trichogramma pretiosum* Riley and *Trichogrammatoidea annulata* De Santis (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Neotrop. Entomol. 39: 985-990.
- Hou, M., F. Wang, F. Wan & F. Zhang. 2006.** Parasitism of *Helicoverpa assulta* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae) eggs by *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae): Implications for inundative release on tobacco plants. Appl. Entomol. Zool. 41: 577-584.
- IBGE. 2011.** Levantamento sistemático da produção agrícola, tomate: produção e área. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 17 de fev. 2011.

- Isman, M.B. 2006.** Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annu. Rev. Entomol.* 5: 45-66.
- Jacobson, A., R.E. Foster, C. Krupke, W.D. Hutchison, B. Pittendrigh & R.A. Weinzierl. 2009.** Resistance to pyrethroid insecticides in *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in Indiana and Illinois. *J. Econ. Entomol.* 102: 2289-2295.
- Kathrina, G.A. & L.P.J. Antonio. 2004.** Control biológico de insectos mediante extractos botánicos, p. 137-160. In Carballo, M. & F. Guaharay (eds.), *Control biológico de plagas agrícolas*. Managua, Catie, 232p.
- Koutroubas, S. D., D.K. Papakosta & A. Doitsinis. 1999.** Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. *Eur. J. Agron.* 11: 227-237.
- Kurozawa, C. & M.A. Pavan. 2005.** Doenças do tomateiro, p. 607-626. In Kimati, H., L. Amorim, J.A.M. Rezende, A. Bergamin Filho & L.E.A. Camargo (eds.), *Manual de fitopatologia: Doenças de plantas cultivadas*. São Paulo, Agronômica Ceres, 663p.
- Lebedenco, A., A.M. Auad & S.N. Kronka. 2007.** Métodos de controle de lepidópteros na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Acta Sci. Agron.* 29: 339-344.
- Leite, G.L.D. 2004.** Resistência de tomates a pragas. *Unimontes Cient.* 6: 129-140.
- Lima, P.J.B.F. & T.S. Oliveira. 2007.** Algodão orgânico: desenvolvendo uma proposta agroecológica com agricultores familiares de Tauá, Ceará. Disponível em: http://www.naturalrural.com.br/conteudo/algodao_organico_agroecologico.doc. Acesso em 30/12/2010.
- Lord, M.J., N.A. Jolliffe, C.J. Marsden, C.S. Pateman, D.C. Smith, R.A. Spooner, P.D. Watson & L.M. Roberts. 2003.** Ricin. Mechanisms of cytotoxicity. *Toxicol. Rev.* 22: 53-64.
- Lorenzi, H. & Matos, F.J.A. 2002.** Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas. Nova Odesa, Instituto Plantaurum, 544 p.
- Lovatto, P.B., M. Goetze & G.C.H. Thomé. 2004.** Efeito de extratos de plantas silvestres da família Solanaceae sobre o controle de *Brevicoryne brassicae* em couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*). *Cienc. Rural* 34: 971-978.
- Luz, J.M.Q., A.V. Shinzato & M.A.D. Silva. 2007.** Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. *Biosci. J.* 23:7-15.
- Ma, C.S. & Y.W. Chen. 2006.** Effects of constant temperature, exposure period, and age on diapause induction in *Trichogramma dendrolimi*. *Biol. Control* 36: 267-273.
- Machado, L.A., V.B. Silva & M.M. Oliveira. 2007.** Uso de extratos vegetais no controle de pragas em horticultura. *Biológico* 69: 103-106.

- Mandal, S. 2010.** Exploration of larvicidal and adult emergence inhibition activities of *Ricinus communis* seed extract against three potential mosquito vectors in Kolkata, India. *Asian Pac. J. Trop. Med.* 3: 605-609.
- Medeiros, C.A.M., A.L. Boiça Junior & A.L. Torres. 2005.** Efeito de extratos aquosos de plantas na oviposição da traça-das-crucíferas, em couve. *Bragantia* 64: 227- 232.
- Medeiros, M.A., G.L. Villas Bôas, N.J. Vilela & A.O. Carrijo. 2009.** Estudo preliminar do controle biológico da traça-do-tomateiro com o parasitóide *Trichogramma pretiosum* em ambientes protegidos. *Hortic. Bras.* 27: 80-85.
- Naika, S., J.V.L. Jeude, M. Goffau, M. Hilmi & B.V. Dam. 2006.** A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização. Fundação Agromisa e CTA, Wageningen, 104p.
- Ogunniyi, D.S. 2006.** Castor oil: a vital industrial raw material. *Bioresour. Technol.* 97: 1086–1091.
- Oliveira, H.N., Colombi, C.A, Pratisoli, D., E.P.Pedruzzi & L.P. Dalvi. 2005.** Capacidade de parasitismo de *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner, 1978 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criado em dois hospedeiros por diversas gerações. *Ciênc. Agrotec.* 29: 284-288.
- Olson, D.M. & D.A. Andow. 2006.** Walking pattern of *Trichogramma nubilale* Ertle & Davis (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on various surfaces. *Biol. Control* 39: 329-335.
- Ovenden, S.P.B., S-A. Fredriksson, C.K. Bagas, T. Bergström, S.A. Thomsom, C. Nilsson & D.J. Bourne. 2009.** De novo sequencing of RCB-1 to -3: Peptide Biomarkers from the Castor Bean Plant *Ricinus communis*. *Anal. Chem.* 81: 3986–3996.
- Pantoja-Uceda D., M. Bruix, G. Giménez Gallego, M. Rico & J. Santoro. 2003.** Solution structure of RicinC3, a S2 albumin storage protein from *Ricinus communis*. *Biochemistry* 42: 13839-13847.
- Parra, J.R.P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento. 2002.** Controle biológico: uma visão inter e multidisciplinar, p. 125-142. In Parra, J.R.P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. São Paulo, Manole, 635p.
- Pinto, A.S. & J.R.P. Parra 2002.** Liberação de inimigos naturais, p. 325-342. In Parra, J.R.P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. São Paulo, Manole, 635p.
- Pinto, A.S., J.R.P. Parra & H.N. Oliveira. 2004.** Pragas e insetos benéficos do milho. Piracicaba, ESALQ/USP, 108p.
- Pratisoli, D. & J.R.P. Parra. 2001.** Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e

- Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). Neotrop. Entomol. 30: 277-282.
- Prowse, G.M., T.S. Galloway & A. Foggo. 2006.** Insecticidal activity of garlic juice in two dipteran pests. Agric. For. Entomol. 8: 1-6.
- Ramos-López, M.A., S.G. Pérez, C. Rodríguez-Hernández, P. Guevara-Fefer & M.A. Zavala-Sánchez. 2010.** Activity of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Afr. J. Biotechnol. 9: 1359-1365.
- Roel, A.R., J.D. Vendramim, R.T.S.E.F. Frighetto & N. Righetto. 2000.** Atividade tóxica de extratos orgânicos de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). An. Soc. Entomol. Brasil 29: 799-808.
- Roy, A., S. Banerjee, P. Majumder & S. Das. 2002.** Efficiency of mannose-binding plant lectins in controlling a homopteran insect, the red cotton bug. J. Agric. Food Chem. 50: 6775-6779.
- Saito, M.L. & Lucchini, F. 1998.** Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente. Jaguariúna, Embrapa-CNPMA, 46p. (Séries Documentos 12).
- Saito, M.L. & S. Scramin. 2000.** Plantas Aromáticas e seu uso na Agricultura. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, 45p.
- Silva, A.C & G.A. Carvalho. 2004.** Manejo integrado de pragas, p. 309-366. In Alvarenga, M.A.R. (ed.), Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Lavras, UFLA, 400p.
- Silva, D.J.H., P.C.R. Fontes, E.S.G. Mizubuti & M.C. Picanço. 2007.** Tomate (*Lycopersicon esculentum*), p. 735-750. In Paula Júnior, T.J. & M. Venzon (eds.), 101 Culturas: Manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte, EPAMIG, 800p.
- Silva, J.B.C. & L.B. Giordano. 2000.** Tomate para processamento industrial. Brasília, Embrapa, 168p.
- Souza, A.P. 2004.** Atividade inseticida e modo de ação de extratos de meliáceas sobre *Bemisia tabaci* (Genn., 1889) biótipo B. Tese de Doutorado, ESALQ, Piracicaba, 116p.
- Souza, J.C. & P.R. Reis. 2003.** Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. Inf. Agropec. 24: 79-92.
- Souza, M.A.A., R.S.O.S. Borges, M.L.M. Stark & S.R. Souza. 2002.** Efeito de extratos aquosos, metanólicos e etanólicos de plantas medicinais sobre a germinação de sementes de alface e sobre o desenvolvimento micelial de fungos fitopatogênicos de interesse agrícola. Rev. Univ. Rural 22: 181-185.

- Talamini, V. & M.J. Stadnik. 2004.** Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas, p. 45-62. In Talamini, V. & M.J. Stadnik (eds.), Manejo Ecológico de Doenças de Plantas. Florianópolis, UFSC, 293p.
- Thuler, R.T., S.A. Bortoli, R.M. Goulart, C.L.T. P. Viana, D. Pratissoli. 2008.** Interação tritrófica e influência de produtos químicos e vegetais no complexo: brássicas x traça-das-crucíferas x parasitóides de ovos. Ciênc. Agrotec. 32: 1154-1160.
- Torres, A., A.L.B. Júnior, C.A.M. Medeiros, R. Barros. 2006.** Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. Bragantia 65: 447-457.
- Waage, J.K. 2001.** Indirect ecological effects in biological control: the challenge and the opportunity, p. 1-12. In Wajnberg, E., J.K. Scott & P.C. Quimby (eds.), Evaluating indirect ecological effects of biological control. CABI publishing, Wallingford, 261p.
- Wamser, A.F., W.F. Becker, J.P. Santos & S. Mueller. 2008.** Influência do sistema de condução do tomateiro sobre a incidência de doenças e insetos-praga. Hort. Bras. 26: 180-185.
- Wiesbrook, M.L. 2004.** Natural indeed: are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? III. Pest. Rev. 17: 1-8.
- Witting, B.E., D.B. Orr & H.M. Linker. 2007.** Attraction of insect natural enemies to habitat plantings in North Carolina. J. Entomol. Sci. 42: 439-456.

CAPÍTULO 2

CONTROLE DE *Helicoverpa zea* (BODDIE) (LEP.: NOCTUIDAE) COM OLÉO DE MAMONA E SUA INFLUÊNCIA SOBRE *Trichogramma pretiosum* RILEY (HYM.: TRICHOGRAMMATIDAE)

LUZIANI R. BESTETE², DIRCEU PRATISSOLI³ E VAGNER T. QUEIROZ⁴

² Departamento de Agronomia – Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil.

³ Departamento de Produção Vegetal – NUDEMAFI, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, 29500-000 Alegre, ES, Brasil.

⁴ Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, 29500-000 Alegre, ES, Brasil.

¹Bestete, L.R., D. Pratissoli & V.T. Queiroz. Controle de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae) com óleo de mamona e sua influência sobre *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae). A ser submetido.

RESUMO – A utilização de plantas inseticidas e do controle biológico é uma alternativa para redução do impacto ocasionado pelo uso intensivo de inseticidas sintéticos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso do óleo de mamona no controle da broca grande (BRG), *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae), e a influência sobre o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae). Foi determinada a mortalidade larval da BRG submetidas a tratamentos por ingestão e contato do óleo de mamona em diferentes concentrações. A influência sobre *T. pretiosum* foi investigada mediante a seletividade, com pulverização dos ovos da praga antes do parasitismo, e a susceptibilidade com aplicação em ovos já parasitados. Entre as vias de aplicação, maior mortalidade das larvas foi observada para o tratamento por contato nas duas menores concentrações (0,5 e 1,0% v/v), enquanto nas concentrações intermediárias de 1,5; 2,0 e 2,5% (v/v) não houve diferença entre as vias de aplicação ingestão e contato. Na maior concentração testada (3,0% v/v), no entanto, o tratamento por ingestão proporcionou mortalidade superior aquela obtida por contato (44 *versus* 20% de mortalidade). O número de ovos da BRG parasitados por *T. pretiosum* no teste de seletividade foi afetado negativamente pelo óleo de mamona na concentração 3% (v/v), contudo os demais parâmetros avaliados para seletividade e susceptibilidade não foram afetados. O óleo de mamona apresenta potencial para o controle de larvas de *H. zea* tanto por ingestão como contato. Além disso, é compatível com a utilização de *T. pretiosum*, desde que as pulverizações sejam realizadas após as liberações do parasitóide.

PALAVRAS-CHAVE: Broca-grande, inseticida natural, *Ricinus communis*, parasitóide de ovos

CONTROL OF *Helicoverpa zea* (BODDIE) (LEP.: NOCTUIDAE) WITH CASTOR BEAN OIL
AND ITS INFLUENCE ON *Trichogramma pretiosum* RILEY (HYM.:
TRICHOGRAMMATIDAE)

ABSTRACT – The use of insecticides plant and biological control is an alternative to reducing the impact caused by the intensive utilization of synthetic insecticides. Thus, the aim of this study was to evaluate the control of tomato fruitworm (TFW), *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae), using the castor bean oil and its impact on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae). Larval mortality of TFW was investigated with larvae treated through ingestion and contact using different castor bean oil concentrations. The selectivity of the castor bean oil to *T. pretiosum* was determined spraying the TFW eggs offered to the parasitoid, while the parasitoid susceptibility was investigated treating parasitized TFW eggs. Great mortality of larvae through contact treatment was observed in the two lower concentrations (0.5 and 1.0% v/v), while intermediate concentrations 1.5, 2.0, and 2.5% (v/v) did not differ between ingestion and contact. At the highest concentration of castor bean oil tested 3.0% (v/v), however, the ingestion treatment resulted in higher mortality (44%) compared to contact treatment (20%). The number of TFW eggs parasitized by *T. pretiosum* was negatively affected by castor bean oil at concentration 3% (v/v) in the selectivity test; however other parameters for selectivity test and susceptibility test were not affected. The castor bean oil shows potential for TFW control by ingestion and contact treatment as well. In addition, is compatible with the use of *T. pretiosum*, in special, if the sprays are conducted after releasing of the parasitoid.

KEY WORDS: Tomato fruitworm, natural insecticide, *Ricinus communis*, egg parasitoid

Introdução

Os insetos constituem um dos principais fatores responsáveis por perdas em culturas agrícolas em todo o mundo (Ferry *et al.* 2004). Contribuindo com esta situação, encontra-se a broca-grande, *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae), que devido ao seu hábito alimentar polífago têm sido considerada uma importante praga em diversas culturas, provovando consideráveis perdas (Capinera 2004, Giolo *et al.* 2006, Lebedenco *et al.* 2007).

Visando proporcionar uma proteção às culturas contra o ataque de insetos-praga, o uso de inseticidas sintéticos tem sido o método mais adotado em campo e pós-colheita. Para o controle de *H. zea* não é diferente, o qual nos últimos anos tem sido realizado basicamente com piretróides para o controle de larvas neonatas (Jacobson *et al.* 2009). No entanto, os diversos problemas associados com o uso extensivo destes inseticidas têm levado a busca por métodos de controle que ocasionem menor impacto ao ambiente, como o uso de produtos naturais extraídos de plantas (Perez & Iannacone 2006, Wamser *et al.* 2008).

Ao longo de sua evolução, determinadas espécies vegetais desenvolveram sua própria defesa química contra insetos herbívoros, sintetizando metabólitos secundários com propriedades inseticidas (Wiesbrook 2004). Entre as várias espécies de plantas que possuem tal propriedade, encontra-se a mamoneira *Ricinus communis* L., que possui em suas sementes substâncias que podem impedir a síntese protéica e atuar como inibidora de digestibilidade (Lord *et al.* 2003, Pantoja-Uceda *et al.* 2003, Audi *et al.* 2005).

Apesar de não existirem dados em relação à *H. zea*, alguns trabalhos realizados a fim de testar a atividade inseticida da mamoneira em diferentes espécies de insetos, têm revelado resultados promissores. Ramos-Lopez *et al.* (2010) demonstraram que extratos hexânicos, metanólicos e de acetato de etila de folhas e sementes exerceram atividade inseticida e insetistática para larvas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lep.: Noctuidae). Igualmente,

extratos aquosos e acetônicos de folhas de mamona foram eficientes contra *Acromyrmex lundii* (Guérin) (Hym.: Formicidae) (Caffarini *et al.* 2008). Resultados satisfatórios, também foram encontrados por Mushobozy *et al.* (2009), que observaram ação inseticida do óleo de mamona para *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Col.: Bruchidae).

Outra alternativa a utilização de inseticidas sintéticos para o controle de *H. zea*, é o uso de parasitóides do gênero *Trichogramma* West. (Hym.: Trichogrammatidae). Estes são microhimenópteros que parasitam ovos, e se destacam entre outros inimigos naturais por sua capacidade de atuar em diversos sistemas agrícolas e florestais controlando insetos-praga (Hou *et al.* 2006, Ma & Chen 2006, Ayvaz *et al.* 2008). Em meio às várias espécies que podem ser incorporadas no controle de *H. zea*, linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, foram relatadas como uma das mais adequadas, apresentando resultados satisfatórios (Velásquez & Gerding 2006). Contudo, o uso de produtos associados às liberações deste parasitóide pode interferir no processo de localização e aceitação do hospedeiro, e conseqüentemente, na sua eficiência (Pinto & Parra 2002).

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do óleo de mamona no controle de larvas de *H. zea*, e sua influência sobre *T. pretiosum*, visando à utilização destes métodos em programas de manejo fitossanitário do tomateiro.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Setor de Entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI), sediado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), Alegre, ES.

Criação de *H. zea*. A criação da praga foi realizada em sala climatizada ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h). Os adultos foram mantidos em gaiolas de PVC (20 cm de diâmetro x 25

cm de altura) revestidos internamente com folha de papel ofício branco e as extremidades fechadas com tecido do tipo “voil”, sendo diariamente oferecida uma solução de mel a 10% (v/v) como alimento. Os ovos foram coletados e acondicionados em recipientes plásticos, e após a eclosão das larvas, estas foram individualizadas em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm) preenchidos em até 1/4 de seu volume com dieta artificial a base de feijão, gérmen de trigo e farelo de soja, de acordo com Greene *et al.* (1976). Após o resfriamento da dieta, as larvas foram transferidas para os tubos e mantidas nestes recipientes até o período pupal.

Manutenção e Multiplicação de *T. pretiosum*. As fêmeas utilizadas nos experimentos pertencem à linhagem Tp₁₂, da coleção estoque do NUDEMAFI onde são mantidas e criadas em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lep.: Pyralidae), seguindo a metodologia desenvolvida por Parra (1997).

Obtenção do Óleo de Mamona. Frutos de mamona da variedade IAC 80 provenientes de plantações do município de Muqui, ES, foram coletados completamente maduros e acondicionados em bandejas plásticas (38cm x 38cm x 9cm). Estes frutos foram expostos ao sol para secagem completa e desprendimento das sementes. Em seguida foram armazenadas em recipientes hermeticamente fechados, e depois submetidas à extração do óleo, mediante processo de prensagem a frio e filtragem das impurezas com filtro de tela fina (sujeito a patente). Posteriormente, o óleo foi armazenado em recipiente transparente hermeticamente fechado, datado e mantido em sala climatizada a 25 ± 2 °C e fotofase de 12h.

Efeito do Óleo de Mamona sobre *H. zea*. O experimento foi conduzido em câmara climatizada a 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h. A eficiência do óleo de mamona foi avaliada sobre larvas de *H. zea* nas vias de aplicação por ingestão e contato, nas concentrações de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0% (v/v). Para a diluição do óleo foi utilizada água destilada com

espalhante adesivo (Tween[®] 80) na concentração de 0,05% (v/v). A concentração de 0,0% (v/v) (controle) consistiu da aplicação de água destilada mais o espalhante adesivo.

Nos testes de ingestão, foi utilizada dieta artificial como substrato alimentar. Foram utilizados tubos de acrílico (com capacidade para 10 mL), onde a dieta foi depositada na quantidade de $\frac{1}{3}$ do volume total do tubo. Após a solidificação da dieta, 50 μ L da emulsão contendo as referidas concentrações do óleo de mamona foi aplicada superficialmente na dieta, permanecendo os frascos abertos durante 60 minutos em câmara de fluxo laminar, a fim de evaporar o excesso de umidade. Posteriormente, com o auxílio de um pincel de cerdas finas, larvas de dois dias de idade de *H. zea* foram inoculadas individualmente sobre a dieta.

Para avaliar o efeito de contato do óleo de mamona, larvas de dois dias de idade de *H. zea* foram retiradas da criação e colocadas em Gerbox[®] de 6 cm de diâmetro revestidos com papel filtro, e pulverizadas com o auxílio de uma torre de Potter[®] com pressão de 15 lb/pol² e 5,5 mL de solução de cada uma das concentrações do óleo de mamona anteriormente descritas, medido com pipetador automático de 2 a 10 mL, o que corresponde à deposição de 1,78 mg/cm². As larvas pulverizadas foram então transferidas com auxílio de um pincel de cerdas finas para tubos de acrílico de 10 mL, preenchidos com dieta em $\frac{1}{3}$ de sua capacidade.

Os experimentos foram arranjados em esquema fatorial 2 x 7 (vias de aplicação x concentração do óleo de mamona), utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado com 10 repetições, sendo cada repetição constituída de cinco larvas, nas quais foram realizadas avaliações diárias de mortalidade por um período de 10 dias. As mortalidades ocasionadas nos tratamentos por ingestão e contato com óleo de mamona foram corrigidas em relação ao tratamento controle pela fórmula de Abbott (1925). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de *t* a 5% de probabilidade. Para verificar o efeito da concentração

do óleo de mamona sobre a mortalidade das larvas foi realizada uma análise de regressão com nível de significância do teste de 5%. Foi utilizado o programa estatístico Sisvar nas análises.

Seletividade do Óleo de Mamona e Susceptibilidade de *T. pretiosum*. Foi aplicado óleo de mamona sobre ovos de *H. zea* antes (seletividade) e após (susceptibilidade) o parasitismo por *T. pretiosum*. Foi testada a concentração de 3% (v/v) do óleo com espalhante adesivo (Tween[®] 80) na concentração de 0,05% (v/v), pois foi a concentração que demonstrou a maior mortalidade de larvas de *H. zea*, sendo a possível dose recomendada para aplicação em campo. No tratamento controle aplicou-se água destilada mais o espalhante adesivo.

Em ambos os testes, de seletividade e susceptibilidade, 20 fêmeas recém emergidas do parasitóide foram individualizadas em microtubos tipo Eppendorf[®] (capacidade de 1,5 mL), contendo uma gotícula de mel em sua parede. Foram colados 15 ovos de *H. zea* com um dia de idade, em cartelas de cartolina azul celeste (2,5 x 0,5 cm) com goma arábica diluída a 10%. Estas foram dispostas dentro de placas de Petri e pulverizadas em torre de Potter[®] com pressão de 15 lb/pol² e 6,0 mL de solução, medido em pipetador automático (2-10 mL). Com a pressão e o volume utilizado na torre de Potter foi depositado um volume médio de 1,62 mg/cm². Após a pulverização as cartelas foram colocadas sobre papel filtro, à temperatura ambiente, até a eliminação do excesso de umidade da superfície dos ovos.

Para o teste de seletividade, cada fêmea recebeu uma cartela contendo ovos de *H. zea* pulverizados com o óleo de mamona, onde se permitiu o parasitismo por 24 horas. Por sua vez, no teste de susceptibilidade, o parasitismo foi permitido pelo mesmo período e, posteriormente, as cartelas contendo os ovos já parasitados foram submetidas à pulverização.

Os tratamentos foram mantidos em câmaras climatizadas reguladas para temperatura de 25 ± 1°C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas, sendo realizadas verificações diárias durante cinco dias para eliminação de larvas de *H. zea* recém eclodidas de ovos não parasitados.

Após a emergência dos descendentes, foram avaliados para o teste de seletividade os parâmetros de número de ovos parasitados, porcentagem de emergência, número de indivíduos por ovo e razão sexual. No teste de susceptibilidade foram avaliados os mesmos parâmetros exceto o número de ovos parasitados, visto que o processo de parasitismo já havia ocorrido.

Empregou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo os resultados submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico Sisvar. A redução do parasitismo pelo óleo de mamona foi avaliada pela classificação de toxicidade de produtos fitossanitários estabelecida pela IOBC/WPRS (“International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants/West Palearctic Regional Section”), de acordo com as seguintes categorias: classe 1 (inofensivo $\leq 30\%$); classe 2 (pouco prejudicial = 30 - 79%); classe 3 (moderadamente prejudicial = 80 - 99%) e classe 4 (prejudicial $\geq 99\%$) (Hassan 1997).

Resultados e Discussão

Efeito do Óleo de Mamona sobre *H. zea*. A mortalidade larval de *H. zea* variou em função da via de aplicação e concentração do óleo de mamona, ocorrendo uma interação significativa entre esses fatores ($F_{5, 108} = 4,387$; $P = 0,0011$). O tratamento por contato ocasionou uma maior mortalidade de larvas nas concentrações de 0,5 e 1,0% (v/v), diferindo do tratamento por ingestão (Fig. 1). Já nas concentrações intermediárias 1,5; 2,0 e 2,5% (v/v) não houve diferença na mortalidade de larvas entre os tratamentos testados. No entanto, a concentração de 3,0% (v/v) ocasionou mortalidade significativamente maior quando as larvas foram tratadas por ingestão comparado ao tratamento por contato (Fig. 1). Estes resultados indicam que o óleo de mamona atua sobre *H. zea* tanto por ingestão, como por contato.

Algumas substâncias ou compostos de plantas podem atuar de várias formas, especialmente quando é um complexo o responsável por sua atividade sobre o inseto (Aguiar-Menezes 2005). Insetos quando ingerem alimentos que contenham moléculas inseticidas, o efeito destas sobre seu organismo não é imediato, pois processos digestivos são necessários para a incorporação e atividade. A mortalidade por ingestão depende da acumulação do princípio ativo no organismo, portanto, uma maior concentração provavelmente tende a provocar mortalidade mais elevada de forma mais rápida do que concentrações menores. As menores concentrações dependeriam de um maior tempo para acumulação, visto que o inseto teria que ingerir um volume maior de alimento para acumular certa quantidade do princípio ativo para provocar sua morte. Contrariamente, substâncias que agem por contato, afetam o sistema nervoso central causando morte imediata do inseto (Kathrina & Antonio 2004, Aguiar-Menezes 2005, Isman 2006). Isto explica o fato de concentrações menores do óleo de mamona ocasionar maior mortalidade por contato, sendo superada pela ingestão nas concentrações mais elevadas (Fig. 1).

A mortalidade de *H. zea* em função das concentrações de óleo de mamona por ingestão ajustou-se ao modelo linear ($P = 0,0014$ com $r^2 = 0,92$), ou seja, a mortalidade aumentou em função da concentração (Fig. 1). Contudo, os dados de mortalidade obtidos por contato não se ajustaram a nenhum modelo matemático, indicando que não houve efeito dose-resposta por esta via de aplicação (Fig. 1).

Mortalidade de 44% de larvas de *H. zea* foi verificada na concentração de 3% (v/v) quando o óleo de mamona foi ingerido, superando os 20% de mortalidade obtida por contato. Esses resultados se assemelham aos encontrados por Lima (2009), que ao utilizar óleo de mamona na concentração de 3% (v/v) em larvas de *Diaphania nitidalis* (L.) (Lep.: Crambidae), obteve 20% de mortalidade por contato, sendo este valor inferior ao obtido por ingestão. A ação de ingestão do óleo de mamona também foi verificada por Ramos-Lopez *et al.* (2010), que ao oferecerem o

óleo de mamona em dieta artificial para larvas de primeiro ínstar de *S. frugiperda* na concentração de 16000 ppm (1,6%), este resultou em viabilidade larval nula, sendo detectadas atividades insetistáticas do óleo a 560 ppm (0,05%). Santiago *et al.* (2008), também constataram bioatividade de extratos aquosos do fruto verde de *R. communis* a 10% (v/v) para *S. frugiperda* quando adicionados em dieta artificial, afetando a duração e viabilidade larval e a duração e peso pupal.

A morte das larvas de *H. zea* por ingestão provavelmente foi provocada por proteínas com atividade inseticida contidas na semente de mamona, como inibidores protéicos que agem sobre a α -amilase e outras enzimas que degradam polissacarídeos, fazendo destes inibidores nutricionais para os insetos (Pantoja-Uceda *et al.* 2003). Com relação à ação por contato de *R. communis*, não foi encontrado na literatura a maneira como pode atuar sobre insetos. Portanto, o desenvolvimento de pesquisas com a finalidade de esclarecer como as substâncias contidas nas sementes de mamona atuam por contato, se é absorvido pelo tegumento do inseto, ou atuam de outra forma são necessários.

O óleo de mamona pode ser considerado um produto natural promissor no manejo fitossanitário de *H. zea*, visto que pode atuar tanto por ingestão como por contato sobre a praga, podendo resultar em efeito aditivo entre estes modos de contaminação em campo, o que poderá proporcionar um incremento na mortalidade.

Seletividade do Óleo de Mamona e Susceptibilidade de *T. pretiosum*. O número de ovos de *H. zea* parasitados por *T. pretiosum* no teste de seletividade foi afetado negativamente pelo óleo de mamona na concentração 3% (v/v), quando comparado com o tratamento controle (Tabela 1). A presença do óleo de mamona na superfície dos ovos pode ter mascarado as características físicas e químicas dos ovos de *H. zea*, influenciando o comportamento do parasitóide na aceitação do hospedeiro e, conseqüentemente, reduzindo a taxa de parasitismo. O óleo de mamona ocasionou

redução no parasitismo de 32,5%, o que inclui este produto na classe 2 (pouco prejudicial = 30-79%) pela classificação de toxicidade de produtos fitossanitários estabelecida pela IOBC/WPRS (Hassan 1997).

Outros produtos naturais já foram relatados causando redução no parasitismo de *Trichogramma* spp., como observado por Gonçalves-Gervásio & Vendramim (2004), que ao utilizar extrato aquoso de sementes de nim a 10% (v/v) sobre ovos de *A. kuehniella* antes do parasitismo de *T. pretiosum*, este reduziu drasticamente o número de ovos parasitados em comparação com o controle. Igualmente, Hohmann *et al.* (2010) ao pulverizarem extrato aquoso de sementes de nim a 15% (v/v) sobre ovos de *A. kuehniella* antes do parasitismo de *T. pretiosum* e *Trichogramma annulata* De Santis (Hym.: Trichogrammatiade), observaram que o número de ovos parasitados foi negativamente afetado. Thuler *et al.* (2008), também verificaram redução no número de ovos de *P. xylostella* parasitados por *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner (Hym.: Trichogrammatiade), quando larvas foram alimentadas com folhas de diferentes cultivares de brássicas tratadas com extrato pirolenhoso a 3,0% (v/v) e óleo de nim a 0,16 % (v/v). Da mesma forma, Broglio-Micheletti *et al.* (2006) constataram que o parasitismo por *Trichogramma galloi* Zucchi (Hym.: Trichogrammatidae) em ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lep.: Crambidae) foi nulo quando os ovos foram tratados com óleo de nim a 0,33; 0,53 e 1% (v/v).

Os demais parâmetros avaliados, como porcentagem de emergência, número de indivíduos por ovo e razão sexual, tanto para o teste de seletividade como no de susceptibilidade, não foram afetados pelo óleo de mamona em relação ao tratamento controle (Tabela 1). A similaridade na porcentagem de emergência obtida em ovos tratados e não tratados em ambos os testes, indica que a qualidade nutricional dos mesmos não é alterada com a aplicação do óleo de mamona. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Gonçalves-Gervásio & Vendramim (2004), que observaram que ovos de *A. kuehniella* tratados antes e após o parasitismo por *T. pretiosum* com

extrato aquoso e clorofórmico de folhas de *Trichilia pallida* Swartz a 10% (v/v), não afetaram a porcentagem de emergência. Porém estes mesmos autores encontraram diferenças na emergência de *T. pretiosum* quando os ovos foram tratados com extrato aquoso de sementes de nim a 10% (v/v) (62,4%), em comparação ao tratamento controle (98,6%).

A não influência do óleo de mamona no número médio de indivíduos de *T. pretiosum* por ovo de *H. zea* (Tabela 1), demonstra que o estabelecimento da população deste parasitóide em campo não seria influenciado pela aplicação do óleo de mamona nesta concentração estudada. Navarro & Marcano (1999) obtiveram resultados inferiores ao deste trabalho para número de indivíduos por ovo, com média de 1,27 indivíduos de *T. pretiosum* por ovo de *H. zea* com um dia de idade. Pratisoli & Oliveira (1999), ao utilizarem o mesmo parasitóide e espécie-praga encontraram um número médio de 1,19 indivíduos por ovo. Entretanto, a densidade de ovos adotada por esses autores variou da oferecida ao parasitóide nesta pesquisa, o que pode ter contribuído para a diferença nos resultados.

Com relação à razão sexual, as taxas encontradas para seletividade e suscetibilidade foram superiores a 0,5 e diferente de 1 (Tabela 1), o que é considerado resultado satisfatório para o controle de pragas, pois taxa igual a 1 significa ausência de machos na população, o que não produz variabilidade genética, e abaixo de 0,5 não é desejada, pois proporciona maior concentração de machos em relação às fêmeas, interferindo negativamente no controle de pragas (Navarro 1998). De modo geral, os valores encontrados para os parâmetros biológicos avaliados em ovos tratados e não tratados, mostram uma boa adequação dos ovos tratados de *H. zea* ao desenvolvimento de *T. pretiosum*, não interferindo em suas características genéticas.

O óleo de mamona demonstra ser compatível com a utilização de *T. pretiosum*. No entanto, as pulverizações do óleo devem ser realizadas preferencialmente após as liberações do parasitóide, pois desta forma não influenciará a taxa de parasitismo. Portanto, a utilização

associada destes métodos no manejo de *H. zea* é viável, fornecendo mais uma ferramenta para os programas de Manejo Fitossanitário de Pragas.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor. Ao Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGEA/UFRPE) e ao Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (NUDEMAFI-CCA/UFES) por permitirem o desenvolvimento dessa pesquisa.

Literatura Citada

- Aguiar-Menezes, E.L. 2005.** Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica, Embrapa Agrobiologia, 58p. (Documentos 205).
- Abbot, W.S. 1925.** A method for computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- Audi, J., M. Belson, M. Patel, J. Schier & J. Osterloh. 2005.** Ricin poisoning: A comprehensive review. JAMA 294: 2342-2351.
- Ayvaz, A., E. Karasu, S. Karaborklu & S. Yilmaz. 2008.** Dispersal ability and parasitization performance of egg parasitoid *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in field and storage conditions. Turk. J. Biol. 32: 1-7.
- Broglio-Micheletti, S.M.F., A.J.N. Santos & J.L. Pereira-Barros. 2006.** Ação de alguns produtos fitossanitários para adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ciênc. Agrotec. 30: 1051-1055.
- Caffarini, P., P. Carrizo, A. Pelicano, P. Roggero & J. Pacheco. 2008.** Effects of acetonic and water extracts of *Ricinus communis*, *Melia azedarach* and *Trichillia glauca* on black common cutting ant (*Acromyrmex lundii*). Idesia 26: 59-64.
- Capinera, J.L. 2004.** Encyclopedia of Entomology. Dordrecht, Kluwer Academic Press, 2580 p.

- Ferry, N., M.G. Edwards, J.A. Gatehouse & A.M.R. Gatehouse. 2004.** Plant-insect interactions: molecular approaches to insect resistance. *Curr. Opin. Biotechnol.* 15: 155-161.
- Giolo, F.P., G.R. Busato, M.S. Garcia, C.G. Manzoni, O. Bernadi & M. Zart. 2006.** Biologia de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais. *Rev. Bras. Agroc.* 12: 167-171.
- Greene, G.L., N.C. Leppla & W.A. Dickerson. 1976.** Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. *J. Econ. Entomol.* 69: 487-488.
- Gonçalves-Gervásio, R.D.C.R. & J.D. Vendramim. 2004.** Efeito de extratos de meliáceas sobre o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Neotrop. Entomol.* 33: 607-612.
- Hassan, S.A. 1997.** Métodos padronizados para testes de seletividade com ênfase em *Trichogramma*, p. 207-233. In Parra, J.R.P. & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Hohmann, C.L., F.A.C. Silva & T.G. Novaes. 2010.** Selectivity of Neem to *Trichogramma pretiosum* Riley and *Trichogrammatoidea annulata* De Santis (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Neotrop. Entomol.* 39: 985-990.
- Hou, M., F. Wang, F. Wan & F. Zhang. 2006.** Parasitism of *Helicoverpa assulta* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae) eggs by *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae): Implications for inundative release on tobacco plants. *Appl. Entomol. Zool.* 41: 577-584.
- Isman, M.B. 2006.** Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annu. Rev. Entomol.* 5: 45-66.
- Jacobson, A., R.E. Foster, C. Krupke, W.D. Hutchison, B. Pittendrigh & R.A. Weinzierl. 2009.** Resistance to pyrethroid insecticides in *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in Indiana and Illinois. *J. Econ. Entomol.* 102: 2289-2295.
- Kathrina, G.A., L.P.J. Antonio. 2004.** Control biológico de insectos mediante extractos botánicos, p. 137-160. In Carballo, M. & F. Guaharay (eds.), *Control biológico de plagas agrícolas*. Managua, Catie, 232p.
- Lebedenco, A., A.M. Auad & S.N. Kronka. 2007.** Métodos de controle de lepidópteros na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Acta Sci. Agron.* 29: 339-344.
- Lima, V.L.S. 2009.** Manejo fitossanitário para broca das cucurbitáceas *Diaphania nitidalis* Cramer (Lep.: Crambidae). Dissertação de Mestrado, UFES, Alegre, 56p.
- Lord, M.J., N.A. Jolliffe, C.J. Marsden, C.S. Pateman, D.C. Smith, R.A. Spooner, P.D. Watson & L.M. Roberts. 2003.** Ricin. Mechanisms of cytotoxicity. *Toxicol. Rev.* 22:53-64.

- Ma, C.S. & Y.W. Chen. 2006.** Effects of constant temperature, exposure period, and age on diapause induction in *Trichogramma dendrolimi*. Biol. Control. 36: 267-273.
- Mushobozy, D.M.K., G. Nganilevanu, S. Ruheza & G.B. Swella. 2009.** Plant oils as common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed protectants against infestations by the Mexican bean weevil *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). J. Pl. Prot. Res. 49: 35-39.
- Navarro, M.A. 1998.** *Trichogramma* spp. Producción, uso y manejo en Colombia. Guadalajara de Buga, Imprectec, 176p.
- Navarro, R. & R. Marcano. 1999.** Preferencia de *Trichogramma pretiosum* Riley y *T. atopovirilia* Oatman y Platner por huevos de *Helicoverpa zea* (Boddie) de diferentes edades. Bol. Entomol. Venez. 14: 87-93.
- Pantoja-Uceda D., M. Bruix, G. Giménez Gallego, M. Rico & J. Santoro. 2003.** Solution structure of RicinC3, a S2 albumin storage protein from *Ricinus communis*. Biochemistry 42: 13839-13847.
- Parra, J.R.P. 1997.** Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para a produção de *Trichogramma*, p. 121-150. In Parra, J.R.P. & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Perez, D.D. & J.O. Iannacone. 2006.** Efectividad de extractos botánicos de diez plantas sobre la mortalidad y repelencia de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L., insecto plaga del pijuayo *Bactris gasipaes* Kunth en la Amazonía del Perú. Agric. Técnica 66: 21-30.
- Pinto, A.S. & J.R.P. Parra. 2002.** Liberação de inimigos naturais, p. 325-342. In Parra, J.R.P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. São Paulo, Manole, 635p.
- Pratissoli, D. & H.N. De Oliveira. 1999.** Influência da idade dos ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) no parasitismo de *Trichogramma Pretiosum* Riley. Pesq. Agropec. Bras. 34: 891-896.
- Ramos-López, M.A., S.G. Pérez, C. Rodríguez-Hernández, P. Guevara-Fefer & M.A. Zavala-Sánchez. 2010.** Activity of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Afr. J. Biotechnol. 9:1359-1365.
- Santiago, G.P., L.E.M. Pádua, P.R.R. Silva, E.M.S. Carvalho & C.B. Maia. 2008.** Efeitos de extratos de plantas na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) mantida em dieta artificial. Ciênc. Agrotec. 32: 792-796.
- Thuler, R.T., S.A. Bortoli, R.M. Goulart, C.L.T. P. Viana, D. Pratissoli. 2008.** Interação tritrófica e influência de produtos químicos e vegetais no complexo: brássicas x traça-das-crucíferas x parasitóides de ovos. Ciênc. Agrotec. 32: 1154-1160.

- Velásquez, C.F. & M. Gerding P. 2006.** Evaluación de diferentes especies de *Trichogramma* spp. para el control de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). Agric. Técnica 66: 411-415.
- Wamser, A.F., W.F. Becker, J.P. Santos & S. Mueller. 2008.** Influência do sistema de condução do tomateiro sobre a incidência de doenças e insetos-praga. Hortic. Bras. 26: 180-185.
- Wiesbrook, M.L. 2004.** Natural indeed: are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? Ill. Pest. Rev. 17: 1-8.

Tabela 1. Características biológicas e de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Helicoverpa zea* tratados com óleo de mamona a 3% (v/v). Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e 14h de fotofase.

Tratamentos	Nº de ovos parasitados	Emergência (%)	Nº de indivíduos/ ovo	Razão sexual
<i>Teste de seletividade</i>				
Controle	$9,7 \pm 0,40$ a ¹	$93,3 \pm 1,54$ a	$1,9 \pm 0,06$ a	$0,63 \pm 0,02$ a
Óleo de mamona	$6,5 \pm 0,32$ b	$96,8 \pm 1,25$ a	$1,9 \pm 0,10$ a	$0,68 \pm 0,05$ a
<i>Teste de susceptibilidade</i>				
Controle	- ²	$79,1 \pm 2,19$ a	$1,6 \pm 0,05$ a	$0,68 \pm 0,03$ a
Óleo de mamona	-	$84,6 \pm 3,11$ a	$1,7 \pm 0,07$ a	$0,68 \pm 0,03$ a

¹Médias (\pm EP) seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA (teste *F*) a 5% de probabilidade nos respectivos testes.

²Ovos tratados após o parasitismo.

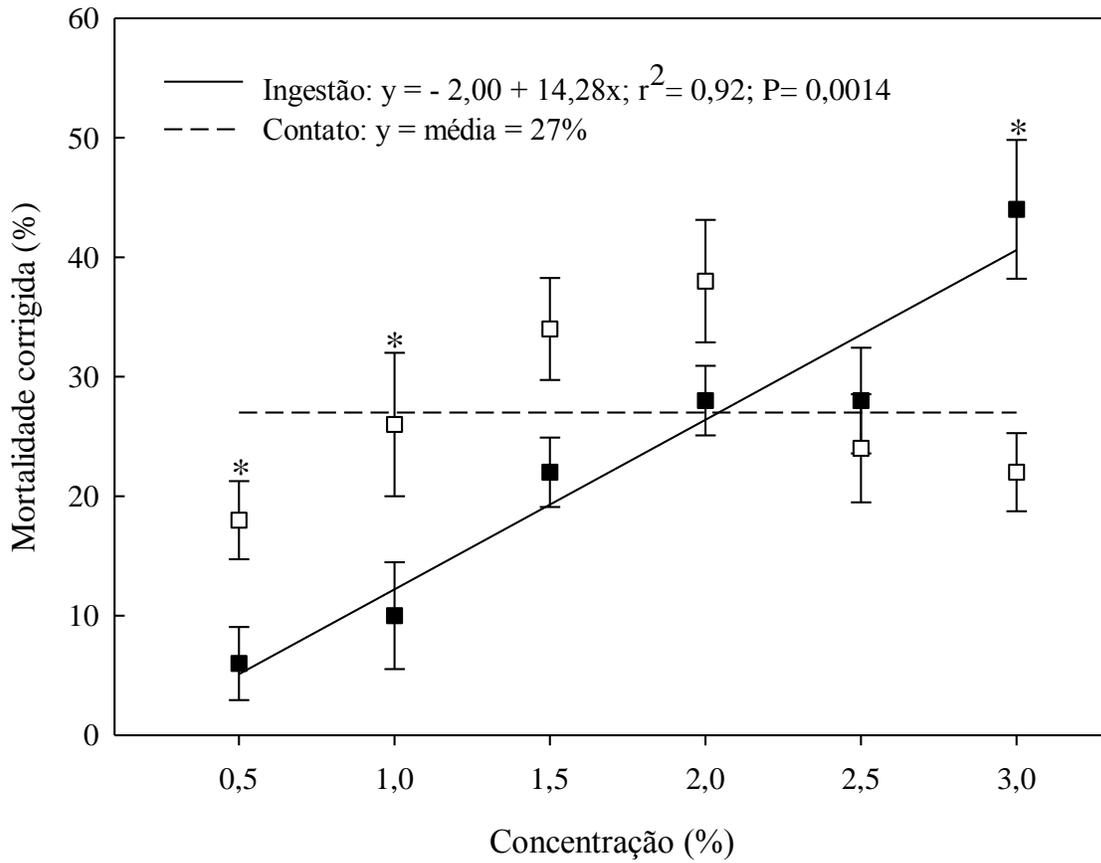


Figura 1. Mortalidade corrigida (média \pm EP) de larvas de *Helicoverpa zea* tratadas com óleo de mamona em diferentes concentrações, pelas vias de aplicação ingestão (\square) e contato (\blacksquare). Temp.: 25 ± 1 °C, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. *Indica diferença na mortalidade entre as vias de aplicação pelo teste *t* a 5% de probabilidade na mesma concentração.

CAPÍTULO 3

EXTRATOS VEGETAIS E SUA INTERAÇÃO COM *Trichogramma pretiosum* RILEY (HYM.: TRICHOGRAMMATIDAE) NO CONTROLE DE *Helicoverpa zea* (BODDIE) (LEP.: NOCTUIDAE)

LUZIANI R. BESTETE², DIRCEU PRATISSOLI³ E VAGNER T. QUEIROZ⁴

² Departamento de Agronomia – Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av.
Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil.

³ Departamento de Produção Vegetal – NUDEMAFI, Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, 29500-000 Alegre, ES, Brasil.

⁴ Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito
Santo, Alto Universitário, s/n, 29500-000 Alegre, ES, Brasil.

¹Bestete, L.R., D. Pratissoli & V.T. Queiroz. Extratos vegetais e sua interação com *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: trichogrammatidae) no controle de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae). A ser submetido.

RESUMO – A broca-grande do tomate (BRG), *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae) é considerada praga importante em diversas culturas, sendo o uso de inseticidas sintéticos o método mais utilizado para controle. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de extratos de alho e fumo na mortalidade larval da BRG, bem como verificar a influência do melhor resultado sobre *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae), visando alternativas de manejo. Larvas da BRG com dois dias de idade foram tratadas por ingestão e contato, empregando diferentes concentrações dos extratos. Por ingestão, os extratos foram adicionados à dieta ofertada as larvas, enquanto no tratamento por contato foram efetuadas pulverizações sobre larvas utilizando torre de Potter[®]. A influência sobre *T. pretiosum* foi analisada em testes de seletividade e susceptibilidade. Em todas as concentrações e vias de tratamento, o extrato de alho foi sempre igual ou superior ao de fumo, sendo responsável pelas maiores porcentagens de mortalidade. O extrato de alho ocasionou 42 e 16% de mortalidade na concentração de 33% via ingestão e contato, respectivamente. O extrato de fumo na mesma concentração ocasionou mortalidade de 30% por ingestão e 6% por contato. Apesar do efeito sobre larvas de *H. zea*, o extrato de alho não afetou o parasitismo de *T. pretiosum*. No entanto, no teste de seletividade reduziu o número de indivíduos emergidos por ovo parasitado. O extrato de alho ocasionou maior mortalidade de larvas de *H. zea* comparado ao extrato de fumo, atuando principalmente por ingestão, e demonstrou ser compatível com a utilização de *T. pretiosum*.

PALAVRAS-CHAVE: Plantas inseticidas, extratos vegetais, controle biológico, broca-grande

PLANT EXTRACTS AND THEIR INTERACTION WITH *Trichogramma pretiosum* RILEY
(HYM.: TRICHOGRAMMATIDAE) TO *Helicoverpa zea* (BODDIE) (LEP.: NOCTUIDAE)

CONTROL

ABSTRACT – The tomato fruitworm (TFW), *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae) is considered an important pest in several crops, which requires the use of synthetic insecticides in the most of cases as the method of control. Thus, this study aimed to evaluate the efficiency of garlic and tobacco extracts to control TFW larvae, and the effect of the best result of the extract and its concentration on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae). TFW larvae 2-days old were subjected to ingestion and contact treatments using five different extract concentrations. The treatment by ingestion was obtained through treated artificial diet, while the contact treatment was obtained spraying TFW larvae using Potter's tower. The influence on *T. pretiosum* was obtained through selectivity and susceptibility tests. The garlic extract caused mortality of TFW larvae always equal or superior than tobacco extract across all tested concentrations and treatment methods. This extract caused 42 and 16% mortality of TFW larvae at 33% concentration through ingestion and contact treatments, respectively. Under this same concentration, the tobacco extract caused 30 and 6% TFW larval mortality through ingestion and contact treatments, respectively. Despite TFW levels of mortality achieved with garlic extract no effect was observed on parasitism of eggs by *T. pretiosum*. Although was obtained a lower number of adult parasitoid emerging per parasitized egg in the selectivity test. Based on the results, the garlic extract caused greater TFW larval mortality compared to tobacco extract, in special, by ingestion treatment. Furthermore, the garlic extract was compatible with the TFW egg parasitoid *T. pretiosum*.

KEY WORDS: Plant insecticides, plant extracts, biological control, tomato fruitworm

Introdução

A broca-grande, *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae) é uma importante praga de diversas culturas, já tendo sido relatada ocasionando perdas em tomate, milho, algodão e feijão (Capinera 2004, Giolo *et al.* 2006, Lebedenco *et al.* 2007). Em plantios de tomate no Brasil, esta praga já foi registrada causando danos de até 80%, o que inviabiliza a produção caso medidas de controle não sejam adotadas (França *et al.* 2000, Pinto *et al.* 2004).

O uso de inseticidas sintéticos, como piretróides, tem sido o método mais adotado nos últimos anos para o controle de *H. zea* (Jacobson *et al.* 2009). Porém, a utilização de forma incorreta desses produtos tem conduzido a diversos problemas, como resíduos nos alimentos, desequilíbrio e contaminações ambientais, intoxicações, e a seleção de insetos resistentes (Perez & Iannacone 2006). Para contornar esses problemas, uma opção é a utilização de produtos naturais provenientes de plantas com atividade inseticida. Essas plantas sintetizam alguns metabólitos secundários que apresentam potencial inseticida, com relatos de diversos efeitos em diferentes espécies de insetos (Medeiros *et al.* 2005, Isman 2006, Torres *et al.* 2006). Neste contexto, a utilização de extratos vegetais pode ser uma alternativa viável, contribuindo para a diminuição dos danos ambientais e dos custos de produção das lavouras, podendo as plantas com tais características, vir a constituir um novo método para o controle de pragas (Viana 2008).

Entre as plantas com propriedades inseticidas o alho (*Allium sativum* L.) e o fumo (*Nicotiana tabacum* L.) podem fornecer produtos para serem incluídos no manejo de *H. zea*. Estas plantas contêm substâncias que atuam na defesa contra insetos, como a alicina e a nicotina, respectivamente (Talamini & Stadnik 2004, Aguiar-Menezes 2005). Alguns estudos demonstraram o potencial inseticida destas espécies de plantas, como o realizado por Prowse *et al.* (2006) na mosca da raiz do repolho, *Delia radicum* L. (Dip.: Anthomyiidae), onde a mortalidade desta praga por um produto a base de alho foi semelhante à obtida por inseticidas

organofosforados. A eficácia do fumo foi observada por Dequech *et al.* (2009), que verificaram redução da oviposição e controle eficiente de larvas de *Plutella xylostella* (L.) (Lep.: Plutellidae) com pó de fumo a 10% (p/v).

A utilização do controle biológico com o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) também pode ser uma alternativa no controle de *H. zea* (Velásquez & Gerding 2006). Este parasitóide controla as pragas na fase de ovo, impedindo que seus hospedeiros atinjam a fase larval e causem danos econômicos, constituindo uma vantagem para seu emprego (Olson & Andow 2006, Witting *et al.* 2007). Porém, a eficiência do parasitóide pode ser influenciada pelo uso de produtos associados às suas liberações (Pinto & Parra 2002).

Deste modo, neste trabalho foi avaliado o efeito dos extratos de alho e de fumo para o controle de *H. zea*, e simultaneamente a sua influência sobre o parasitóide de ovos *T. pretiosum*, visando uma associação destes métodos de controle em programas de manejo fitossanitário desta praga.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no setor de Entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI), sediado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), Alegre, ES.

Criação de *H. zea*. A criação da praga foi realizada em sala climatizada ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h). Os adultos foram mantidos em gaiolas de PVC (20 cm de diâmetro x 25 cm de altura) revestidas internamente com folha de papel ofício branco, e as extremidades fechadas com tecido do tipo “voil”, sendo oferecida diariamente solução de mel a 10% (v/v) como substrato alimentar. Os ovos foram coletados e acondicionados em recipientes plásticos, e após a eclosão das larvas, estas foram individualizadas em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm) preenchidos em

até 1/4 de seu volume com dieta artificial a base de feijão, gérmen de trigo e farelo de soja de acordo com Greene *et al.* (1976). Após o resfriamento da dieta as larvas foram transferidas para os tubos, e mantidas nestes recipientes até a pupação.

Manutenção e Multiplicação de *T. pretiosum*. As fêmeas utilizadas foram retiradas da coleção estoque do NUDEMAFI, onde foram mantidas e criadas em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lep.: Pyralidae), seguindo a metodologia desenvolvida por Parra (1997) com adaptações para as condições do NUDEMAFI.

Obtenção do Extrato de Fumo. Foram desfiados e picados 100 g de fumo de corda industrializado, e adicionado 0,5 L de água destilada e 0,5 L de álcool etílico (93°GL) contendo 100 g de sabão neutro (Penteado 2010). Após ser bem misturado o material foi deixado em repouso por um período de 72 horas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ em local escuro. Decorrido este período a solução foi coada usando tecido tipo 'voil', e aplicada logo em seguida.

Obtenção do Extrato de Alho. Foram macerados 100 g de alho nacional (variedade Amaranite) e deixados em repouso por 24 horas, imersos em 5 mL de óleo mineral (Assist[®]). Decorrido este período, 10 g de sabão de coco foram diluídos em 0,5 L de água destilada, que foram misturados e filtrados juntamente aos outros constituintes. O extrato foi utilizado logo após o preparo (Penteado 2010).

Efeito dos Extratos de Alho e Fumo sobre *H. zea*. O experimento foi conduzido em câmara climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h. O efeito tóxico dos extratos foi avaliado no controle de larvas de *H. zea* através das vias de aplicação ingestão e contato, diluindo-os em água destilada nas proporções de 1:15, 1:12, 1:9, 1:6, e 1:3 v/v, que corresponde às concentrações de 6,6; 8,3; 11,1; 16,6 e 33,3 % (v/v) respectivamente. O tratamento controle constou da aplicação de água destilada.

Nos testes de ingestão dos extratos, tubos de acrílico com capacidade para 10 mL, foram preenchidos com dieta artificial na quantidade de $\frac{1}{3}$ do volume total. Após a solidificação da dieta, 50 μ L da solução contendo as referidas concentrações dos extratos foi aplicada superficialmente na dieta, permanecendo os frascos abertos durante 60 minutos em câmara de fluxo laminar, a fim de evaporar o excesso de umidade. Posteriormente, larvas de dois dias de idade de *H. zea* foram inoculadas individualmente sobre a dieta.

Para o tratamento por contato, larvas de dois dias de idade de *H. zea* foram retiradas da criação e colocadas em Gerbox[®] de 6 cm de diâmetro revestidos com papel filtro, e pulverizadas com o auxílio de torre de Potter[®] com pressão de 15 lb/pol² e 5,5 mL de solução de cada uma das concentrações de cada extrato, correspondendo à deposição de 1,78 mg/cm², estando de acordo com o recomendado pela IOBC/WPRS (“International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants/West Palearctic Regional Section”). As larvas pulverizadas foram então transferidas com auxílio de pincel de cerdas finas para tubos de acrílico de 10 mL, preenchidos com dieta artificial em $\frac{1}{3}$ de seu volume.

Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 2 x 2 x 7 (extratos x vias de aplicação x concentrações), utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado com 10 repetições, representadas por cinco larvas cada. As avaliações de mortalidade foram realizadas diariamente por um período de 10 dias. As mortalidades ocasionadas pelos extratos foram corrigidas em relação ao tratamento controle pela fórmula de Abbott (1925). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias ao teste *t* a 5% de probabilidade. Para verificar o efeito das concentrações dos extratos sobre a mortalidade das larvas de *H. zea*, foi realizada uma análise de regressão com nível de significância do teste de 5%, considerando mortalidade como variável dependente e concentrações como variável independente. Nas análises foi utilizado o programa estatístico Sisvar.

Testes de Seletividade e Susceptibilidade de *T. pretiosum*. O extrato de alho foi aplicado sobre ovos de *H. zea* antes (seletividade) e após (susceptibilidade) o parasitismo por *T. pretiosum*. Foi testado o extrato de alho na concentração de 33,3 %, pois este demonstrou ser mais eficaz do que o de fumo quanto à mortalidade de larvas de *H. zea*. O tratamento controle constou da aplicação de água destilada.

Em ambos os testes, 20 fêmeas recém emergidas foram individualizadas em microtubos tipo Eppendorf[®] (1,5 mL) contendo uma gotícula de mel em sua parede interna. Foram utilizados 15 ovos de *H. zea* de um dia de idade aderidos com goma arábica diluída a 10% (p/v) em cartelas de cartolina azul celeste (2,5 x 0,5 cm). As cartelas foram dispostas dentro de placas de Petri e pulverizadas em torre de Potter[®] com pressão de 15 lb/pol² e 6,0 mL de solução, correspondendo a um volume médio de 1,62 mg/cm². Após a pulverização as cartelas foram colocadas sobre papel filtro, à temperatura ambiente, até a eliminação do excesso de umidade da superfície dos ovos.

Para o teste de seletividade, cada fêmea recebeu uma cartela contendo ovos de *H. zea* pulverizados com o extrato de alho, permitindo-se o parasitismo por 24 horas. Por sua vez, no teste de susceptibilidade, o parasitismo foi permitido pelo mesmo período e, posteriormente, as cartelas contendo os ovos já parasitados foram pulverizadas.

Os tratamentos foram mantidos em câmaras climatizadas reguladas à 25 ± 1°C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas, sendo realizadas observações diárias durante cinco dias para eliminação de larvas recém eclodidas de ovos não parasitados. Após a emergência dos descendentes, foram avaliados para o teste de seletividade os parâmetros número de ovos parasitados, porcentagem de emergência, número de indivíduos por ovo e razão sexual. No teste de susceptibilidade foram avaliados os mesmos parâmetros exceto o número de ovos parasitados, visto que o processo de parasitismo já havia ocorrido. Foi empregado o delineamento

experimental inteiramente casualizado, sendo os resultados submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico Sisvar.

Resultados e Discussão

Eficiência dos Extratos sobre *H. zea*. A análise de variância revelou efeito significativo da interação tripla ($F_{8, 270} = 2,395$; $P = 0,0465$) entre os fatores extratos, vias de aplicação e concentrações. Isso indica que o efeito de um fator não foi consistente em todas as combinações dos dois outros fatores e, portanto, uma interpretação clara dos efeitos principais não é possível. Sendo assim, foi necessário realizar o desdobramento dos graus de liberdade da interação tripla significativa, através do efeito simples, fixando um fator e variando os demais.

Ao fixar o fator extrato, variando a via de aplicação e concentração do extrato, não houve diferença entre estes nos tratamentos por ingestão nas concentrações 6,6 e 16,6 % (Tabela 1). Nas demais concentrações, o extrato de alho foi superior ao de fumo. Por contato, os extratos de alho e fumo não apresentaram diferenças significativas para todas as concentrações estudadas, exceto na concentração de 33,3%. Nesta concentração o extrato de alho apresentou uma mortalidade de 16%, diferindo do fumo com 6% de mortalidade para larvas de *H. zea*. Em todas as concentrações, nas diferentes vias de aplicação, o extrato de alho foi sempre igual ou superior ao de fumo, sendo responsável pelas maiores porcentagem de mortalidades de larvas de *H. zea*, o que indica uma melhor eficácia deste em relação ao extrato de fumo (Tabela 1).

A mortalidade de larvas de *H. zea* ocasionada pelo extrato de alho, possivelmente foi devido à presença de substâncias que funcionam como repelentes, como a alicina que é responsável pelo aroma típico do alho e funciona como meio de defesa para a planta contra herbívoros (Talamini & Stadnik 2004). Desta forma, a maior mortalidade do extrato de alho em relação ao extrato de fumo por ingestão (Tabela 1), pode ser atribuída ao odor característico do

alho, que pode ter ocasionado uma mudança no odor natural da dieta, inibindo a alimentação das larvas e fazendo com que morressem por inanição.

Com relação à mortalidade ocasionada pelo extrato de fumo, esta provavelmente foi provocada pela presença de substâncias com propriedade inseticida, como a anabasina, a nornicotina e a nicotina, sendo esta última considerada a principal substância inseticida deste produto (Saito & Lucchini 1998). É sabido que a nicotina atua por contato sobre os insetos, afetando o sistema nervoso central, transmitindo de forma contínua e descontrolada os impulsos nervosos causando tremores e paralisia, diferente do alho que é conhecido por sua atividade repelente (Kathrina & Antonio 2004, Aguiar-Menezes 2005). Sendo assim, era esperado que o extrato de fumo ocasionasse maior mortalidade por contato do que o extrato de alho, o que não aconteceu (Tabela 1). Uma explicação para estes resultados pode ser a concentração do princípio ativo no extrato de fumo, que talvez não estivesse presente em quantidade suficiente para ocasionar mortalidades maiores e superiores à provocada pelo extrato de alho.

Por sua vez, ao se fixar o fator via de aplicação, variando os fatores extrato e concentrações, o extrato de alho não apresentou diferença na mortalidade ocasionada por ingestão e contato nas concentrações de 6,6 e 8,3 % (Fig. 1). Contudo, nas demais concentrações a ingestão foi melhor que o contato. Para o extrato de fumo, as vias de aplicação só foram diferentes na concentração de 33,3%, na qual a ingestão foi melhor que o contato (Fig. 2). Os resultados deste trabalho demonstraram que o efeito dos extratos e das vias de aplicação sobre larvas de *H. zea* foi dependente da concentração utilizada.

O extrato de alho ocasionou mortalidade de 42% na concentração de 33,3% por ingestão, sendo superior aos 16% ocasionados por contato na mesma concentração (Fig. 1). Esta maior mortalidade em concentrações mais elevadas é plausível, pois possivelmente as substâncias presentes fizeram com que a dieta se tornasse um alimento impróprio para as larvas, atuando

como um deterrente alimentar. Um efeito deterrente de extrato de alho também foi observado em ácaros da espécie *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae), proporcionando uma redução da transmissão de vírus por essa praga (Guirado *et al.* 2004).

Para o extrato de fumo, 30% e 6% de mortalidade pelas vias de aplicação por ingestão e contato foram observadas na concentração 33,3% (Fig. 2). Este resultado também pode estar associado à quantidade de princípios ativos com propriedade inseticida presentes neste extrato. Raven *et al.* (2001) comentam que alguns metabólitos secundários de plantas quando acumulados em pequenas proporções nos tecidos vegetais, funcionam como sinais por meio dos quais as plantas atraem ou repelem os animais, e citam que a nicotina pode atuar como um eficiente inibidor do ataque de insetos herbívoros. E, segundo Saito & Lucchini (1998), o fumo quando utilizado em menores concentrações pode atuar apenas como repelente ou deterrente para insetos, o que também pode ter feito com que a mortalidade ocasionada quando o extrato foi oferecido em dieta, ter sido maior que a provocada quando o mesmo foi pulverizado sobre as larvas. Isto foi confirmado por Medeiros *et al.* (2005) que obtiveram altos valores de deterrência na oviposição de *P. xylostella*, quando extratos aquosos a 10% (p/v) de folhas de *N. tabacum* foram aplicados sobre folhas de couve.

Ao fixar o fator concentração, variando os fatores extratos e vias de aplicação, verificou-se que a mortalidade por ingestão ocasionada pelo extrato de alho aumentou em função do aumento das concentrações, ajustando-se ao modelo linear ($r^2 = 0,98$; $P < 0,001$; Fig. 1). Entretanto os dados de mortalidade obtidos no tratamento por contato não se ajustaram a um modelo matemático, indicando que não houve diferença entre as concentrações (Fig. 1). Da mesma forma, para o extrato de fumo a mortalidade por ingestão aumentou em função da concentração ($r^2 = 0,86$; $P = 0,014$), já a mortalidade por contato não diferiu entre as concentrações (Fig. 2).

Produtos a base de alho já foram relatados ocasionando mortalidades consideráveis em outras espécies de insetos, como os resultados encontrados por Szymczak *et al.* (2009), que ao utilizarem extrato aquoso de alho a 20% (v/v), aplicado em folhas de pepino, este proporcionou mortalidade de 62,5% de ninfas do terceiro e quarto ínstares de *Aphis gossypii* Glover (Hem.: Aphididae). Nali *et al.* (2004), ao aplicarem um produto proveniente de extrato de alho a 0,3% (v/v) (Bioalho) em videira, obtiveram redução de 42,7% na infestação do tripses *Frankliniella* sp. Karny (Thys.: Thripidae). Prowse *et al.* (2006), observaram mortalidade de 42,8% quando larvas da mosca da raiz do repolho, *Delia radicum* (L.) (Dip.: Anthomyiidae), foram submetidas a aplicação por contato de um produto comercial a base de suco de alho (CAS) a 5% (v/v), porém mortalidade de 14% foi obtida quando houve uma redução da concentração para 1% (v/v).

Em relação ao extrato de fumo, os resultados encontrados na literatura são contrastantes aos obtidos neste trabalho. Dequech *et al.* (2009), ao tratarem pedaços de folha de couve com extratos aquosos de pó-de-fumo a 10% (p/v), este implicou em controle acima de 80% de larvas de *P. xylostella*, além de funcionar como um deterrente para oviposição da mariposa. Da mesma forma, larvas de *Microtheca ochroloma* Stal (Col.: Chrysomelidae) apresentaram mortalidade de 50% em apenas um dia de exposição a folhas de couve tratadas com extrato aquoso de pó-de-fumo a 10% (p/v), sendo que 100% de mortalidade foi atingida no quinto dia após a exposição (Dequech *et al.* 2008). Entretanto, o método de obtenção dos extratos e a espécie de inseto utilizada foram diferentes ao desta pesquisa.

O extrato de alho foi mais tóxico para larvas de *H. zea* quando comparado ao extrato de fumo, atuando principalmente por ingestão. Porém, de certa forma, as mortalidades ocasionadas pelos extratos foram relativamente baixas, o que pode ser devido ao método empregado para sua obtenção, não extraíndo em quantidade suficiente os princípios ativos presentes. Mas deve-se levar em consideração que a mortalidade provocada pelos extratos foi analisada isoladamente para

as vias de aplicação por ingestão e contato, podendo ocorrer em campo uma ação simultânea de ambos. Assim, os extratos podem ser considerados promissores para o manejo de *H. zea*, visto que são produtos naturais de fácil obtenção e preparo, e que tem como principal objetivo reduzir à população da praga no campo, além de destinados à utilização conjunta com outras táticas em programas de manejo fitossanitário de pragas.

Seletividade do Extrato de Alho e Susceptibilidade de *T. pretiosum*. No teste de seletividade, o número de ovos parasitados foi maior no tratamento com extrato de alho na concentração 33% em comparação com o tratamento controle, ocorrendo um aumento de 19% no parasitismo (Tabela 2). O resultado indica que o extrato de alho estimulou o parasitismo dos ovos de *H. zea* por *T. pretiosum*, talvez em decorrência de hormese. Este efeito é conhecido por fornecer respostas biológicas favoráveis a organismos benéficos, quando expostos aos agentes estressores em quantidades pequenas, como efeitos estimulatórios (Forbes 2000, Chapman 2001, Guedes *et al.* 2009). Assim, um maior número de ovos parasitados tratados com o extrato, pode ser devido a uma baixa concentração de compostos com atividade inseticida, por exemplo, a alicina, fazendo com que o extrato atuasse como estimulante, sendo mais atrativo para o parasitismo de *T. pretiosum*. Pratisoli *et al.* (2010) também verificaram um aumento no parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hym.: Trichogrammatidae) em ovos de *Diaphania hyalinata* (Linnaeus) (Lep.: Crambidae) tratados com o fungicida Azoxystrobin. Contudo, estes mesmos autores alegam que a confirmação do efeito de hormese requer avanços nas análises químicas para os organismos biológicos.

O número médio de 11,9 ovos de *H. zea* parasitados por *T. pretiosum* foi observado para o tratamento com extrato de alho (Tabela 2). Velásquez & Gerding (2006) encontraram um número médio de 12,65 (63,25%) ovos de *H. zea* parasitados por *T. pretiosum* (raça 1), porém forneceram uma densidade de 20 ovos, o que pode ter contribuído para o aumento do parasitismo. Paron *et al.*

(1998) obtiveram resultados inferiores ao deste trabalho, com uma média de 7,6 ovos de *H. zea* parasitados por *T. atopovirilia*, para a mesma densidade de ovos utilizada nesta pesquisa. Cabe ressaltar que, em ambos os casos os ovos estavam livres de qualquer tratamento, o que demonstra a inocuidade do extrato ao parasitóide e o bom desempenho deste para controle de *H. zea*.

Um menor número de indivíduos emergidos foi observado em ovos tratados com o extrato de alho no teste de seletividade (Tabela 2). Esta redução pode ser vantajosa para o parasitóide, pois um menor número de indivíduos desenvolvendo por hospedeiro reduz a competição intraespecífica, havendo uma maior disponibilidade de nutrientes para sua assimilação e desenvolvimento, gerando indivíduos maiores e mais competitivos (Suzuki *et al.* 1984, Beserra *et al.* 2003). A fecundidade de *Trichogramma* está diretamente ligada ao seu tamanho, e este irá depender do número de parasitóides emergindo e tamanho do ovo hospedeiro (Greenberg *et al.* 1998).

No teste de susceptibilidade, o número de indivíduos de *T. pretiosum* por ovo não diferiu entre os tratamentos, demonstrando que o estabelecimento da população em campo não seria influenciado pela aplicação do extrato (Tabela 2). Os demais parâmetros avaliados, como porcentagem de emergência e razão sexual não apresentou diferença significativa em relação ao tratamento controle, tanto no teste de seletividade como no de susceptibilidade (Tabela 2). A similaridade na porcentagem de emergência obtida em ovos tratados e não tratados em ambos os testes, indica que a qualidade nutricional dos mesmos não foi alterada com a aplicação do extrato de alho. Com relação a não interferência do extrato na razão sexual, é indicativo que as fêmeas ao ovipositarem aceitaram o ovo como sendo um hospedeiro adequado para o desenvolvimento de sua progênie.

Estes resultados são semelhantes aos reportados por Kraemer *et al.* (2007), que ao utilizarem extrato de alho a 20% (v/v) sobre ovos de *A. kuehniella* antes do processo de

parasitismo, não encontraram diferenças na porcentagem de emergência e razão sexual de *T. pretiosum*. Gonçalves-Gervásio & Vendramim (2004), também verificaram que ovos de *A. kuehniella* tratados antes e após o parasitismo por *T. pretiosum* com extrato aquoso e clorofórmico de folhas de *Trichilia pallida* Swartz a 10% (v/v), não afetaram a porcentagem de emergência. Contudo Hohmann *et al.* (2010) observaram que extratos aquosos de sementes de nim a 1,5, 3 e 15% (v/v) pulverizados 24h após o parasitismo afetaram negativamente a emergência de *T. pretiosum*.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que o extrato de alho é compatível com a utilização de *T. pretiosum*, não influenciando seus aspectos biológicos e características genéticas, o que possibilita a inserção destes métodos em programas de manejo fitossanitário de *H. zea*.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor. Ao Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGEA/UFRPE) e ao Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (NUDEMAFI-CCA/UFES) por permitirem o desenvolvimento dessa pesquisa.

Literatura Citada

- Abbot, W.S. 1925.** A method for computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- Aguiar-Menezes, E.L. 2005.** Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica, Embrapa Agrobiologia, 58p. (Documentos 205).

- Beserra, E.B., C.A.S. Dias & J.R.P. Parra. 2003.** Características biológicas de linhagens de *Trichogramma pretiosum* desenvolvidas em ovos de *Spodoptera frugiperda*. Acta Sci. Agron. 25: 479-483.
- Capinera, J.L. 2004.** Encyclopedia of entomology. Dordrecht, Kluwer Academic Press, 2580p.
- Chapman, P.M. 2001.** The implications of hormesis to ecotoxicology and ecological risk assessment. Hum. Exp. Toxicol. 20:499-505.
- Dequech, S.T.B., C.D. Sausen, C.G. Lima & R. Egewarth. 2008.** Efeito de extratos de plantas com atividade inseticida no controle de *Microtheca ochroloma* Stal (Col.: Chrysomelidae), em laboratório. Biotemas 21: 41-46.
- Dequech, S.T.B., R. Egewarth, C.D. Sausen, V.S. Sturza & L.P. Ribeiro. 2009.** Ação de extratos de plantas na oviposição e na mortalidade da traça-das-crucíferas. Ciênc. Rural 9: 551-554.
- Forbes, V.E. 2000.** Is hormesis an evolutionary expectation? Funct. Ecol. 14:12-24.
- França, F.H., G.L. Villas Bôas, M. Castelo branco & M.A. Medeiros. 2000.** Manejo integrado de pragas, p. 112-127. In Silva, J.B.C. & L.B. Giordano (orgs.), Tomate para processamento industrial. Brasília, Embrapa-CNPQ, 168p.
- Giolo, F.P., G.R. Busato, M.S. Garcia, C.G. Manzoni, O. Bernadi & M. Zart. 2006.** Biologia de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais. Rev. Bras. Agric. 12: 167-171.
- Gonçalves-Gervásio, R.D.C.R. & J.D. Vendramim. 2004.** Efeito de extratos de meliáceas sobre o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Neotrop. Entomol. 33: 607-612.
- Greenberg, S.M., D.A. Nordlund & Z. Wu. 1998.** Influence of rearing host on adult size and oviposition behavior of mass produced female *Trichogramma minutum* Riley and *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Biol. Control 11: 43-48.
- Greene, G.L., N.C. Leppla & W.A. Dickerson. 1976.** Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. J. Econ. Entomol. 69: 487-488.
- Guedes, R.N.C., L.C. Magalhães & L.V. Cosme. 2009.** Stimulatory sublethal response of a generalist predator to permethrin: hormesis, hormoligosis, or homeostatic regulation? J. Econ. Entomol. 102:170-176.
- Guirado, N., C.G. Guirado, E.J. Ambrosano, R.A. Arévalo F. Rossi & P.C.D. Mendes. 2004.** Alicina e extrato aquoso de bulbo de alho (*Allium sativum*) no controle da leprose dos citros. Rev. Agric. 79: 237-248.

- Hohmann, C.L., F.A.C. Silva & T.G. Novaes. 2010.** Selectivity of neem to *Trichogramma pretiosum* Riley and *Trichogrammatoidea annulata* De Santis (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Neotrop. Entomol. 39: 985-990.
- Isman, M.B. 2006.** Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. Annu. Rev. Entomol. 5: 45-66.
- Jacobson, A., R.E. Foster, C. Krupke, W.D. Hutchison, B. Pittendrigh & R.A. Weinzierl. 2009.** Resistance to pyrethroid insecticides in *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in Indiana and Illinois. J. Econ. Entomol. 102: 2289-2295.
- Kathrina, G.A. & L.P.J. Antonio. 2004.** Control biológico de insectos mediante extractos botánicos, p. 137-160. In Carballo, M. & F. Guaharay (eds.), Control biológico de plagas agrícolas. CATIE, Managua, 232p.
- Kraemer, B., V. Pietrowski, T.R. Lohmann, F.R. Gibbert & T. Krein. 2007.** Avaliação da interferência de extratos vegetais e óleo mineral emulsional sobre o parasitismo de *Trichogramma pretiosum*. Rev. Bras. Agroecol. 2: 1179- 1182.
- Lebedenco, A., A.M. Auad & S.N. Kronka. 2007.** Métodos de controle de lepidópteros na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Acta Sci. Agron. 29: 339-344.
- Medeiros, C.A.M., A.L. Boiça Junior & A.L. Torres. 2005.** Efeito de extratos aquosos de plantas na oviposição da traça-das-crucíferas, em couve. Bragantia 64: 227- 232.
- Nali, L.R., F.R. Barbosa, C. A.L. Carvalho & J.B.C. Santos. 2004.** Eficiência de inseticidas naturais e tiametoxam no controle de tripes em videira e seletividade para inimigos naturais. Rev. Ecotoxicol. Meio Amb. 14: 103-108.
- Olson, D.M. & D.A. Andow. 2006.** Walking pattern of *Trichogramma nubilale* Ertle & Davis (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on various surfaces. Biol. Control 39: 329-335.
- Paron, M.J.F.O., A.I. Ciociola & I. Cruz. 1998.** Resposta de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) a diferentes densidades de ovos do hospedeiro natural, *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). An. Soc. Entomol. Brasil 27: 427-433.
- Parra, J.R.P. 1997.** Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para a produção de *Trichogramma*, p. 121-150. In Parra J.R.P & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- Penteado, S.R. 2010.** Defensivos Agrícolas, p. 87-112. In Penteado S.R. (ed.), Defensivos Alternativos e Naturais. Campinas, 172p.
- Perez, D.D. & J.O. Iannacone. 2006.** Efectividad de extractos botánicos de diez plantas sobre la mortalidad y repelencia de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L., insecto plaga del pijuayo *Bactris gasipaes* Kunth en la Amazonía del Perú. Agric. Técnica 66: 21-30.

- Pinto, A.S. & J.R.P. Parra. 2002.** Liberação de inimigos naturais, p. 325-342. In Parra, J.R.P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo, Manole, 635p.
- Pinto, A.S., J.R.P. Parra & H.N. Oliveira. 2004.** Pragas e insetos benéficos do milho. Piracicaba, ESALQ/USP, 108p.
- Pratissoli, D., A.M. Milanez, W.F. Barbosa, F.N. Celestino, G.S. Andrade & R.A. Polanczyk. 2010.** Side effects of fungicides used in cucurbitaceous crop on *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Chil. J. Agric. Res. 70:323-327.
- Prowse, G.M., T.S. Galloway & A. Foggo. 2006.** Insecticidal activity of garlic juice in two dipteran pests. Agric. For. Entomol. 8: 1-6.
- Raven, P.H., R.F. Evert & S.E. Eichhorn. 2001.** Biologia Vegetal. 6° ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 906p.
- Saito, M.L. & F. Lucchini. 1998.** Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente. Jaguariúna, Embrapa-CNPMA, 46p. (Séries Documentos 12).
- Suzuki, Y., H. Tsuji & M. Sasakawa. 1984.** Sex allocation and effects of superparasitism on secondary sex ratios in the gregarious parasitoid, *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Anim. Behav. 32: 478-484.
- Szymczak, L.S., M.Z. Schuster & C. Rohde. 2009.** Efeito de inseticidas orgânicos sobre o pulgão *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) na cultura do pepino (*Cucumis sativus*) em condições de laboratório. Rev. Bras. Agroecol. 4: 3204-3207.
- Talamini, V. & M.J. Stadnik. 2004.** Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas, p. 45-62. In Talamini, V. & M.J. Stadnik (eds.), Manejo Ecológico de Doenças de Plantas. Florianópolis, UFSC, 293p.
- Torres, A.L., A.L.B. Júnior, C.A.M. Medeiros, R. Barros. 2006.** Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. Bragantia 65: 447-457.
- Velásquez, C.F. & M. Gerding P. 2006.** Evaluación de diferentes especies de *Trichogramma* spp. para el control de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). Agric. Técnica 66: 411-415.
- Viana, P. A. 2008.** Mostra potencial do nim para controle da lagarta-do-cartucho. In: Dia de Campo na TV. Embrapa Milho e Sorgo. 2008. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br>> Acesso em 01 de janeiro 2011.
- Witting, B.E., D.B. Orr & H.M. Linker. 2007.** Attraction of insect natural enemies to habitat plantings in North Carolina. J. Entomol. Sci. 42: 439-456.

Tabela 1. Mortalidade média corrigida (%) de larvas de *Helicoverpa zea* em função dos extratos de alho e fumo, dentro de cada nível de via de aplicação e concentração dos extratos. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e 12h de fotofase.

Vias de aplicação	Concentração (%)	Extratos	
		Alho	Fumo
Ingestão	6,6	$12,0 \pm 3,27$ a ¹	$4,0 \pm 2,67$ a
Ingestão	8,3	$16,0 \pm 2,67$ a	$4,0 \pm 2,67$ b
Ingestão	11,1	$20,0 \pm 1,29$ a	$4,0 \pm 2,67$ b
Ingestão	16,6	$26,0 \pm 2,67$ a	$20,0 \pm 2,58$ a
Ingestão	33,3	$42,0 \pm 5,33$ a	$30,0 \pm 2,98$ b
Contato	6,6	$14,0 \pm 3,06$ a	$10,0 \pm 3,33$ a
Contato	8,3	$14,0 \pm 3,06$ a	$6,0 \pm 3,06$ a
Contato	11,1	$10,0 \pm 3,33$ a	$10,0 \pm 3,33$ a
Contato	16,6	$18,0 \pm 1,33$ a	$14,0 \pm 3,06$ a
Contato	33,3	$16,0 \pm 2,67$ a	$6,0 \pm 3,06$ b

¹Médias (\pm EP) seguidas pela mesma letra na linha, comparando extratos, não diferem entre si pelo teste de t ($P > 0,05$).

Tabela 2. Características biológicas e de parasitismo (média \pm EP) de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Helicoverpa zea* tratados com extrato de alho na concentração 33,3% (v/v).
Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e 14h de fotofase.

Tratamentos	Nº de ovos parasitados	Emergência (%)	Nº de Indivíduos/ ovo	Razão sexual
<i>Teste de Seletividade</i>				
Controle	$10,3 \pm 0,38 \text{ b}^1$	$88,8 \pm 1,30 \text{ a}$	$1,8 \pm 0,06 \text{ a}$	$0,72 \pm 0,03 \text{ a}$
Alho	$11,9 \pm 0,44 \text{ a}$	$85,6 \pm 1,50 \text{ a}$	$1,6 \pm 0,05 \text{ b}$	$0,74 \pm 0,03 \text{ a}$
<i>Teste de Susceptibilidade</i>				
Controle	- ²	$83,5 \pm 2,71 \text{ a}$	$1,8 \pm 0,06 \text{ a}$	$0,73 \pm 0,02 \text{ a}$
Alho	-	$90,5 \pm 2,23 \text{ a}$	$1,7 \pm 0,07 \text{ a}$	$0,74 \pm 0,02 \text{ a}$

¹Médias \pm EP seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pela ANOVA (teste F) a 5% de probabilidade.

²Ovos tratados após o parasitismo.

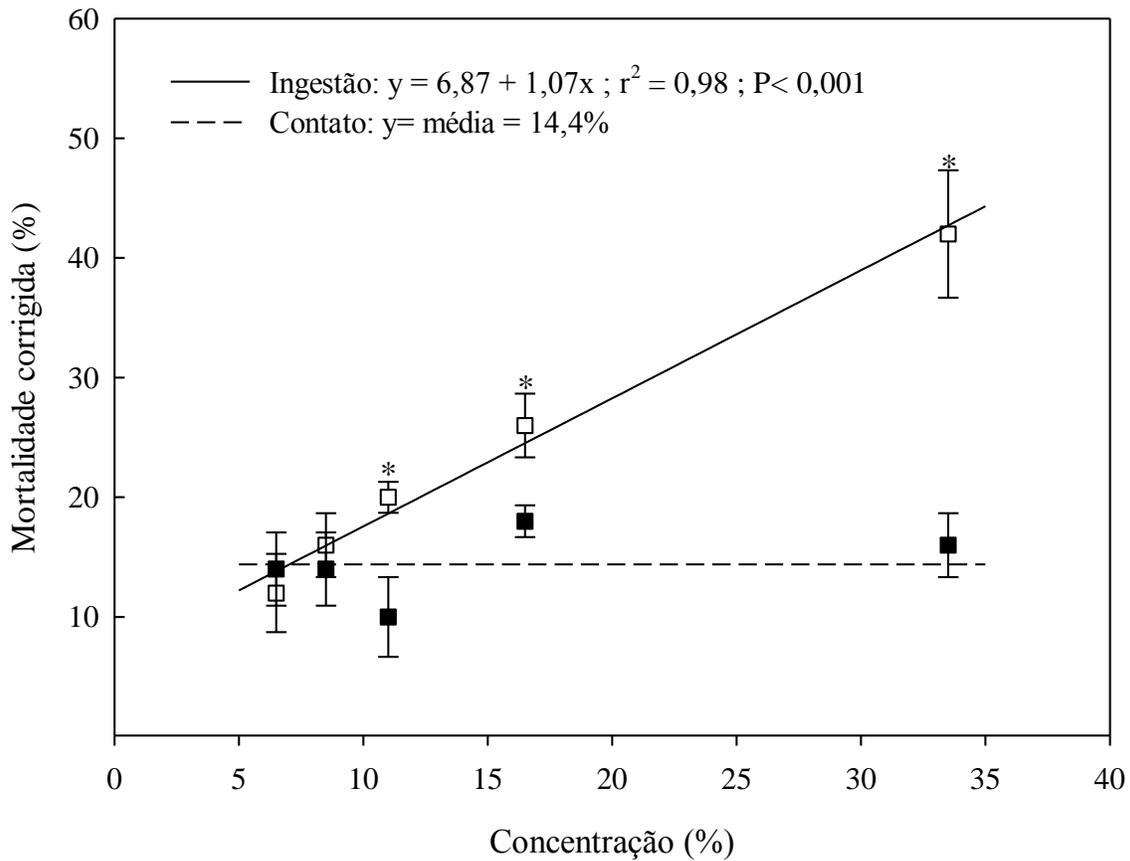


Figura 1. Média da mortalidade corrigida (\pm EP) de larvas de *Helicoverpa zea* ocasionada por diferentes concentrações e vias de aplicação por ingestão (□) e contato (■) do extrato de alho. Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e 12h de fotofase. *Indica diferença significativa na mortalidade de larvas a 5% de probabilidade pelo teste de *t* entre vias de aplicação na mesma concentração.

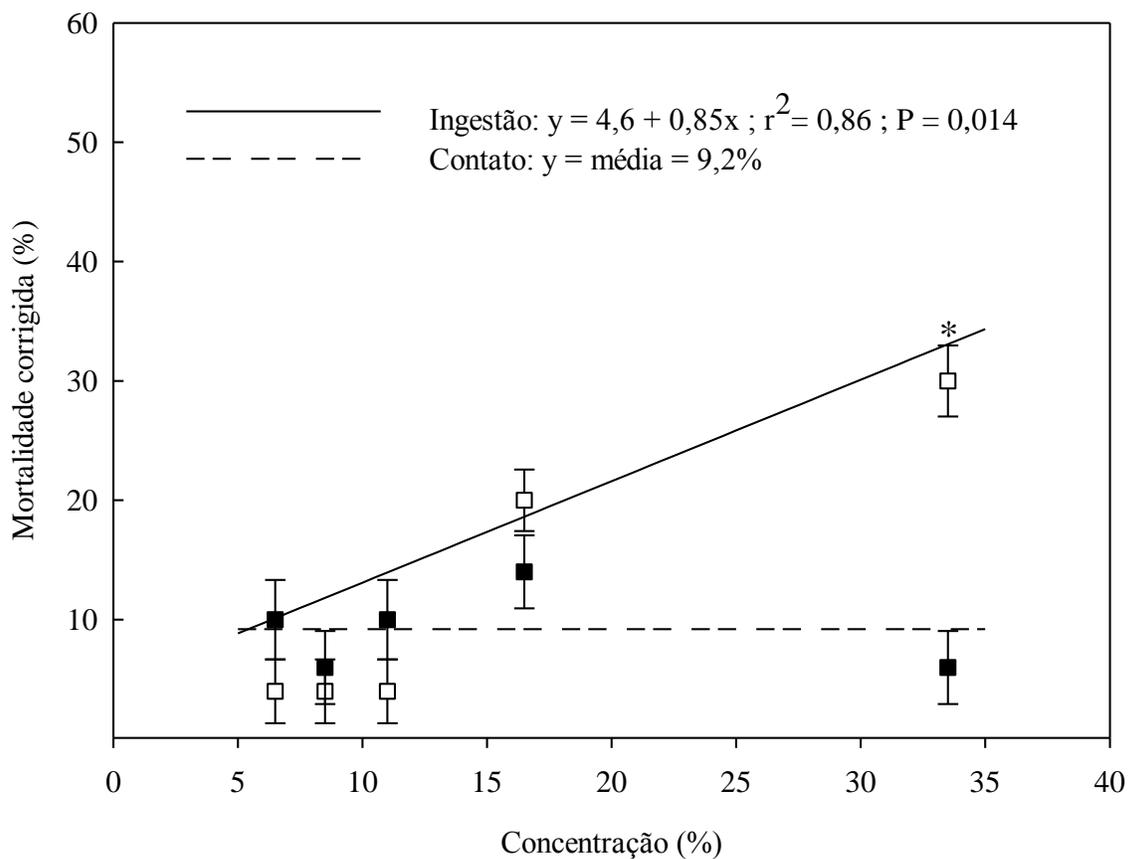


Figura 2. Média da mortalidade corrigida (\pm EP) de larvas de *Helicoverpa zea* ocasionada por diferentes concentrações e vias de aplicação por ingestão (□) e contato (■) do extrato de fumo. Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e 12h de fotofase. *Indica diferença significativa na mortalidade de larvas a 5% de probabilidade pelo teste de *t* entre vias de aplicação na mesma concentração.