UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CAMPUS DE JABOTICABAL

INFLUÊNCIA DA SINIGRINA NO COMPORTAMENTO DE BUSCA E SELEÇÃO DE PRESAS PELO PREDADOR *Orius insidiosus* (SAY, 1832) (HEMIPTERA: ANTHOCORIDAE)

Jaqueline Midori Maeda

Bióloga

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CAMPUS DE JABOTICABAL

INFLUÊNCIA DA SINIGRINA NO COMPORTAMENTO DE BUSCA E SELEÇÃO DE PRESAS PELO PREDADOR *Orius insidiosus* (SAY, 1832) (HEMIPTERA: ANTHOCORIDAE)

Jaqueline Midori Maeda

Orientador: Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli

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

2012

Maeda, Jaqueline Midori
M184i Influência da sinigrina no comportamento de busca e seleção de presas pelo predador *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) / Jaqueline Midori Maeda. – – Jaboticabal, 2012
iv, 69 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012
Orientador: Sergio Antonio De Bortoli
Banca examinadora Sergio Antonio De Bortoli, Odair Aparecido Fernandes e Laila Herta Mihsfeldt
Bibliografia

1. Sinigrina. 2. *Orius insidiosus*. 3. *Plutella xylostella*. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.7

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.
e-mail: jaque.mi.ma@hotmail.com

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

JAQUELINE MIDORI MAEDA - nascida em Assis, SP, em 3 de maio de 1987. Bióloga, formada em 2010 pela Universidade Estadual do Norte do Paraná, Câmpus Luiz Meneghel, em Bandeirantes, PR. As atividades de pesquisa em Entomologia iniciaram-se com o estágio na EMBRAPA Soja, em 2008 até 2010, onde desenvolveu trabalhos com resistência de soja a insetos-praga no Laboratório de Ecologia Química, em Londrina, PR onde também realizou seu trabalho de conclusão de curso intitulado: “Avaliação de soja em campo e sob diferentes níveis de infestação de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) em gaiola”. Iniciou o Mestrado em agosto de 2010 na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, em Jaboticabal, SP, no programa de pós-graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola), nesse período foi bolsista do CNPq.

“Só sabemos com exatidão quando sabemos pouco. À medida que vamos adquirindo conhecimento instala-se a dúvida.”

Johann Wolfgang von Goethe

Aos meus pais Tuyosi Maeda e Edna Maeda pelo amor e carinho dedicados incondicionalmente, pela educação e pelas palavras sábias colocadas nos momentos certos que me deram força para chegar até aqui...

Amo muito vocês

DEDICO

Aos meus irmãos Aurélio Maeda e Henrique Maeda pelo incentivo aos estudos e aos meus tios, Edlene Gati e Marcio Gati pelo carinho, educação, preocupação e conselhos; considero-os como meus pais...

Amo muito

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Deus e pela fé que carrego em todos os momentos de fraqueza ou de alegria. Foram nesses momentos em que não desisti de alcançar meus objetivos.

À Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal e ao Departamento de Fitossanidade, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado;

Ao orientador Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli pela oportunidade de conhecimento e experiência adquirida durante o mestrado, pelos ensinamentos, conselhos, paciência e pelas orientações em todas as etapas do mestrado;

À Dra Alessandra Marieli Vacari pelo apoio, ensinamentos, paciência e pelas orientações em todas as etapas do mestrado;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos;

As minhas melhores amigas Marina Funichello, Natalia Vieira e Marília Peixoto, pelo apoio emocional, amizade, carinho e companheirismo em todos os momentos que passei em Jaboticabal;

Aos integrantes do Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) pelo apoio e, por ser um grupo, facilitou a manutenção de todas as criações necessárias para o desenvolvimento dos experimentos;

À Universidade Federal de Lavras que concedeu os percevejos *Orius insidiosus* que complementou a criação já estabelecia no LBCI para realização dos bioensaios;

Ao Laboratório de Resistência de Plantas pelo empréstimo das gaiolas utilizadas nos bioensaios em casa telada;

A todas as pessoas que conheci durante o mestrado, principalmente aos meus amigos Marina Viana e João Rafael, pela amizade, companheirismo e apoio na realização dos experimentos e aos demais amigos: Valéria Laurentis, Ana Carolina Veiga, Grazielle Furtado, Milena Sato entre outros que estiveram sempre ao meu lado;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação da FCAV/UNESP em Agronomia (Entomologia Agrícola), pela experiência e ensinamentos adquiridos durante as disciplinas.

SUMÁRIO

Página

RESUMO..... iii
ABSTRACT..... iv
CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS..... 1
1 INTRODUÇÃO..... 1
2 OBJETIVO GERAL..... 3
2.1 Objetivos específicos..... 3
3 REVISÃO DE LITERATURA..... 3
3.1 As brassicáceas e a sua importância..... 3
3.2 A traça-das-crucíferas: importante praga em brassicáceas..... 6
3.3 Sinigrina: substância do metabolismo secundário de bracicáceas..... 8
3.4 Processo co-evolutivo de Brassicaceae e *Plutella xylostella*..... 12
3.5 O predador *Orius insidiosus* como agente de controle biológico em brassicáceas..... 13
4 REFERÊNCIAS..... 16
CAPÍTULO 2 – DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO DO PREDADOR *Orius insidiosus* EM RESPOSTA A SINIGRINA..... 24
1 INTRODUÇÃO..... 25
2 MATERIAL E MÉTODOS..... 27
2.1 Plantio de Brassicácea..... 28
2.2 Criação de *Plutella xylostella*..... 28
2.3 Criação de *Orius insidiosus*..... 29
2.4 Exposição do predador *Orius inisidiosus* a sinigrina por meio da superfície tratada..... 31
2.5 Consumo de presas que previamente ingeriram sinigrina..... 32
2.6 Análise dos dados..... 33
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 34
3.1 Exposição do predador *O. insidiosus* a sinigrina por meio da superfície tratada..... 34
3.2 Consumo de presas que previamente ingeriram sinigrina..... 37

4 CONCLUSÃO..... 42
5 REFERÊNCIAS..... 42
CAPÍTULO 3 – ASPECTOS REPRODUTIVOS E PREFERÊNCIA ALIMENTAR DE *Orius insidiosus* POR LAGARTAS DE *Plutella xylostella* ALIMENTADAS COM SINIGRINA..... 47
1 INTRODUÇÃO..... 48
2 MATERIAL E MÉTODOS..... 51
2.1 Plantio de Brassicáceas..... 51
2.2 Criação de *Plutella xylostella*..... 51
2.3 Criação de *Orius insidiosus*..... 51
2.4 Criação de *Plutella xylostella* alimentados com folha de couve pulverizados com sinigrina..... 51
2.5 Teste de preferência de *Orius insidiosus* com lagartas de *Plutella xylostella* que ingeriram sinigrina..... 52
2.6 Teste de preferência de *Orius insidiosus* após efeito da experiência prévia sob o consumo da presa *Plutella xylostella* alimentada com sinigrina..... 54
2.7 Teste em casa telada..... 54
2.8 Análise dos dados..... 56
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 57
3.1 Preferência de *Orius insidiosus* com lagartas de *Plutella xylostella* que ingeriram sinigrina..... 57
3.2 Preferência de *Orius insidiosus* após efeito da experiência prévia com *Plutella xylostella* alimentados com sinigrina..... 59
3.3 Casa telada..... 61
4 CONCLUSÃO..... 63
5 REFERÊNCIAS..... 63
CAPÍTULO 4 - CONSIDERÇÕES FINAIS..... 68

INFLUÊNCIA DA SINIGRINA NO COMPORTAMENTO DE BUSCA E SELEÇÃO DE PRESAS PELO PREDADOR *Orius insidiosus* (SAY, 1832) (HEMIPTERA: ANTHOCORIDAE)

RESUMO - O objetivo foi investigar a influência da sinigrina no comportamento de busca e seleção do predador *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) pela presa *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). Foi avaliado o desenvolvimento, reprodução e preferência de *O. insidiosus* predando lagartas de *P. xylostella* alimentadas com sinigrina. Foi possível observar que os predadores que consumiram lagartas alimentadas com folhas de couve pulverizadas com sinigrina na concentração de 1,6 mg/mL apresentaram período ninfal mais curto, menor consumo de presas e também menor viabilidade ninfal. Os predadores adultos consumiram maior número de presas que ingeriram sinigrina e a exposição à substância proporcionou maior fertilidade de ovos. Quando os predadores entraram em contato com a sinigrina por meio da superfície pulverizada, a substância estimulou o consumo na fase ninfal, não apresentando influência negativa em outros aspectos biológicos da fase adulta. No segundo ínstar e na fase adulta, os predadores preferiram presa que ingeriram sinigrina; no terceiro e no quarto ínstar ocorreu preferência por lagartas que não ingeriram a substância e no quinto não ocorreu preferência. A seleção pelos predadores que tiveram experiência prévia com presas que ingeriram singrina, em geral, não foi influenciada pela substância. Em casa telada, a longevidade dos adultos e o consumo de presas foram menores quando os predadores foram alimentados com lagartas criadas com folhas pulverizadas com sinigrina. Com base nestes resultados é possível concluir que a sinigrina tem influência sob a preferência e o consumo de presas pelo predador em laboratório, no entanto, em casa telada, a sinigrina tem efeitos não favoráveis ao predador *O. inisidiosus*.

Palavras-chave: aspectos biológicos, brassicáceas, casa telada, interação tritrófica, preferência, resistência de plantas

INFLUENCE OF SINIGRIN IN SEARCH BEHAVIOR AND SELECTION OF PREY BY PREDATOR *Orius insidiosus* (SAY, 1832) (HEMIPTERA: ANTHOCORIDAE)

ABSTRACT - The aim was to investigate the influence of sinigrin in search behavior and prey selection of predator *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) by *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). We evaluated the development, reproduction and preference of *O. insidiosus* preying *P. xylostella* caterpillars fed on kale leaves treated with sinigrin. It was observed that the predators that consumed caterpillars fed on kale leaves sprayed with sinigrin at concentration of 1.6 mg / mL, showed nymphal period shorter, smaller prey consumption and also lower nymphal survival. When the predators contacted the sinigrin throught the sprayed surface, it was stimulated the consumption of prey to the nymphal stage, moreover, showed no negative influence on the biological aspects of adults. In the second larvae instar and adult, predators preferred prey fed on leaves treated with sinigrin, on the third and fourth instar occurred preference by larvae that not ingesting the substance and fifth instar there was no preference. Predators that had previous experience with prey fed on kale leaves treated with sinigrin, in general, were not affected in the process of selection prey. Under greenhouse conditions, the longevity of adults and prey consumption were lower when predators were fed caterpillars reared on leaves sprayed with sinigrin. Based on these results we conclude that the sinigrin has influence on the preference and prey consumption by the predator in the laboratory. However, under greenhouse conditions sinigrin has not unfavorable effects to the predator *O. insidiosus.*

Keywords: biological, brassicas, greenhouse, tritrophic interactions, preference, plant resistance

CAPÍTULO 1 - Considerações gerais

1. INTRODUÇÃO

As variedades de hortaliças da família Brassicaceae têm sido objeto de pesquisa, dada a sua grande importância na alimentação humana, pelo alto valor nutricional, por sua elevada produtividade, por valores culturais e por apresentar propriedades anticarcinogênicas (REIS; BOITEUX, 2008; VERHOEVEN et al., 1996). No entanto, uma das limitações do cultivo deste grupo de hortaliças tem sido o ataque de agentes bióticos como insetos-praga e patógenos.

Representada por aproximadamente 3.000 espécies, a família Brassicaceae abrange o maior número de culturas oleráceas distribuídas em todo o mundo. Dentre elas destaca-se a couve manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.) (Brassicales: Brassicaceae) com importância econômica devido suas propriedades nutricionais e anticarcinogênicas (VERHOEVEN et al., 1996; FILGUEIRA, 2006).

As brassicáceas são hospedeiras da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), uma importante praga em plantios comerciais causando perdas na produção, depreciando o produto, interferindo no crescimento da planta e até mesmo provocar sua morte (MONNERAT et al., 2004).

O método mais utilizado para o controle dessa praga ainda é o químico, porém, o emprego indiscriminado desse método traz riscos de intoxicação aos produtores e consumidores, deixando resíduos nos alimentos que são consumidos em sua maioria *in natura* ou com pouco preparo, além de contaminação do ambiente, redução das populações de inimigos naturais e, principalmente, seleção de populações resistentes a agrotóxicos (MONNERAT et al., 2004).

Como alternativa ao uso abusivo de produtos químicos, pode-se utilizar variedades de plantas resistentes a insetos. Existem vários fatores relacionados à resistência de plantas em brassicáceas, entre eles o teor de sinigrina presente nas plantas. Todavia, assim como as substâncias de resistência, os mesmos glucosinolatos que servem como defesa vegetal contra muitos herbívoros, também podem atrair herbívoros especialistas (KLIEBENSTEIN et al., 2002).

Outro método para minimizar ou eliminar aplicações de produtos químicos é a liberação de agentes de controle biológico. O percevejo predador *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) possui certas características que o torna promissor agente de controle biológico para algumas pragas que ocorrem em brassicáceas. Destaca-se pela eficiência de busca, agregar-se rapidamente quando há presas em abundância e voracidade em todos os estágios ativos de desenvolvimento. Este predador consegue sobreviver em baixa densidade de presas, possui ampla distribuição e é a espécie do gênero mais comum nos agroecossistemas brasileiros (BUENO et al., 2003).

Predadores do gênero *Orius* estão disponíveis comercialmente, principalmente para controle de tripes em casa-de-vegetação na Europa, Estados Unidos, Canadá e também no Brasil (VAN LENTEREN; BUENO, 2003; PARRA, 2010). No Brasil, *O. insidiosus* é liberado em cerca de 500 ha de hortaliças e fruteiras, principalmente para o controle de tripes (PARRA, 2010).

A resistência de plantas aliada ao controle biológico de pragas com predadores podem minimizar ou até eliminar aplicações de produtos químicos, resultando em baixos impactos ambientais e um produto final mais saudável. Atualmente, existe maior procura por hortaliças orgânicas, sendo que nestes sistemas de produção os produtos utilizados para o controle de pragas normalmente não causam impactos negativos aos ecossistemas, resultando em um produto final sem resíduos químicos.

Existem poucos estudos que relacionam fatores da resistência de plantas com os inimigos naturais de pragas, além disso, os efeitos dos aleloquímicos da planta hospedeira sobre o comportamento de *O. insidiosus* são aspectos que merecem estudos.

Conhecer melhor o comportamento de *O. insidiosus* visando entender não só a interação predador-presa, mas também a interação tritrófica entre planta-herbívoro-predador é importante para que no futuro ocorra sucesso na utilização deste inimigo natural no controle biológico.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo desse estudo foi investigar a influência da sinigrina, substância tida como de ocorrência natural na família Brassicaceae, nos aspectos biológicos, comportamento de busca e captura de presas pelo predador *O. insidiosus* em laboratório e casa telada.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- verificar se a sinigrina na concentração de 1,6 mg/mL apresenta efeitos negativos nos aspectos biológicos do predador *O. insidiosus*;
- avaliar se o composto secundário nessa concentração pode influenciar na taxa de predação, no desenvolvimento ou reprodução do percevejo alimentado com lagartas de *P. xylostella* que ingeriram sinigrina;
- avaliar a preferência alimentar do predador *O. insidiosus* em testes com chance de escolha com lagartas que ingeriram e não sinigrina;
- avaliar se a experiência prévia com a presa que ingeriu sinigrina interfere na preferência alimentar do predador; e
- avaliar o desempenho reprodutivo e o consumo do predador quando alimentado com lagartas que ingeriram sinigrina, em casa telada.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. As brassicáceas e a sua importância

No Brasil as hortaliças ocupam 779 mil hectares, que produzem 17 milhões de toneladas, o que representou um crescimento de 110%, entre 1999 e 2009, um aumento de oferta per capita de hortaliças de 85% (GUTIERREZ; WATANABE, 2009).

A família Brassicaceae abrange importantes hortaliças de grande valor econômico, nutricional e cultural (SIMÕES et al., 2004). Dentre as brassicáceas,

destacam-se couve manteiga (*B. oleracea* L. var. *acephala* DC.), repolho (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.), couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.), brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) e couve-chinesa (*Brassica pekinensis* (Lour.) Rupr.) com importância econômica devido suas propriedades nutricionais. Além destas, existem várias outras espécies hortícolas como rúcula (*Eruca sativa* L.), couve-rabano (*Brassica oleracea* L. var. *gongylodes* L.), nabo-comprido (*Brassica rapa* L. var. *rapa*), rabanete (*Raphanus sativus* L.), e espécies oleaginosas, tais como a mostarda-de-folha (*Brassica juncea* L.), pak-choi (*Brassica campestris* L. var. *chinensis* Makino), entre outras, de onde se obtém óleo refinado de suas sementes (FILGUEIRA, 2006).

As inúmeras espécies de Brassicaceae têm sido objeto de pesquisa, dada a sua grande importância na alimentação humana devido ao alto valor nutricional, por produzir glucosinolatos com propriedades anticarcinogênicas e pela elevada produtividade (REIS; BOITEUX, 2008; VERHOEVEN et al., 1996). A produção de hortaliças como couve, repolho, couve-flor e brócolis respondem por 74% da produção juntamente com folhosas como a alface (GUTIERREZ; WATANABE, 2009). De acordo com Lorenz e Maynard (1988), a couve manteiga se destaca por seu maior conteúdo de proteínas, carboidratos, fibras, cálcio, ferro, vitamina A, niacina e vitamina C. Representa excelente fonte de carotenoides apresentando, entre as hortaliças, maiores concentrações de luteína e beta caroteno, reduzindo riscos de câncer no pulmão e de doenças oftalmológicas crônicas como cataratas (LEFSRUD et al., 2007).

As brassicáceas são de origem da costa do Mediterrâneo. Entre estas plantas, a couve pode permanecer produtiva por vários meses, porém possui alta exigência de água (HUSSAR et al., 2004). Após a colheita pode ser conservada por pouco tempo, murchando e amarelecendo rapidamente, pode ser consumida *in natura* em forma de saladas, sucos, ou como ingrediente de sopas, refogada, farofas e cozidos (LANA et al., 2000).

De modo geral, as brassicáceas estão sujeitas ao ataque de várias pragas, dentre elas as mais importantes são: *Brevicoryne brassicae* (L., 1758) (Hemiptera: Aphididae) (pulgão da couve), *Ascia monuste orseis* (Latr., 1819) (Lepidoptera: Pieridae) (curuquerê da couve), *P. xylostella* (traça-das-crucíferas), *Bemisia tabaci*

(Genn, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) (mosca-branca), *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1767) (Lepidoptera: Noctuidae) (lagarta-rosca) e a *Trichoplusia ni* (Hueb., 1802) (Lepidoptera: Noctuidae) (lagarta-mede-palmo) (GALLO et al., 2002) pois causam grandes danos nessas culturas. A traça-das-crucíferas é um inseto especialista em brassicicáceas e se tornou um dos principais fatores que limitam o cultivo de crucíferas em áreas tropicais, devido ao seu ciclo de vida curto e ao alto potencial reprodutivo (ULMER et al., 2002).

Por outro lado, as brassicáceas naturalmente se defendem do ataque dessas pragas produzindo substâncias denominadas glucosinolatos, que conferem resistência a insetos e patógenos (REICHELT et al., 2002). Essa resistência é determinada pelo teor de alcano que caracteriza a cerosidade da superfície foliar e o teor de sinigrina (2-propenylglucosinolate) presente nas plantas de brassicáceas (SPENCER, 1996). Atualmente, a utilização de cultivares resistentes a insetos tem assumido papel relevante no manejo da traça-das-crucíferas (ULMER et al., 2002).

A resistência de planta é relativa, hereditária, específica e ocorre em determinadas condições, sendo condicionada pela capacidade do cultivar apresentar maior quantidade de produto de boa qualidade em relação aos demais quando atacados por um mesmo nível de população de insetos, sob mesma condição (LARA, 1991).

A utilização desse método de controle oferece benefícios ao agricultor, pois minimiza os prejuízos ambientais causados pelos inseticidas, sendo uma tática compatível com os demais métodos de controle de pragas e, além disso, não apresenta ônus adicional (GALLO et al., 2002). Qualquer método alternativo que minimize a utilização de inseticidas merece estudo.

De modo geral, as brassicáceas possuem grande relevância dentro das hortaliças, portanto, há uma busca constante para se descobrir alternativas que maximizem a sua produção e estudos que demonstrem os possíveis benefícios que as espécies dessa família podem oferecer a medicina e a culinária.

3.2. A traça-das-crucíferas: importante praga em brassicáceas

P. xylostella, popularmente conhecida como traça-das-crucíferas é um microlepdóptero que na fase imatura se alimenta da parte externa ou interna das folhas de brassicáceas, tornando-as inapropriadas para o comércio devido ao dano (GALLO et al., 2002). Este inseto é originário da região Mediterrânea e está presente nos cinco continentes (CASTELO BRANCO; VILLAS BÔAS, 1997; MONNERAT et al., 2004).

A mariposa possui coloração parda e o macho exibe na margem posterior das asas anteriores uma mancha clara em forma de “diamante” que deu origem ao nome popular reconhecido mundialmente por “diamondback moth”. A fêmea tem hábito de depositar os ovos na parte abaxial da folha próximo às nervuras e pode colocar em média, 160 ovos (MEDEIROS et al., 2006). Os adultos apresentam dimorfismo sexual visível ventralmente nos últimos segmentos abdominais com o macho apresentando uma “fenda”, e a fêmea, duas manchas circulares de coloração escura (Figura 1) (VACARI, 2009).

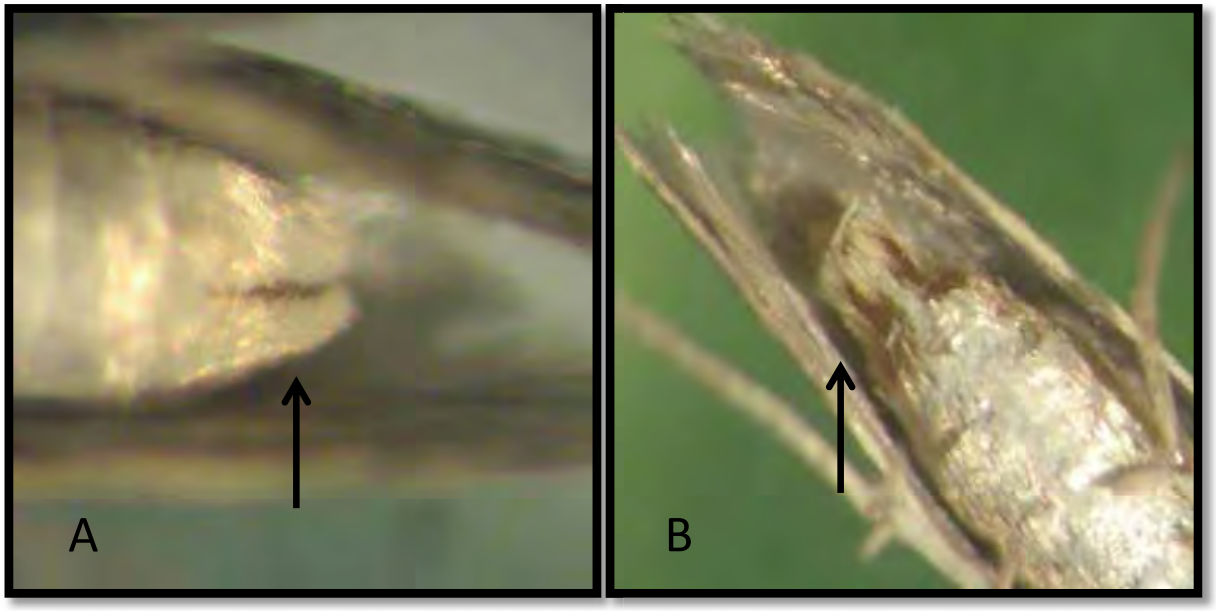

Figura 1. Dimorfismo sexual em *Plutella xylostella*. A parte ventral do inseto nos últimos segmentos abdominais apresenta no macho (A) uma “fenda” e na fêmea (B) duas machas circulares de coloração escura. Foto: A. M. Vacari.

O ovo é pequeno, com menos de 1 mm de diâmetro, oval com coloração amarela. Após 3 ou 4 dias da oviposição, a lagarta eclode e se alimenta do parênquima foliar construindo um galeria, caracterizando assim o hábito minador do primeiro ínstar. Após 2 ou 3 dias abandona a galeria e passa a se alimentar da folha. A lagarta apresenta coloração esverdeada e, durante um período de 9 a 10 dias após a eclosão, passa por quatro ínstares e pode atingir até 8 a 10 mm de comprimento (Figura 2) (GALLO et al., 2002).

Ao final desta fase, a lagarta inicia a confecção de um casulo de seda branca, geralmente esse processo ocorre na face abaxial da folha, no interior do qual é possível observar a pupa (MEDEIROS et al., 2006; GALLO et al., 2002). A pupa é do tipo obtecta, sendo a região cefálica arredondada e o corpo mais largo na região torácica. No início possui coloração verde-clara e próximo à emergência do adulto, 3 a 4 dias após a sua formação, se torna marrom; pode ter até 10 mm de comprimento (Figura 2) (CASTELO BRANCO; FRANÇA, 2001).

Figura 2. Ciclo de vida de *Plutella xylostella*. Esquema: R. T. Thuler

Esse inseto-praga pode ocasionar sérios danos em cultivos comercias de brassicáceas devido ao seu hábito desfolhador que deprecia o produto, interfere no crescimento da planta podendo causar até 100% de perda na produção

(MONNERAT et al., 2004). Algumas das dificuldades observadas para o controle dessa praga devem-se às áreas de cultivo coexistirem durante o ano todo, com plantas de idades diferentes, proporcionando à praga alimento abundante e contínuo. Além disso, a traça-das-crucíferas se adapta a diversos ambientes, tem alta fecundidade, gerações curtas e capacidade migratória (DE BORTOLI et al., 2011). Sendo um inseto de ciclo curto, a temperatura se torna fator determinante para o aumento da população, pois em condições mais quentes, o ciclo pode se completar em apenas 12 dias, e em dias frios, esse período pode variar de 15 a 20 dias (CASTELO BRANCO; VILLAS BÔAS, 1997; DIAS et al., 2004).

Atualmente o controle químico é o mais utilizado no controle da traça-das-crucíferas, pois apresenta, pretensamente, resultados rápidos, práticos e eficientes na redução dos prejuízos ocasionados pela praga (CASTELO BRANCO et al., 2003). Porém, o emprego indiscriminado deste método aumentou a seleção de populações resistentes de *P. xylostella,* esse fato favoreceu o interesse na utilização de outras táticas de controle para esta praga, como o emprego de agentes de controle biológico, predominantemente parasitoides, predadores, agentes microbianos e o uso de variedades resistentes a insetos (MELO et al., 1994; BARROS; VENDRAMIM, 1999; MONNERAT et al., 2004).

3.3. Sinigrina: substância do metabolismo secundário de brassicáceas

Há muitos anos se estuda a biossíntese e a regulação de compostos químicos de plantas associadas com a sua defesa contra insetos e doenças, compostos estes classificados como semioquímicos. Os semioquímicos são classificados como feromônios quando a interação é intraespecífica e aleloquímicos quando a interação é interespecífica, como ocorre entre os insetos e as plantas. Os feromônios são classificados em sexuais, de alarme, de agregação e trilha, enquanto os aleloquímicos são divididos em alomônios, caironômios e sinomônios (HOOLDOBLER, 1998). Sendo que alomônios favorecem ao emissor, os cairomônios favorecem o receptor e os sinomônios favorecem tanto o emissor quanto o receptor (GALLO et al., 2002).

Na interação inseto-planta, os aleloquímicos agem no metabolismo dos insetos por meio de metabólitos tóxicos ou inibidores enzimáticos produzidos pela planta, resultando na resistência por antibiose (LARA, 1991). Os aleloquímicos podem ser altamente voláteis, atuando não somente nos insetos que se alimentam da planta, mas também nos insetos próximos a ela agindo, por exemplo, no recrutamento de inimigos naturais.

No processo de busca e seleção por inimigos naturais, a eficiência em encontrar a presa pode ser dificultada pelos voláteis presentes no meio e, muitas vezes, pela mobilidade da presa ou do hospedeiro. Nesse sentido, estudos têm demonstrado que os parasitoides e os predadores aperfeiçoaram o processo de busca baseando-se na exploração de sinais químicos que proporcionam alto grau de detectabilidade e confiabilidade (VET; DICKE, 1992).

A detectabilidade representa a propriedade de um composto ser percebido pelo inseto (BENTO; NARDI, 2009). A confiabilidade é determinada pela associação entre a presença de determinado sinal e a presença da presa. Por exemplo, é possível que voláteis presentes no corpo da presa representem sinais altamente confiáveis, mas não sejam detectáveis a longas distâncias.

Nesses casos, os inimigos naturais fazem uso de diferentes mecanismos para garantir o sucesso de busca, como a aprendizagem associativa, relacionando estímulos fáceis de detectar a estímulos confiáveis (VET; DICKE, 1992). Os voláteis de plantas são estímulos diretamente relacionados aos insetos e adquirem importância significativa no processo de aprendizagem associativa (BENTO; NARDI, 2009).

A sinigrina (2- propenylglucosinolate) é um metabólito secundário de plantas, do grupo dos glucosinolatos alifáticos, derivado de metionina, que ocorre naturalmente em crucíferas, e que esta envolvida diretamente nas interações inseto-planta, particularmente naquelas envolvendo fitófagos. Foi um dos primeiros glucosinolatos isolados na década de 1830 encontrado em *Brassica nigra* L. (FAHEY et al., 2001). A resistência de plantas em brassicáceas tem sido avaliada com base na cerosidade da superfície foliar, determinada pelo teor de alcano e quanto ao teor de sinigrina presente nas folhas (SPENCER, 1996; VELASCO et al., 2007).

Os glucosinolatos funcionam como aleloquímicos, cujos constituintes básicos são: um resíduo de β-tioglicose, uma molécula de N-hidroxiiminosulfato e uma variável cadeia lateral. Mais de 120 glucosinolatos diferentes foram identificados, sendo de ocorrência natural como constituintes de espécies vegetais, quase exclusivamente de espécies de brassicáceas e algumas poucas famílias relacionadas (REICHELT et al., 2002).

Estas substâncias desempenham papéis proeminentes em interações herbívoros-planta e patógenos-planta, e estão também atraindo atenção para suas propriedades anticarcinogênicas (REICHELT et al., 2002; VELASCO et al., 2007).

As plantas que produzem glucosinolatos produzem também uma enzima denominada mirosinase (β-tioglucosídeo-glucohidrolase (HALKIER; GERSHENZON, 2006). Os glucosinolatos e a mirosinase são mantidos em compartimentos diferentes da célula vegetal; quando a célula é lesada a mirosinase hidrolisa os glucosinolatos. A aglicona (tiohidrosimato-o-sulfonato) resultante da hidrolise reorganiza-se em uma molécula de fácil volatilização funcionando como sinais químicos no meio ambiente (HALKIER; GERSHENZON, 2006; RUNGAPAMESTRY et al., 2006).

Os glucosinolatos têm sido detectados em todos os órgãos das plantas que caracteristicamente os contém (HALKIER; DU, 1997), podendo variar quantitativamente e qualitativamente em sua composição (FAHEY et al., 2001) devido aos processos de biossíntese, transporte e degradação (BROWN et al., 2003). No entanto, esses mesmos processos são dependentes de fatores genéticos e ambientais. Por sua vez, existem glucosinolatos presentes constitutivamente na planta ou induzidos por fatores externos (SARWAR; KIRKEGAARD, 1998; RASK et al., 2000)

A produção de glucosinolatos em níveis elevados ou a acumulação nos tecidos vegetais pode estar associada à maior resistência de plantas a herbívoros, mesmo que especialistas (MARTIN; MÜLLER, 2007). As plantas acumulam sistematicamente os glucosinolatos a cada ataque dos insetos, consequentemente, o alto nível da substância pode diminuir ataques subsequentes (HALKIER; GERSHENZON, 2006).

O complexo glucosinolato-mirosinase pode proteger a planta por agir diretamente sobre os insetos herbívoros ou sobre os inimigos naturais dos

herbívoros, através das substâncias voláteis, atraindo-os até a planta (VAN POECKE et al., 2003). Dessa forma, acredita-se que os produtos voláteis resultantes da hidrólise dos glucosinolatos aparentemente são mediadores que agem à distância, sendo que os glucosinolatos íntegros atuam como indicativos para alimentação e oviposição para os insetos especialistas de brassicáceas (RENWICK et al., 2006; HALKIER; GERSHENZON, 2006).

Os glucosinolatos não são tóxicos para os seres humanos na quantidade em que costumam ser ingeridos, mas podem ser tóxicos para vários insetos, como o pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) e a lagarta *Mamestra configurata* (Walker, 1856) (Lepidoptera: Noctuidae) (BODNARYK, 1997; COLE, 1997).

No entanto, no caso de insetos especialistas de brassicáceas, os glucosinolatos e outros produtos, são descritos como incitantes a alimentação e estimulantes de oviposição, como no caso de *P. xylostella* (SPENCER et al., 1999; THULER et al., 2007). A maioria dos insetos especialistas são atraídos por uma substância resultante da degradação da sinigrina, sendo ela do grupo dos alil-isotiocianatos (RASK et al., 2000).

Algumas pesquisas já foram realizadas para avaliar a influência dos glucosinolatos na relação inseto-planta, principalmente do que diz respeito a insetos fitófagos. No entanto, estudos com glucosinolatos agindo nos inimigos naturais desses insetos fitófagos são escassos. Na tentativa de aliar as táticas de controle para se obter melhores resultados no controle de pragas se torna necessário mais estudos com relação aos glucosinolatos como fator de resistência e como substância de recrutamento de inimigos naturais.

Embora tenham sido geradas muitas expectativas para o uso extensivo de voláteis induzidos de plantas na agricultura, há consenso que muitos estudos ainda são necessários para se estabelecer uma estratégia efetiva em campo (TURLINGS; TON, 2006; ARAB; BENTO, 2006; COOK et al., 2007). Nesse sentido, um importante avanço nessa área será alcançado a partir de estudos ecológicos e aplicados sobre a ecologia nutricional e química, relacionados às interações tróficas entre plantas, insetos herbívoros e seus inimigos naturais (BENTO; NARDI, 2009).

3.4. Processo co-evolutivo de Bracicaceae e *Plutella xylostella*

As substâncias de defesa podem potencialmente guiar as mudanças evolutivas e plantas mais resistentes a pragas tem mais chances de sobreviver do que plantas suscetíveis, da mesma forma que insetos que conseguem superar essa resistência estão mais aptos a sobreviver, ainda mais se esses mesmos insetos desenvolverem mecanismos de autodefesa com desintoxicação e/ou armazenagem de substâncias que podem ser tóxicos aos seus inimigos naturais (RASK et al., 2000; TIERENS et al., 2001).

Os insetos especialistas de brassicáceas desenvolveram mecanismos para superar a toxicidade dessas substâncias de resistência produzidas pelas plantas (HALKIER; GERSHENZON, 2006). A traça-das-crucíferas, *P. xylostella* desenvolveu uma estratégia endógena que consiste em uma enzima denominada sulfatase que cliva o resíduo de sulfato da estrutura principal do glucosinolato adquirido após a alimentação em plantas de brassicáceas impedindo a ação da enzima mirosinase (RATZKA et al., 2002). Com essa estratégia não há formação de isotiocianatos que são altamente tóxicos ao organismo (WITTSTOCK et al., 2004).

Outros insetos, como o pulgão da couve, *B. brassicae*, desenvolveram mecanismos de sequestro de glucosinolatos para auto-proteção (BRIDGES et al., 2002). Para se tornarem tóxicas aos seus inimigos naturais essas substâncias devem ser hidrolisadas, por isso, o pulgão apresenta produção própria de mirosinase, no entanto, essa enzima é distinta daquelas encontradas em plantas (JONES et al., 2002).

Essa enzima é armazenada na forma de cristais no tecido muscular do pulgão e os glucosinolatos são obtidos através das plantas conforme ele se alimenta. Quando são predados, a mirosinase endógena entra em contato com os glucosinolatos armazenados formando isotiocianatos altamente tóxicos aos predadores. Além da função defensiva, o produto da hidrólise dos glucosinolatos serve como feromônio de alarme para os membros da colônia (BRIDGES et al., 2002).

Tanto as injúrias causadas por insetos, quanto a infecção por microrganismos, podem desencadear processos metabólicos que levam as plantas à

produção de compostos, muitas vezes envolvidos na resistência a doenças e/ou pragas. A existência de efeito sinérgico entre os diferentes processos, desencadeados simultaneamente na planta pelo ataque de insetos e infecção por patógenos, poderia aumentar ainda mais a resistência induzida (STOUT et al., 1999; BOSTOCK, 1999; FELTON; KORTH, 2000).

3.5. O predador *Orius insidiosus* como agente de controle biológico em brassicáceas

O percevejo predador *O. insidiosus* possui certas características que o torna promissor agente de controle biológico para as culturas de brassicáceas. Destaca-se pela alta eficiência de busca, habilidade para aumentar a população, agregar-se rapidamente quando há presas em abundância e a voracidade. Este predador consegue sobreviver em baixa densidade de presas, possui ampla distribuição e é a espécie do gênero mais comum nos agroecossistemas brasileiros (BUENO et al., 2003). Alimenta-se de pequenos artrópodes como tripes, ácaros, afídeos e ovos de Lepidoptera (LATTIN, 2000) e pode usar o pólen como um alimento suplementar ou como fonte nutritiva alternativa na ausência de presas (BUENO, 2009).

Quando são adultos apresentam coloração marrom escuro a preta, com manchas brancas nas asas; são pequenos e apresentam dimorfismo sexual onde a fêmea possui ovipositor alongado e os machos genitália em forma de caracol (NICOLI; TOMMASINI, 1996).

Após tornarem-se adultos, estão aptos para o acasalamento e depois de 2 a 3 dias iniciam a oviposição. A oviposição é endofítica e as fêmeas têm preferência por tecidos vegetais mais tenros; os ovos são ovais e apenas o opérculo fica exposto (Figura 3) (ANDERSON, 1962).

Figura 3. Oviposição endofítica de *Orius insidiosus* onde somente o opérculo do ovo esta visível. Foto: Koppert Biological Systems

Na fase imatura possuem cinco estádios ninfais; a ninfa recém-eclodida é translucida com coloração amarelada; no terceiro ínstar é possível observar as tecas alares e as glândulas odorífera de cor alaranjada, presentes nos 3°, 4° e 5° segmentos abdominais. A partir no 4° ínstar o predador adquire coloração mais escura até se tornar adulto (Figura 4).

Figura 4. Fases do desenvolvimento de *Orius insidiosus*. Extraído de PEDROSO (2009).

Os adultos são bons voadores e assim como as ninfas movimentam-se rapidamente na planta. São percevejos vorazes e buscam suas presas principalmente pelo tato e visão, sendo, para este fim, a antena a região mais sensível do corpo (MALAIS; RAVENSBERG, 1992).

As substâncias químicas que fornecem sinais para orientação de predadores na procura de presas incluem não só metabólitos secundários de plantas, mas também substâncias fornecidas por insetos fitófagos e substâncias químicas diretamente associadas com o hospedeiro ou a presa (GREANY; HAGEN, 1981).

Compostos químicos presentes nas plantas informam a disponibilidade de alimento e fornecem sinais que influenciam o comportamento de forrageamento do inseto (SCHOWALTER, 1981). A quimiorrecepção, especialmente o olfato, é o principal sentido que guia muitos predadores para habitats adequados (GREANY; HAGEN, 1981). A eficiência de busca de hospedeiros pelos inimigos naturais é um importante parâmetro na avaliação de seu potencial para o controle biológico (VAN LENTEREN, 2003).

Para insetos predadores, o uso de voláteis induzidos de plantas para a busca de presas pode incrementar o potencial de predação, além de possibilitar redução nos gastos energéticos para a busca (VET; DICKE, 1992). Entretanto, estudos sobre esses aspectos são escassos em relação à aqueles realizados para parasitoides (BENTO; NARDI, 2009).

As liberações de *O. insidiosus* são recomendadas em programas de manejo integrado de pragas principalmente e cultivos protegidos, como plantios comerciais de flores e hortaliças (BUENO et al., 2003). No Brasil, *O. insidiosus* é liberado em cerca de 500 ha de hortaliças e fruteiras, principalmente para o controle de tripes (PARRA, 2010).

Estudos destes predadores no Brasil são modestos e faltam informações sobre a eficiência de predação (MENDES; BUENO, 2001), assim como estudos que relacionam aleloquímicos dos hospedeiros da presa com o comportamento de busca e captura pelo percevejo. Os efeitos dos aleloquímicos da planta hospedeira sob o comportamento de *O. insidiosus* são aspectos que merecem estudos.

4. REFERÊNCIAS

ARAB, A.; BENTO, J. M. S. Indução voláteis em plantas: uma nova estratégia para o controle biológico. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 151-158, 2006.

BARROS, R.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de cultivares de repolho, utilizados para criação de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), no desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 469-476, 1999.

BENTO, J. M. S.; NARDI, C. Bioecologia e nutrição *vs* ecologia química: as interações multitróficas mediadas por sinais químicos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Org.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 277-296.

BODNARYK, R. P. Will low-glucosinalate cultivar of the mustards *Brassica juncea* and *Sinapis alba* be vulnerable to insect pests? **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 77, n. 1, p. 283-287, 1997.

BOSTOCK, R. M. Signal conflicts and synergies in induced resistance to multiple attackers. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 55, n. 2, p. 99-109, 1999.

BRIDGES, M.; JONES, A. M. E.; BONES, A. M.; HODGSON, C.; COLE, R.; BARTLET, E.; WALLSGROVE, R.; KARAPAPA, V. K.; WATTS, N.; ROSSITER, J. T. Spatial organization of the glucosinolates-myrosinase system in brassica specialist aphids is similar to that of the host plant. **Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences**, London, v. 269, n. 1, p. 187-191, 2002.

BROWN, P. D.; TOKUHISA, J. G.; REICHELT, M.; GERSHENZON, J. Variation of glucosinolate accumulation among different organs and developmental stages of *Arabidopsis thaliana.* **Phytochemistry**, New York, v. 62, n.3, p. 471-481, 2003.

BUENO, V. H. P.; VAN LENTEREN, J. C.; SILVEIRA, L. C.; RODRIGUES, S. M. M. An overview of biological control in greenhouse chrysantemums in Brazil. **IOBC/WPRS Bulletin**, Lleida, n. 26, p. 1-5, 2003.

BUENO, V. H. P. Desenvolvimento e criação massal de percevejos predadores *Orius*. In: BUENO, V. H. P. **Controle biológico de pragas**: produção massal e controle de qualidade. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2009. p. 33-72.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; PONTES, L. A.; AMARAL, P. S. T. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações da traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 3, p. 549-552, 2003.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H. Traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed.). **Pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, p. 85-89, 2001.

CASTELO BRANCO, M.; VILLAS BÔAS, G. L. Traça-das-crucíferas *Plutella xylostella*: Artrópodes de importância econômica. **Comunicado Técnico da Embrapa Hortaliças**, Brasília, DF, n. 4, p. 1-3, 1997.

COLE, R. A. The relative importance of glucosinolates and amino acids to the development of two aphid pests *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* on wild and cultivated brassica species. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Netherlands, v. 85, n. 2, p. 121-133, 1997.

COOK, S. M.; KAHAN, Z. R.; PICKETT, J. A. The use of push-pull strategies in integrated pest management. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 52, n. , p. 375-400, 2007.

DE BORTOLI, S. A.; VACARI, A. M.; POMARI, A. F.; VEIGA, A. C. P.; VOLPE, H. X. L.; MAGALHÃES, G. O.; MAEDA, J. M. Produção de insetos: da base à biofábrica. In: BUSOLI, A. C.; FRAGA, D. F.; SANTOS, L. C.; ALENCAR, J. R. D. C.; GRIGOLLI, J. F. J.; JANINI, J. C.; SOUZA, L. A.; VIANA, M. A.; FUNICHELLO, M. **Tópicos em entomologia agrícola IV**. Jaboticabal: Gráfica e Editora Multipress, 2011. p. 95-116.

DIAS, D. G. S.; SOARES, C. M. S.; MONNERAT, R. Avaliação de larvicidas de origem microbiana no controle da traça-das-crucíferas em couve-flor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 3, p. 553-556, 2004.

FAHEY, J. W.; ZALCMANN, A. T.; TALALAY, P. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. **Phytochemistry**, New York, v. 56, n.1, p. 5-51, 2001.

FELTON, G. W.; KORTH, K. L. Trade-offs between pathogen and herbivore resistance. **Current Opinion Plant Biology**, London, v. 3, n. 4, p. 309-314, 2000.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 412 p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. de.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GREANY, P. D.; HAGEN, K. S. Prey selection. In: NORDLUND, D. A.; JONES, R. L.; LEWIS, W. J. (Ed.) **Semiochemicals**: their role in pest control. New York: John Wiley & Sons, 1981. p. 121-135.

HALKIER, B. A.; DU, L. C. The biosynthesis of glucosinolates. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 2, n. 11, p. 425-431, 1997.

HALKIER, B. A.; GERSHENZON, J. Biology and biochemistry of glucosinolates. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, n. 57, p. 303-333, 2006.

HOOLDOBLER, W. B. The ants. In: VANDER MEER, R. K.; BREED, M. D.; ESPELIE, M. L. K. E. (Ed.). **Pheromone communication in social insects**: ants, wasps, bees, and termites. Colorado: Westview Press, 1998. 388 p.

GUTIERREZ, A. de S. D.; WATANABE, H. S. **As ceasas brasileiras e o negócio de frutas e hortaliças frescas**. [S.l.]: HORTBRASIL, out. 2009. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/jnw/index.php?view=article&catid=50:comercializacao&id=134:as-ceasas-brasileiras-e-o-negocio-de-frutas-e-hortalicas-frescas&option=com_content&Itemid=82>. Acesso em: 13 out. 2012.

HUSSAR, G. J.; PARADELA, A. L.; SERRA, W.; JONAS, T. C.; GOMES, J. P. R. Efeito do uso do efluente de reator anaeróbico compartimentado na fertirrigação da couve. **Revista Ecossistema**, São Paulo, v. 29, n. 1-2, p. 65-72, 2004.

JONES, A. M. E.; WINGE, P.; BONES, A. M.; COLE, R.; ROSSITER, J. T. Characterization and evolution of a myrosinase from the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae*. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, Oxford, v. 32, n. 3, p. 275-284, 2002.

KLIEBENSTEIN, D.; PEDERSEN, D.; BARKER, B.; MITCHELL-OLDS, T. Comparative analysis of quantitative trait loci controlling glucosinolates, myrosinase and insect resistance in *Arabidopsis thaliana*. **Genetics**, Austin, v. 161, n. 1, p. 325-332, 2002.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

LATTIN, J. D. Economic importance of minute pirate bugs (Anthocoridae). In: SCHOEFER, C. W. S.; PANIZZI, A. R. (Ed.). **Heteroptera of economic importance**. Boca Raton: CRC Press, 2000. p. 607-637.

LEFSRUD, M.; KOPSELL, D.; WENZEL, A.; SHEEHAN, J. Changes in kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) carotenoid and chlorophyll pigment concentrations during leaf ontogeny. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 112, n. 2, p. 136-141, 2007.

LORENZ, O. A.; MAYNARD, D. N. **Handbook for vegetable growers**. 3. ed. New York: John Wiley-Interscience Publication, 1988. 456 p.

MALAIS, M. P., RAVENSBERG, W. J. **The biology of glasshouse pests and their natural enemies**. Netherlands, Roddernris: Koppert, 1992. 109 p.

MARTIN, N.; MÜLLER, C. Induction of plant responses by a sequestering insect: Relationship of glucosinolate concentration and myrosinase activity. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v. 8, n. 1, p. 13-25, 2007.

MEDEIROS, P. T.; SONE, E. H.; SOARES, C. M. S.; DIAS, J. M. C. S.; MONNERAT, R. G. Avaliação de produtos à base de *Bacillus thuringiensis* no controle da traça-das-crucíferas. **Horticultura brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 2, p. 245-248, 2006.

MELO, P. E.; CASTELO BRANCO, M.; MADEIRA, N. R. Avaliação de genótipos de repolho para a resistência à traça das crucíferas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 12, n. 1, p. 19-24, 1994.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P. Biologia de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) alimentado com *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysonoptera: Thripidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 423-428, 2001.

MONNERAT, R. G.; LEAL-BERTIOLI, S. C. M.; BERTIOLI, D. J.; BUTT, T. M.; BORDAT, D. Caracterização de populações geograficamente distintas da traça-das-crucíferas por suscetibilidade ao *Bacillus thuringiensis* Berliner e RAPD-PCR. **Horticultura Brasileira,** Brasília, DF, v. 22, n. 3, p. 607-609, 2004.

NICOLI, G.; TOMMASINI, M. G. *Orius laevigatus*. **Informatore Fitopatológico,** Tokyo, v. 4, p. 21-26, 1996.

PARRA, J. R. P. Egg parasitoids commercialization in the new world. In: CONSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, 2010. p. 373-388.

PEDROSO, E. C. Criação de *Orius insidiosus*. In: DE BORTOLI, S. A. (Ed.). **Criação de insetos:** da base à biofábrica. Jaboticabal: Edição própria, 2009. p. 178-197.

RASK, L.; ANDREASSON, E.; EKBOM, B.; ERIKSSON, S.; PONTOPPIDAN, B.; MEIJER, J. Myrosinase: gene family evolution and herbivore defense in Brassicaceae. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 42, n. 1, p. 93-113, 2000.

RATZKA, A.; VOGEL, H.; KLIEBENSTEIN, D. J.; MITCHELL-OLDS, T.; KROYMANN, J. Disarming mustard oil bomb. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 99, n. 17, p. 11223-11228, 2002

REICHELT, M.; BROWN, P. D.; SCHNEIDER, B.; OLDHAM, N. J.; STAUBER, E.; TOKUHISA, J.; KLIEBENSTEIN, D. J.; MITCHELL-OLDS, T.; GERSHENZON, J. Benzoic acid glucosinolate esters and other glucosinolates from *Arabidopsis thaliana*. **Phytochemistry**, Oxford, v. 59, n. 6, p. 663-671, 2002.

REIS, A.; BOITEUX, L. S. Novas espécies hospedeiras de *Alternaria brassicae* na família Brassicaceae no Brasil. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa**, Brasília, DF, n. 46, p. 1-8, 2008.

RENWICK, J. A. A.; HARIBAL, M.; GOUINGUESE, S.; STADLER, E. Isothiocyanates stimulating oviposition by the diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 32, n. 4, p. 755-766, 2006.

RUNGAPAMESTRY, V.; DUNCAN, A. J.; FULLER, Z.; RATCLIFFE B. Changes in glucosinolate concentrations, myrosinase activity, and production of metabolites of glucosinolates in cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata) cooked for different durations. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 54, n. 20, p. 7628-7634, 2006.

SARWAR, M.; KIRKEGAARD, J. A. Biofumigation potential of brassicas II Effect of envirommental and ontogeny on glucosinolates production and implication for screening. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 201, n .1, p. 91-101. 1998.

SCHOWALTER, T. D. Insect ecology: an ecosystem approach. In: _____ **Insect herbivore relationship to the state of the host plant**: biotic regulation of ecosystem nutrient cycling through ecological succession. San Diego: Academic Press, 1981. p. 126-130. Oikos, 37.

SIMÕES, C. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMÃO, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 5. ed. Porto Alegre: UFRGS/ UFSC, 2004. 1102 p.

SPENCER, J. L.; PILLAI, S.; BERNAYS, E. A. Synergism in the oviposition behavior of *Plutella xylostella*: sinigrin and wax compounds. **Journal of Insect Behavior**, Nova York, v. 12, n. 4, p. 483-500, 1999.

SPENCER, J. L. Waxes enhance *Plutella xylostella* oviposition in response to sinigrina and cabbage homogenates. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 81, n. 2, p. 165-173, 1996.

STOUT, M. J.; FIDANTSEF, A. L.; DUFFEY, S. S.; BOSTOCK, R. M. Signal interactions in pathogen and insect attack: systemic plant-mediated interactions between pathogens and herbivores of the tomato, *Lycopersicon esculentum.* **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 54, n. 3, p. 115-130, 1999.

THULER, R. T.; VOLPE, H. X. L.; DE BORTOLI, S. A.; GOULART, R. M.; VIANA, C. L. T. P. Metodologia para avaliação da preferência hospedeira de parasitóides do gênero *Trichogramma* Westood. **Boletín de Sanidad Vegetal – Plagas**, Madrid, v. 33, n. 3, p. 333-340, 2007.

TIERENS, K. F. M. J.; THOMMA, B. P. H.; BROUWER, M.; SCHMIDT, J.; KISTNER, K.; PORZEL, A.; MAUCH-MANI, B.; CAMMUE, B. P. A.; BROEKAERT, W. F. Study of the role of antimicrobial glucosinolate-derived isothiocyanates in resistance of Arabidopsis to microbial pathogens. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 125, n. 4, p. 1688-1699, 2001.

TURLINGS, T. C. J.; TON, J. Exploiting scents of distress: the prospect of manipulating herbivore-induced plant odors to enhance the control of agricultural pests. **Current Opinion Plant Biology**. London, v. 9, n. 4, p. 421-427, 2006.

ULMER, B.; GILLOTT, C.; WOODS, D.; ERLANDSON, M. Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), feeding and oviposition preferences on glossy and waxy *Brassica rapa* (L.) lines. **Crop Protection**, Guildford, v. 21, n. 4, p. 327-331, 2002.

VACARI, A. M. **Caracterização biológico-comportamental de *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) predando *Plutella xylostella* (L., 1758)**. 2009. 102 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009.

VAN LENTEREN, J. C.; BUENO, V. H. P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **BioControl**, Dordrecht, v. 48, n. 2, p. 123-139, 2003.

VAN POECHE, R. M. P.; ROOSJEN, M.; PUMARINO, L.; DICKE, M. Attraction of the specialist parasitoid *Cotesia rubeculata* to *Arabidopsis thaliana* infested by host or non-host herbivore species. **Entomology Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 107, n. 3, p. 229-236, 2003.

VELASCO, P.; CARTEA, M. E.; GONZALEZ, C.; VILAR, M.; ORDAS, A. Factors affecting the glucosinolates contento of kale (*Brassica oleracea* acephala group). **Journal of Agricultural on Food Chemistry**, Washington, DC, v. 55, n. 3, p. 955-962, 2007.

VERHOEVEN, D. T. H.; GOLDBOHM, R. A.; POPPE L.; VAN VERHAGEN, H.; BRANDT, P. A.; VANS, DEN. Epidemiological studies on brassica vegetables and cancer risk. **Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention**, Philadelphia, v. 5, n. 9, p. 733-748, 1996.

VET, L. E. M.; DICKE, M. Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. **Annual Review of Entomology**, Philadelphia, v. 37, n. 1, p. 141-172, 1992.

WITTSTOCK, U.; AGERBIRK, N.; STAUBER, E. J.; OLSEN, C. E.;HIPPLES, M.; MITCHELL-OLDS, T.; GERSHENZON. J.; VOGEL, H. Successful herbivore attack due to metabolic diversion of a plant chemical defense. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 101, n. 14, p. 4859-4864, 2004.

CAPÍTULO 2 - Desenvolvimento e reprodução do predador *Orius insidiosus* em resposta a sinigrina

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar se a sinigrina apresenta efeito tóxico para o predador *Orius inisidiosus* e se esse composto secundário pode influenciar na taxa de predação, no desenvolvimento ou reprodução do percevejo alimentado com lagartas de *Plutella xylostella*. As criações dos insetos e os experimentos foram conduzidos em laboratório em salas climatizadas a 25 ± 1ºC, 70 ± 10% de umidade relativa e 14 h de fotofase; o plantio de brassicáceas foi feito em casa telada. Foram avaliados a exposição do predador *O. insidiosus* por meio de superfície tratada com solução de sinigrina a 1,6 mg/mL e o consumo de presas que ingeriram sinigrina pelo predador *O. insidiosus.* Os dados foram submetidos ao teste t Student. Os resultados obtidos comprovam que a sinigrina foi um fator estimulante na alimentação do predador e não teve influência negativa quando aplicada na superfície de caminhamento. Com relação aos predadores que consumiram lagartas de *P. xylostella* que ingeriram sinigrina o período ninfal dos predadores diminuiu e houve menor consumo de lagartas, foi observado também menor viabilidade ninfal. Na fase adulta o predador consumiu maior número de lagartas que se alimentaram de folhas tratadas com sinigrina e tiveram maior porcentagem de fertilidade. A longevidade de machos e fêmeas, período de oviposição e fecundidade das fêmeas foram semelhantes nos tratamentos. Pode-se concluir que o consumo do predador adulto por lagartas que ingeriram a substância é estimulado pela sinigrina e em contado direto com o predador através da superfície de caminhamento a sinigrina estimula a alimentação na fase ninfal e de modo geral não apresentam influência negativa sobre o predador. Esses resultados comprovaram que a sinigrina, um metabólito secundário que pode ser encontrado em brassicáceas, estimula o consumo de presas em *O. insidiosus* contribuindo com um resultado efetivo desse predador como agente de controle biológico.

Palavras-chave: biologia, consumo de presas, glucosinolatos, percevejo pirata, semioquímicos, traça-das-crucíferas

1. INTRODUÇÃO

No Brasil são produzidas em média 35,5 milhões de toneladas de hortaliças em 2,3 milhões de hectares, movimentando um valor de R$ 10,4 bilhões. Os produtos hortícolas frescos representam 26% do valor da produção agrícola brasileira que é R$ 98 bilhões, sendo este valor 29% da produção agrícola da região sudeste e 16% do valor da produção agrícola do Estado de São Paulo (GUTIERREZ; WATANABE, 2009).

A família Brassicaceae abrange o maior número de culturas oleráceas representada por aproximadamente 350 gêneros e 3.000 espécies, distribuídas em todo o mundo, destacando-se dentre elas a variedade *Brassica oleracea* L. var. *acephala* devido a presença de nutrientes como o cálcio, ferro, vitaminas A, C, K e B5 (LANA et al., 2000). Na farmacologia, constituintes como os glucosinolatos, presentes em brassicáceas, possuem propriedade de promover a agregação plaquetária, fundamental no processo de cicatrização, além de possuírem propriedades anticarcinogênicas (SIMÕES et al., 2004).

As brassicáceas são hospedeiras da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), importante praga em plantios comerciais em todo o mundo. Causa importantes perdas, depreciando o produto, interferindo no crescimento da planta e, até mesmo podendo provocar sua morte ou perda total (MONNERAT et al., 2004).

Algumas das dificuldades observadas para o controle dessa praga devem-se à permanência de áreas de cultivo durante o ano todo, com plantas de idades diferentes, proporcionando à praga alimento abundante e contínuo. Além disso, a traça-das-crucíferas se adapta a diversos ambientes, tem alta fecundidade, gerações curtas e capacidade migratória (DE BORTOLI et al., 2011a).

Atualmente o controle químico é o mais utilizado no controle da traça-das-crucíferas, pois apresenta, pretensamente, resultados rápidos, práticos e eficientes na redução dos prejuízos ocasionados pela praga (CASTELO BRANCO et al., 2003). Porém, o emprego indiscriminado deste método traz riscos de intoxicação aos produtores e consumidores, deixando resíduos nos alimentos que são consumidos majoritariamente *in natura* ou com pouco preparo, além de

contaminação do ambiente, redução das populações de inimigos naturais e, principalmente, seleção de populações resistentes a agrotóxicos (MONNERAT et al., 2004).

O aumento no surgimento de populações resistentes de *P. xylostella* favoreceu o interesse na utilização de outras táticas de controle para esta praga, como o uso de variedades resistentes e o emprego de agentes de controle biológico, predominantemente parasitoides, predadores e agentes microbianos (MELO et al., 1994; MONNERAT et al., 2004).

Existem vários fatores relacionados à resistência de plantas em brassicáceas, como o teor de sinigrina presente nas folhas. A sinigrina é um metabólito secundário das crucíferas, do grupo dos glucosinolatos, que está envolvido diretamente nas interações inseto-planta. Todavia, assim como as substâncias de resistência, os mesmos glucosinolatos que servem como defesa vegetal para muitos herbívoros, também podem atrair herbívoros especializados (KLIEBENSTEIN et al., 2002). Muitos insetos herbívoros especializaram-se em plantas produtoras de glucosinolatos e usam esses metabólitos, ou seus subprodutos, como sinais para alimentação, oviposição ou localização da planta hospedeira (RENWICK et al., 2006).

A maioria dos insetos especialistas de brassicáceas são atraídos por compostos que são produzidos a partir da sinigrina hidrolisada (RASK et al., 2000). Os insetos, através de seus quimioreceptores, podem discriminar entre espécies de plantas que contenham diferentes glucosinolatos (MARAZZI ; STÄDLER, 2004).

O percevejo predador *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) possui certas características que o torna promissor agente de controle biológico para algumas pragas que ocorrem em brassicáceas. Destaca-se pela alta eficiência de busca, rápido aumento populacional, agrega-se rapidamente quando há presas em abundância e voracidade em todos os estágios ativos de desenvolvimento. Este predador consegue sobreviver em baixa densidade de presas, possui ampla distribuição e é a espécie do gênero mais comum nos agroecossistemas brasileiros (BUENO et al., 2003).

Os adultos são bons voadores e juntamente com as ninfas movimentam-se rapidamente na planta. Predadores do gênero *Orius* estão disponíveis

comercialmente, principalmente para controle de tripes em casas-de-vegetação na Europa, Estados Unidos, Canadá e também no Brasil (VAN LENTEREN, 2003; PARRA, 2010). No Brasil, *O. insidiosus* é liberado em cerca de 500 ha de hortaliças e fruteiras, principalmente para o controle de tripes (PARRA, 2010). Esses predadores são encontrados naturalmente em plantios de brassicáceas, no entanto nenhum estudo foi feito para avaliar seu potencial como agente de controle de pragas nessas culturas.

Diante das dificuldades encontradas no controle dessa praga, ao aumento das populações resistentes aos produtos químicos e aos riscos de intoxicação que o homem está exposto devido à utilização de inseticidas químicos, se torna cada vez mais necessário buscar alternativas para o controle de pragas aliadas com as questões ecológicas.

Além disso, hoje em dia, existe maior procura por produtos orgânicos, sendo que neste sistema de produção, os produtos utilizados para o controle de pragas normalmente não podem causar impactos negativos aos ecossistemas.

A utilização de cultivares resistente a insetos e o controle biológico com predadores são métodos que merecem estudos e aliados podem trazer resultados no controle de pragas.

Conhecer melhor o comportamento de *O. insidiosus* visando entender não só a interação predador-presa, mas também a interação tritrófica (planta-herbívoro-predador) é importante para que no futuro ocorra sucesso na utilização deste inimigo natural no controle biológico. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar se a sinigrina apresenta efeitos negativos no consumo, desenvolvimento e reprodução do predador *O. inisidiosus* alimentado com lagartas de *P. xylostella*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As criações dos insetos e os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/Unesp), Jaboticabal, SP, Brasil. As criações de *P. xylostella* e *O. insidiosus* e

os experimentos foram conduzidos em salas climatizadas a 25 ± 1ºC, 70 ± 10% de umidade relativa e 14 h de fotofase.

2.1. Plantio de Brassicácea

Mudas de couve hibrida manteiga HS-20 (*Brassica oleracea* var. *acephala*) (Top Seed – Agristar), produzidas em substrato para hortaliças, foram transplantadas em vasos de 5 L com substrato (1:1:2, esterco, húmus e terra). As plantas foram mantidas em casas teladas com teto de plástico e irrigadas diariamente de acordo com a necessidade. Essa variedade de brassicáceas foi selecionada, pela ausência de sinigrina (THULER et al., 2007).

2.2. Criação de *Plutella xylostella*

Ovos, lagartas e pupas de *P. xylostella* foram coletados em plantios orgânicos de couve em novembro de 2010 no município de Itobi, SP, e mantidos em sala climatizada, de acordo com metodologia descrita por De Bortoli et al. (2011b). Os adultos produzidos foram acondicionados em gaiolas de plástico transparente (diâmetro de 13 cm e altura de 15 cm) com duas aberturas horizontais nas laterais, uma coberta com tecido *voile* para promover a aeração e outra coberta com filme de polietileno (PVC) para o manuseio de discos foliares de couve (8 cm de diâmetro) com posturas (Figura 1). Na parte superior da gaiola foi feito um orifício de 2,3 cm de diâmetro para inserção dos adultos, o qual foi vedado com uma esponja embebida em solução aquosa de mel a 10% (dieta do adulto). No interior da gaiola foi colocado um copo de acrílico que serviu como suporte ao disco foliar, substrato para oviposição. Para manter turgido o disco foliar, um disco de papel foi umedecido e colocado abaixo do disco foliar. A cada 24 h, o disco foliar e o papel filtro com os ovos foram retirados, umedecidos e colocados em placas de Petri (9 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura) até o momento da eclosão das lagartas, quando então, foram transferidas para recipientes plásticos de 1 L para o desenvolvimento até o estágio de pupa. As lagartas foram alimentadas com folhas de couve coletadas em casas

teladas. As folhas foram previamente tratadas com solução aquosa de 0,5% de hipoclorito de sódio e posteriormente enxaguadas em água corrente. As pupas foram retiradas cuidadosamente das folhas de couve com auxílio de uma pinça ou pincel e colocadas em tubos de ensaio de fundo chato, sendo o tubo vedado com filme plástico de polietileno e furados com estiletes para a aeração. Quando os adultos emergiram foram colocados em gaiolas de plástico transparente para realização das posturas e iniciou-se de um novo ciclo de criação. A manutenção foi realizada diariamente para a troca dos discos foliares, adição da solução de mel nas gaiolas de adultos, coleta das pupas, troca das folhas de couve oferecidas como alimento às lagartas e limpeza dos recipientes de criação.

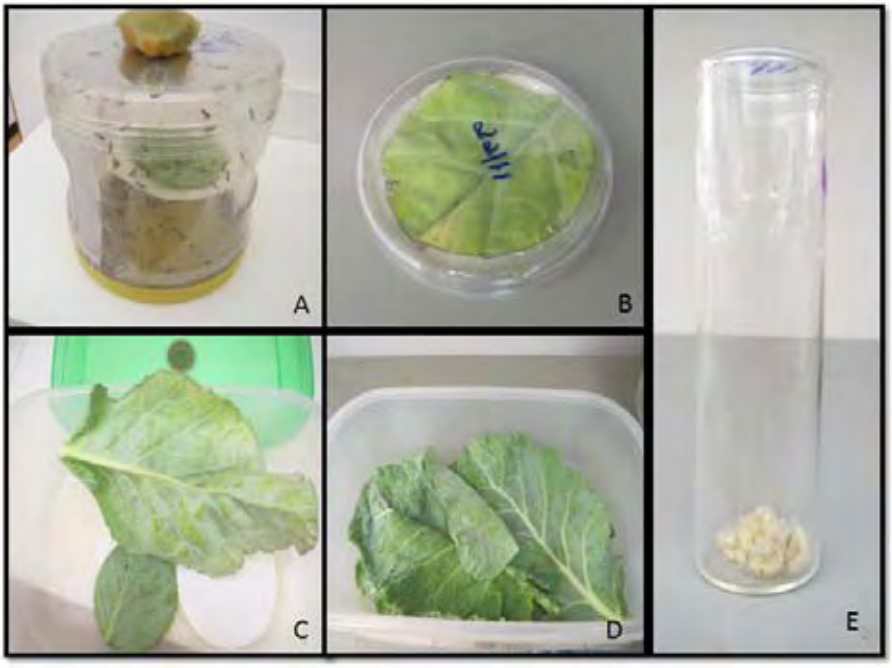

Figura 1. Detalhes dos recipientes utilizados para a criação de *Plutella xylostella* (A) gaiola dos adultos; (B) placa de Petri onde foi colocado o disco foliar retirados das gaiolas dos adultos e mantidos até o momento da eclosão das lagartas; (C e D) recipientes plásticos onde foram mantidos as lagartas em diferentes instares e; (E) tubos de fundo chato onde foram mantidos as pupas até o momento em que emergiram os adultos.

2.3. Criação de *Orius insidiosus*

Adultos de *O. insidiosus* foram capturados em plantas de milho no Câmpus da FCAV/Unesp e fornecidos pela Universidade Federal de Lavras. Os predadores foram criados de acordo com metodologia descrita por De Bortoli et al. (2011b). Os adultos foram mantidos em gaiolas de vidro de 1,7 L, com orifício de 7 cm de diâmetro na tampa coberto com tecido *voile* para aeração (Figura 2). Na gaiola foram colocadas tiras de papel toalha e tiras de papel sulfite dobrados em sanfona para abrigo dos predadores e para minimizar o problema de canibalismo. Ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) foram inviabilizados em luz ultravioleta por 40 minutos e oferecidos como alimento, além de inflorescências de picão-preto *Bidens pilosa* L. coletadas em campo, que serviram como substrato de oviposição. As inflorescências foram tratadas com solução aquosa de 0,5% de hipoclorito de sódio por 15 minutos e posteriormente enxaguadas em água corrente. Para manter a turgescência, as hastes de picão-preto foram arranjadas em buquê envolto com algodão e inseridas em um frasco de vidro de 10 mL contendo água destilada. A cada dois dias os buquês com as posturas foram retirados das gaiolas e colocados em recipientes de plástico de 1 L até que as ninfas obtidas se tornassem adultas. Nas gaiolas das ninfas foram adicionados ovos de *A. kuehniella* inviabilizados (alimentação), papel toalha para abrigo, algodão umedecido como fonte de água, tendo sido os recipientes vedados com filme de polietileno (PVC) para evitar a fuga dos insetos. Quando se tornaram adultos, os predadores foram retirados do recipiente plástico com um sugador bucal e colocados nas gaiolas de vidro iniciando um novo ciclo de criação. A manutenção da criação foi realizada três vezes por semana para a troca do buquê das gaiolas dos adultos, adição de alimento e umedecimento do algodão nos recipientes com ninfas.

Figura 2. Detalhes dos recipientes utilizados para a criação de *Orius insidiosus:* (A) gaiola dos adultos contendo o buquê de picão-preto e os papéis cortados em tiras e sanfonados; (B) recipiente plástico das ninfas contendo algodão umedecido e ovos de *A. kuehniella* e; (C) visão geral da criação.

2.4. Exposição do predador *Orius insidiosus* a sinigrina por meio de superfície tratada

Este experimento foi realizado para verificar se os aspectos reprodutivos de *O. insidiosus* podem ser influenciados pela sinigrina aplicada na superfície de caminhamento do predador. Ninfas de segundo ínstar caminharam em superfície de papel filtro tratada com sinigrina (Sigma® - 2-propenylglucosinolato) na concentração de 1,6 mg/mL durante 3 minutos; como testemunha foi utilizada apenas solução aquosa de Tween 20® a 0,05%. Posteriormente, os predadores não tiveram mais contato com a sinigrina. Folhas de couve recém coletadas no campo foram tratadas com solução aquosa de 0,5% de hipoclorito de sódio, enxaguadas em água corrente e após a secagem cortadas em discos de 2,3 cm de diâmetro. As ninfas foram individualizadas em placas de Petri com algodão umedecido e um disco foliar de couve (6 cm de diâmetro) contendo 5 lagartas de segundo ínstar de *P. xylostella*

(Figura 3). Foram analisados os seguintes parâmetros da biologia do percevejo: duração da fase ninfal, viabilidade ninfal e consumo de presas em cada ínstar. Para a fase ninfal foram observadas 50 repetições, sendo cada placa uma repetição. Com os adultos obtidos foram formados casais, que foram colocados em placa de Petri (6 cm de diâmetro x 2 cm de altura) com algodão umedecido, uma inflorescência de picão-preto para oviposição e um disco foliar contendo 10 lagartas de segundo ínstar. As avaliações foram realizadas diariamente para observação do consumo e número de ovos presentes no picão-preto. Após a contagem dos ovos, o picão-preto foi separado em outra placa de Petri para posterior avaliação do número de ninfas, viabilidade ninfal e razão sexual; além disso, foram avaliados a longevidade das fêmeas e dos machos, período de oviposição, fecundidade e fertilidade. Para a fase adulta foram observadas 10 repetições. Foram consideradas como presas consumidas, aquelas cujo conteúdo interno foi removido parcial ou totalmente. As lagartas oferecidas como alimento não foram tratadas e o predador entrou em contato com a sinigrina apenas no segundo ínstar.

Figura 3. Placa de Petri onde foram realizados os experimentos.

2.5. Consumo de presas que previamente ingeriram sinigrina

Para condução do experimento, folhas de couve recém coletadas no campo foram tratadas com solução aquosa de 0,5% de hipoclorito de sódio, enxaguadas em água corrente e, após a secagem, cortadas em discos de 2,3 cm de diâmetro. Em seguida os discos foliares foram tratados com sinigrina (Sigma®) + solução

aquosa de Tween 20® a 0,05% e tratados apenas com solução aquosa de Tween 20® a 0,05% (testemunha). A sinigrina foi utilizada na concentração de 1,6 mg/mL. Essa concentração foi escolhida por não influenciar no desenvolvimento de *P. xylostella* (CARVALHO et al., 2010). Após a pulverização, os discos foliares foram deixados em temperatura ambiente por 2 h para secagem e, em seguida, colocados em placas de Petri com algodão umedecido. Em cada disco foliar foram colocadas 5 lagartas de *P. xylostella* de segundo ínstar. Essa quantidade de presas foi o suficiente para o consumo diário de *O. insidiosus* (BRITO, 2009). Após 24 h, em cada placa foi colocada uma ninfa de segundo ínstar de *O. insidiosus*. Foram observadas 50 repetições, sendo cada placa considerada uma repetição (Figura 3). As avaliações foram realizadas diariamente observando-se o consumo do predador, período ninfal e viabilidade ninfal. Ao atingirem a fase adulta, foram formados casais, sendo acondicionado um casal por placa de Petri (6 cm de diâmetro x 2 cm altura) com algodão umedecido, uma inflorescência de picão-preto para oviposição e um disco foliar pulverizado com sinigrina na concentração citada acima contendo 10 lagartas de segundo ínstar. Para a fase adulta foram observadas 10 repetições, sendo cada placa considerada uma repetição. As avaliações foram realizadas diariamente para observação do consumo e número de ovos colocados por fêmea. Após a contagem dos ovos, o picão-preto foi separado em outra placa de Petri para posterior avaliação da viabilidade ninfal e, após a emergência, para a fase adulta verificou-se a razão sexual. Foi avaliada também a longevidade das fêmeas e dos machos, período de oviposição, fecundidade e fertilidade. Nas avaliações foram consideradas como presas consumidas, aquelas cujo conteúdo interno foi removido parcial ou totalmente pelo predador.

2.6. Análises dos dados

Os dados das características biológicas dos predadores foram submetidos aos testes de Kolmogorov e Barttlet para verificar a normalidade e homocedasticidade, respectivamente. Em seguida, foram submetidos ao teste t Student (Proc TTEST). Todas as análises foram conduzidas utilizando o programa SAS (SAS Institute, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Exposição do predador *Orius insidiosus* a sinigrina por meio da superfície tratada

A sinigrina aplicada sobre a superfície de caminhamento do predador diminuiu a duração do segundo ínstar (t = -8,94; gl = 98; P < 0,0001), sendo que no ínstar seguinte, a sinigrina teve um efeito oposto, prolongando o período (t = 5,34; gl = 87; P < 0,0001) (Tabela 1). No quarto ínstar não houve diferença significativa entre os tratamentos (t = 0,30; gl = 82; P = 0,7661), enquanto que no quinto ínstar a sinigrina influenciou na duração do estádio (t = 6,16; gl = 82; P < 0,0001). A duração do período ninfal não diferiu entre os tratamentos (t = 1,18; gl = 82; P = 0,2409), apesar do contato direto com a solução ter influenciado no período de alguns ínstares. No segundo ínstar, após a ninfa entrar em contato com a sinigrina, o consumo de lagartas de *P. xylostella* foi menor (t = -10,89; gl = 98; P < 0,0001) (Tabela 1). Quando atingiram o terceiro ínstar os predadores consumiram mais lagartas (t = 6,05; gl = 87; P < 0,0001), assim como no quinto ínstar (t = 9,54; gl = 82; P = 0,4075). No entanto, não ocorreu diferença significativa no consumo de lagartas no quarto ínstar (t = -0,83; gl = 82; P = 0,7661). Durante o período ninfal o consumo total de lagartas foi maior após os predadores caminharem sobre a sinigrina (t = 3,99; gl = 82; P < 0,0001) e não houve diferenças significativas na viabilidade ninfal (t = 0,19; gl = 18; P = 0,8531). Os resultados obtidos mostram que a sinigrina foi um fator estimulante na alimentação do predador e não apresentou influencia negativa no consumo do predador quando aplicada na superfície de caminhamento.

Tabela 1. Período e consumo de lagartas de *Plutella xylostella* na fase ninfal do predador *Orius insidiosus* sob influência da sinigrina aplicada na superfície de caminhamento do predador.

Características	Ínstar	Testemunha	Sinigrina
Período (dias)	2º ínstar	2,8 ± 0,17*[1]	1,1 ± 0,06
	3º ínstar	3,0 ± 0,13	3,9 ± 0,11*
	4º ínstar	1,8 ± 0,08	1,8 ± 0,11
	5º ínstar	2,1 ± 0,12	3,2 ± 0,13*
	Fase ninfal	9,9 ± 0,21	10,2 ± 0,15
Consumo de lagartas	2º ínstar	8,2 ± 0,52*	2,1 ± 0,21
	3º ínstar	7,2 ± 0,47	11,4 ± 0,49*
	4º ínstar	6,0 ± 0,31	5,6 ± 0,37
	5º ínstar	4,9 ± 0,51	11,7 ± 0,48*
	Fase ninfal	27,0 ± 0,71	30,9 ± 0,66*
Viabilidade ninfal (%)		74,0 ± 6,53	72,2 ± 6,83

[1]Médias ± erro padrão; * indica diferença pelo teste t (P ≤ 0,05).

Na fase adulta as características biológicas avaliadas não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. O consumo (t = 1,71; gl = 18; P = 0,1047), longevidade dos machos (t = 1,23; gl = 18; P = 0,2330) e das fêmeas (t = 1,29; gl = 18; P = 0,2137), período de oviposição (t = 1,55; gl = 18; P = 0,1375), fecundidade (t = 1,22; gl = 18; P = 0,2384) e fertilidade (t = 1,05; gl = 18; P = 0,3072) não foram influenciados pela sinigrina (Tabela 2). Tal fato pode ter ocorrido devido ao contato com a sinigrina ter acontecido apenas no segundo ínstar do predador.

Tabela 2. Desempenho reprodutivo e consumo de lagartas de *Plutella xylostella* na fase adulta de *Orius insidiosus* sob influência da aplicação da sinigrina na superfície de caminhamento do predador.

Características	Testemunha	Sinigrina
Consumo de lagartas	87,6 ± 14,15[1]	117,9 ± 10,69
Longevidade dos machos (dias)	14,2 ± 2,00	17,3 ± 1,50
Longevidade das fêmeas (dias)	16,2 ± 1,70	19,6 ± 2,01
Período de oviposição (dias)	9,7 ± 1,85	13,6 ± 1,69
Fecundidade (ovos/fêmea)	44,5 ± 9,06	60,0 ± 8,91
Fertilidade (%)	65,1 ± 8,03	74,6 ± 4,56

[1]Médias ± erro padrão; * indica diferença pelo teste t (P ≤ 0,05).

Sabe-se que para a sinigrina ter efeito no metabolismo dos insetos não especialistas ela deve ser hidrolisada pela enzima mirosinase, presente nos vegetais, e os seus subprodutos voláteis agirem em insetos (BUSKOV et al., 2002). No entanto, os glucosinolatos não hidrolisados atuam como indicativos para alimentação e oviposição para insetos especialistas (RENWICK et al., 2006; HALKIER; GERSHENZON, 2006). Todavia, os nossos resultados demonstraram que o predador generalista *O. insidiosus*, também foi estimulado a consumir maior número de lagartas pela sinigrina não hidrolisada.

Resultados contraditórios foram encontrados por Bodnaryk (1997) que observou que a alimentação do inseto especialista *P. xylostella* e *Phyllotreta cruciferae* (Goeze) (Coleoptera: Chrysomelidae) em cultivares de *Brassica juncea* L. com diferentes níveis de sinigrina e de *Sinapis alba* (L.) (Cruciferae) com variados teores de sinalbina (glucosinolato), não apresentaram diferenças, indicando que tanto a composição, quanto os níveis dessas substâncias secundárias podem interferir na oviposição, mas não têm efeito na alimentação de ambos os insetos contrariando os relatos sobre a interação positiva entre os insetos especialista de brassicáceas e a sinigrina.

De forma geral, o predador que caminhou sobre a superfície que continha sinigrina foi influenciado pela substância apenas na fase ninfal apresentando diferenças significativas no consumo de lagartas.

3.2. Consumo de presas que previamente ingeriram sinigrina

Com relação aos predadores que consumiram lagartas de *P. xylostella* que ingeriram sinigrina, a duração do segundo ínstar foi menor (t = -5,13; gl = 98; P < 0,0001), no entanto não ocorreram diferenças significativas para a duração do terceiro (t = -0,85; gl = 81; P = 0,3960), quarto (t = 0,92; gl = 75; P = 0,3614) e quinto ínstares (t = -1,97; gl = 72; P = 0,0531) (Tabela 3). O período ninfal dos predadores foi 12,4 dias para testemunha e 9,8 dias para o tratamento com sinigrina (t = -6,92; gl = 72; P < 0,0001). Dessa forma, o predador que se alimentou sucessivas vezes com lagartas que ingeriram sinigrina apresentou o período ninfal mais curto.

Resultados semelhantes foram observados por Francis et al. (2001) que encontraram diferenças significativas na duração do período larval do predador *Adalia bipunctata* (L., 1758) (Coleoptera: Coccinellidae) quando foi alimentado com o pulgão *Mysus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) criado em plantas que sintetizam glucosinolatos em diferentes concentrações, *S. alba* (baixo teor de glucosinolatos), *Brassica napus* L., var alaska, (Brassicaceae) (alto teor de glucosinolatos) e em plantas que não sintetizam glucosinolatos, *Vicia faba* L., (Fabaceae). Esses autores constataram que os predadores que consumiram pulgões alimentados com brassicáceas atingiram o estágio pupal mais rápidamente. Ainda no mesmo estudo, o peso dos adultos do predador *A. bipunctata* alimentados com pulgões com alto e baixo teor de glucosinolatos foram significativamente maior que pulgões criados em plantas livre de glucosinolatos.

O predador *O. insidiosus* é onívoro e a dieta pode interferir em vários parâmetros biológicos como o desenvolvimento, longevidade, fecundidade e viabilidade dos ovos e, em muitos casos, se a dieta não for adequada, pode até impedir que o inseto complete o ciclo (BUENO, 2009). O tipo de alimento é um dos principais fatores influenciadores do desenvolvimento ninfal de *O. insidiosus* (MENDES et al., 2005a).

Foi observado em outros trabalhos que o predador mantido com ovos de *A. kuehniella* apresentou período ninfal de 12 dias e sobrevivência de 70% (MENDES et al., 2005b). *O. insidiosus* alimentado com lagartas de *P. xylostella* criadas em folhas de couve, apresentou período ninfal de 14 dias (BRITO et al., 2009).

Tabela 3. Período e consumo ninfal de *Orius insidiosus* que consumiram lagartas de *Plutella xylostella* que ingeriram sinigrina em folhas de couve.

Características	Ínstar	Testemunha	Sinigrina
Período (dias)	2º ínstar	4,1 ± 0,27*[1]	2,6 ± 0,11
	3º ínstar	3,2 ± 0,22	3,0 ± 0,14
	4º ínstar	1,9 ± 0,11	2,0 ± 0,06
	5º ínstar	2,5 ± 0,24	2,0 ± 0,13
	Fase ninfal	12,4 ± 0,39*	9,8 ± 0,17
Consumo de lagartas	2º ínstar	8,1 ± 0,77	7,1 ± 0,41
	3º ínstar	10,5 ± 0,84*	7,2 ± 0,47
	4º ínstar	7,1 ± 0,59	6,4 ± 0,34
	5º ínstar	8,7 ± 0,50*	5,1 ± 1,05
	Fase ninfal	37,2 ± 1,46*	26,2 ± 0,75
Viabilidade ninfal (%)		81,0 ± 4,67*	51,2 ± 8,95

[1]Médias ± erro padrão; * indica diferença pelo teste t (P ≤ 0,05)

Os predadores no segundo ínstar consumiram quantidades semelhantes de presas (*t* = -0,82; gl = 98; *P* = 0,4167) (Tabela 3). No ínstar seguinte ocorreu menor consumo de lagartas criadas com sinigrina (*t* = -3,55; gl = 79; *P* = 0,0007). No quarto ínstar o consumo foi semelhante (*t* = -1,21; gl = 75; *P* = 0,2283) e no quinto houve menor consumo de lagartas que ingeriram sinigrina (*t* = -3,54; gl = 72; *P* = 0,0007). Na fase ninfal ocorreu menor consumo de lagartas no tratamento com sinigrina (*t* = -7,43; gl = 72; *P* < 0,0001). Os predadores que consumiram de lagartas que ingeriram sinigrina foram apresentaram baixa viabilidade ninfal (t = 3,23; gl = 18; P = 0,0052).

O menor número de lagartas consumidas pelos predadores durante o desenvolvimento na fase ninfal sugere que na relação tritrófica (planta x herbívoro x predador), lagartas que consumiram sinigrina não representaram ser atrativo alimentar para *O. insidiosus*. Quando os resultados obtidos alimentando ninfas de *O. insidiosus* com lagartas que ingeriram sinigrina foi comparado com os resultados obtidos aplicando sinigrina na superfície de caminhamento das ninfas (item 3.1 desse capítulo), foi possível constatar que a sinigrina aplicada na superfície de caminhamento tem efeito atrativo na alimentação do predador, porém, quando a sinigrina é metabolizada pela lagartas apresenta efeito inverso, diminuindo o consumo de presas.

Por outro lado, estudos mostraram que glucosinolatos, como a sinigrina, parecem servir como mecanismo estimulante na alimentação e oviposição de herbívoros especialistas, como a *P. xylostella* (RENWICK et al., 2006; THULER et al., 2007). Além disso, foi constatado que baixa concentração de sinigrina, em couve e brócolis, não prejudicou o desenvolvimento de *P. xylostella* (CARVALHO et al., 2010). Portanto a sinigrina, como estimulante alimentar para *P. xylostella* poderia ter proporcionado lagartas de melhor qualidade nutricional, o que provavelmente permitiu que os predadores consumissem menor quantidade de lagartas.

Outros estudos avaliando a relação tritrófica constataram que o pulgão especialista *Brevicoryne brassicae* (L., 1758) (Hemiptera: Aphididae) foi relacionado positivamente com as concentrações de glucosinolatos das plantas, porém, a concentração de glucosinolatos nesse pulgão foi correlacionada negativamente com o desempenho do predador *Episyrphus balteatus* DeGeer (Diptera: Syrphidae). Ainda nesse estudo, o predador preferiu ovipositar em plantas com menor emissão de produtos de degradação de voláteis de glucosinolatos (KOS et al., 2012).

Na fase adulta do predador a aplicação de sinigrina no substrato de alimentação das presas aumentou o consumo em relação à testemunha (t = 2,38; gl = 18; P = 0,0294) (Tabela 4). Diferentemente do que foi observado na fase ninfal, os resultados na fase adulta comprovaram que o predador consumiu maior número de lagartas que se alimentaram de folhas tratadas com sinigrina, tornando-se nessa fase um atrativo alimentar para *O. insidiosus*. Porém, em outro trabalho o predador *A. bipunctata teve menor sobrevivência quando se alimentou de pulgões com alto*

teor de sinigrina (KAZANA et al., 2007). Todavia, deve-se ressaltar que mesmo estimulando a alimentação, não significa que o maior consumo de lagartas que ingeriram sinigrina possa ser favorável ao desenvolvimento desse inseto predador.

Outros parâmetros biológicos avaliados como a longevidade de machos (t = -1,77; gl = 18; P = 0,0939) e fêmeas (t = -0,91; gl = 18; P = 0,3724), período de oviposição (t = 0,16; gl = 18; P = 0,8744) e fecundidade das fêmeas (t = 1,03; gl = 18; P = 0,3161) foram semelhantes (Tabela 4). Para o efeito dos glucosinolatos em *Athalia rosae* L. (Hymenoptera: Tenthredinidae) e *P. xylostella* observou-se que houve estimulação da oviposição (BARKER et al., 2006; RENWICK et al., 2006). *Entretanto, um fator que deve ser levado em consideração é que muitos predadores podem consumir um maior número de presas consideradas de baixa qualidade na tentativa de suprir a necessidade nutricional; porém, o maior consumo pode não influenciar na fecundidade e na longevidade do inseto (BUENO, 2009).*

A fertilidade dos ovos dos predadores que se alimentaram de lagartas que ingeriram sinigrina foi maior (t = 2,23; gl = 18; P = 0,0398) (Tabela 4). Outro trabalho mostrou que as fêmeas de *O. insidiosus* que foram alimentadas com lagartas de *P. xylostella* apresentaram fertilidade de 87,6%, resultado superior ao encontrados no presente trabalho (BRITO, 2009).

Resultados contraditórios foram observados no trabalho de Francis et al. (2001) que constataram que quando o predador *A. bipunctata* consumiu pulgões *M. persicae* criados em plantas com alto (*Sinapis alba* L.) e baixo (*Brassica napus* L.) teor de glucosinolatos apresentaram 57,6% e 48,8% de fertilidade respectivamente e quando foi alimentado com presas criados em plantas que não produziam glucosinolatos (*V. faba*) apresentaram 64,9% de fertilidade.

Tabela 4. Consumo e aspectos reprodutivos de *Orius insidiosus* que consumiram lagartas de *Plutella xylostella* que previamente ingeriram sinigrina em folhas de couve.

Características	Testemunha	Sinigrina
Consumo de lagartas	82,4 ± 10,28[1]	117,9 ± 10,69*
Longevidade machos (dias)	16,8 ± 2,57	11,8 ± 1,17
Longevidade fêmeas (dias)	18,8 ± 2,69	15,9 ± 1,68
Período oviposição (dias)	12,3 ± 1,77	12,7 ± 1,46
Fecundidade (ovos/fêmea)	47,9 ± 7,38	60,0 ± 8,91
Fertilidade (%)	62,3 ± 7,41	79,5 ± 3,04*

[1]Médias ± erro padrão; * indica diferença pelo teste t a $P < 0,05$.

Os resultados obtidos com esse trabalho sugere que o predador responde aos efeitos da sinigrina de acordo com alguns fatores como o método de aplicação, via superfície de caminhamento ou pelo consumo de lagartas que ingeriram sinigrina; a fase de desenvolvimento do predador; e com o tempo de exposição à substância.

Quando ninfas de 2º ínstar caminharam durante 3 minutos sobre a superfície que continha sinigrina a substância estimulou a alimentação na fase ninfal e não teve influência sob as características reprodutivas do adulto.

Os predadores que durante todo o desenvolvimento consumiram lagartas que ingeriram folhas de couve pulverizadas com sinigrina foram estimulados a consumir mais presas na fase adulta e apresentaram maior porcentagem de fertilidade. O inverso foi observado na fase ninfal pelo baixo consumo de presas e baixa viabilidade ninfal.

Diversos estudos foram realizados para avaliar a influência dos glucosinolatos na relação inseto-planta, principalmente do que diz respeito a insetos fitófagos. No entanto, com inimigos naturais de insetos fitófagos esses estudos são escassos. Na tentativa de aliar as táticas de controle de pragas para obter melhores resultados se

torna necessário mais pesquisas com relação aos glucosinolatos como fator de resistência em plantas e como substância de recrutamento de inimigos naturais.

No entanto, não se sabe se tal fato também pode ocorrer para a traça-das-crucíferas. Neste contexto, esta pesquisa acrescenta informações sobre o assunto sendo que elas irão contribuir para o melhor conhecimento entre a planta hospedeira, *P. xylsotella* e o predador *O. insidiosus*, o que permitirá a melhor utilização deste predador no futuro para programas de controle biológico em brassicáceas.

4. CONCLUSÃO

A sinigrina tem efeito sob o consumo de presas, o desenvolvimento e a reprodução de *O. insidiosus*, aumentando o consumo de presas e a fertilidade do predador adulto. De forma geral, a substância não apresenta efeitos negativos no predador, como um potencial agente de controle biológico de *P. xylostella*.

5. REFERÊNCIAS

BARKER, A. M.; MOLOTSANE, R.; MÜLLER, C.; SCHAFFNER, U.; STÄDLER, E. Chemosensory and behavioural responses of the turnip sawfly, *Athalia rosae,* to glucosinolates and isothiocyanates. **Chemoecology**, Brussels, v. 16, n. 4, p. 209-218, 2006.

BODNARYK, R. P. Will low-glucosinalate cultivar of the mustards *Brassica juncea* and *Sinapis alba* be vulnerable to insect pests? **Canadian Journal of Plant Science,** Ottawa, v. 77, n. 1, p. 283-287, 1997.

BRITO, J. P. **Aspectos biológicos e taxa de consumo de *Orius insidiosus (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae)* predando *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae)**. 2009. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009.

BRITO, J. P.; VACARI, A. M.; THULER, R. T.; DE BORTOLI, S. A. Aspectos biológicos de *Orius insidiosus* (Say, 1832) predando ovos de *Plutella xylostella* (L., 1758) e *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 4, p. 627-633, 2009.

BUENO, V. H. P. Desenvolvimento e criação massal de percevejos predadores *Orius*. In: BUENO, V. H. P. **Controle biológico de pragas**: produção massal e controle de qualidade. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2009. p. 33-72.

BUENO, V. H. P.; VAN LENTEREN, J. C.; SILVEIRA, L. C.; RODRIGUES, S. M. M. An overview of biological control in greenhouse chrysantemums in Brazil. **IOBC/WPRS Bulletin**, Lleida, v. 26, n. 10, p. 1-5, 2003.

BUSKOV, S.; SERRA, B.; ROSA, E.; SERENSEN, H.; SORENSEN, J. C. Effects of intact glucosinolates and products produced from glucosinolates in myrosinase-catalyzed hydrolysis on the potato cyst nematode (*Glododera rostochiensis* Cv. Woll). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 50, n. 4, p. 690-695, 2002.

CARVALHO, J. S.; DE BORTOLI, S. A.; THULER, R. T.; GOULART, R. M.; VOLPE, H. X. L. Efeito de sinigrina aplicada em folhas de brássicas sobre características biológicas de *Pluetlla xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 15-20, 2010.

CASTELO-BRANCO, M.; FRANCA, F. H.; PONTES, L. A.; AMARAL, P. S. T. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações de traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 3, p. 549-552, 2003.

DE BORTOLI, S. A.; VACARI, A. M.; GOULART, R. M.; SANTOS, R. F.; VOLPE, H. X. L.; FERRAUDO, A. S. Capacidade reprodutiva e preferência da traça-das-crucíferas para diferentes brassicáceas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 2, p. 187-192, 2011a.

DE BORTOLI, S. A.; VACARI, A. M.; POMARI, A. F.; VEIGA, A. C. P.; VOLPE, H. X. L.; MAGALHÃES, G. O.; MAEDA, J. M. **Produção de insetos**: da base à biofábrica. In: BUSOLI, A. C.; FRAGA, D. F.; SANTOS, L. C.; ALENCAR, J. R. D. C.; GRIGOLLI, J. F. J.; JANINI, J. C.; SOUZA, L. A.; VIANA, M. A.; FUNICHELLO, M. **Tópicos em entomologia agrícola IV**. Jaboticabal: Gráfica e Editora Multipress, 2011b. p. 95-116.

FRANCIS, F.; LOGNAY, G.; WATHELET, J. P.; HAUBRUGE, E. Effects of allelochemicals from first (Brassicaceae) and second (Myzus persicae and *Brevicoryne brassicae*) trophic levels on *Adalia bipunctata*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 27, n. 2, p. 243-256, 2001.

GUTIERREZ, A. de S. D.; WATANABE, H. S. As ceasas brasileiras e o negócio de frutas e hortaliças frescas. [S.l.]: HORTBRASIL, out. 2009. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/jnw/index.php?view=article&catid=50:comercializacao&id=134:as-ceasas-brasileiras-e-o-negocio-de-frutas-e-hortalicas-frescas&option=com_content&Itemid=82>. Acesso em: 16 out. 2012.

HALKIER, B. A.; GERSHENZON, J. Biology and biochemistry of glucosinolates. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 57, p. 303-333, 2006.

KAZANA, E.; POPE, T. W.; TIBBLES, L.; BRIDGES, M.; PICKETT, J. A.; BONES, A. M.; POWELL, G.; ROSSITER, J. T. The cabbage aphid: a walking mustard oil bomb. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, v. 274, n. 1623, p. 2271-2277, 2007.

KLIEBENSTEIN, D.; PEDERSEN, D.; BARKER, B.; MITCHELL-OLDS, T. Comparative analysis of quantitative trait loci controlling glucosinolates, myrosinase and insect resistance in *Arabidopsis thaliana*. **Genetics**, Austin, v. 161, n. 1, p. 325-332, 2002.

KOS, M.; HOUSHYANI, B.; ACHHAMI, B. B.; WIETSMA, R.; GOLS, R.; WELDEGERGIS, B. T.; KABOUW, P.; BOUWMEESTER, H. J.; VET, L. E. M.; DICKE, M.; VAN LOON, J. J. A. Herbivore-mediated effects of glucosinolates on different natural enemies of a specialist aphid. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 38, n. 1, p. 100-115, 2012.

LANA, M. M.; SANTOS, F. F. dos; TAVARES, S. A.; MELO, M. F. de; MATOS, M. J. L. F. **Couve**. Brasília, DF: EMBRAPA Hortaliças, [2000]. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/dicas/couve.htm>. Acesso em: 13 out. 2012.

MARAZZI, C.; STÄDLER, E. Arabidopsis thaliana leaf-surface extracts are detected by the cabbage root fly (*Delia radicum*) and stimulate oviposition. **Physiological Entomology**, London, v. 29, n. 2, p. 192-198, 2004.

MELO, P. E.; CASTELO-BRANCO, M.; MADEIRA, N. R. Avaliação de genótipos de repolho para a resistência a traça das crucíferas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 12, n. 1, p. 19-24, 1994.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 49, n. 4, p. 575-597, 2005a.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M. Reprodução e longevidade de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera:Anthocoridae) em diferentes temperaturas. **Revista de Agricultura,** Piracicaba, v. 80, n. 1, p. 87-101, 2005b.

MONNERAT, R. G.; LEAL-BERTIOLI, S. C. M.; BERTIOLI, D. J.; BUTT, T. M.; BORDAT, D. Caracterização de populações geograficamente distintas da traça-das-crucíferas por suscetibilidade ao *Bacillus thuringiensis* Berliner e RAPD-PCR. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 3, p. 607-609, 2004.

PARRA, J. R. P. Egg parasitoids commercialization in the new world. In: CONSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, p. 373-388, 2010.

RASK, L.; ANDREASSON, E.; EKBOM, B.; ERIKSSON, S.; PONTOPPIDAN, B.; MEIJER, J. Myrosinase: gene family evolution and herbivore defense in Bassicaceae. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 42, n. 1, p. 93-113, 2000.

RENWICK, J. A. A.; HARIBAL, M.; GOUINGUESE, S.; STADLER, E. Isothiocyanates stimulating oviposition by the diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 32, n. 4, p. 755-766, 2006.

SAS INSTITUTE. **SAS.STAT user's guide**. Version 9.0, TS level 2MO. Cary, 2002.

SIMÕES, C. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMÃO, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. Farmacognosia da planta ao medicamento. 5. ed. Porto Alegre: UFRGS/UFSC, 2004. 1102 p.

THULER, R. T.; DE BORTOLI, S. A.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. Classificação de cultivares de brássicas com relação a resistência da traça-das-crucíferas e a presença de glucosinolatos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.42, n. 4, p. 467-474, 2007.

VAN LENTEREN, J. C. Need for quality control of mass-produced biological control agents. In: VAN LENTEREN, J. C. (Ed.). **Quality control and production of biological control agents:** theory and testing procedures. Wallingford: CABI Pub, 2003. p. 1–17.

CAPÍTULO 3 - Aspectos reprodutivos e preferência de *Orius insidiosus* por lagartas de *Plutella xylostella* alimentadas com sinigrina

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar a preferência alimentar do predador *Orius insidiosus* pela presa *Plutella xylostella* que ingeriu sinigrina em condições de laboratório, além de avaliar a taxa de predação e os aspectos reprodutivos do predador alimentado com lagartas que ingeriram sinigrina em plantas de couve em casa telada. Criações de *P. xylostella, O. insidiosus* e os experimentos foram conduzidos em salas climatizadas a 25 ± 1ºC, 70 ± 10% de umidade relativa e 14 h de fotofase. Foram realizados (1) teste de preferência de *O. insidiosus* com lagartas de *P. xylostella* que ingeriram sinigrina, (2) teste de preferência de *O. insidiosus* após efeito da experiência com a presa *P. xylostella* sobre a eficiência de predação na presença de singrina e (3) teste em casa telada onde foi avaliado o consumo de lagartas que ingeriram sinigrina. Ninfas de *O. insidiosus* de segundo ínstar e adultos apresentaram preferência por lagartas de *P. xylostella* que ingeriram sinigrina. Após experiência prévia, somente ninfas de terceiro ínstar de *O. insidiosus* apresentaram preferência por lagartas que não ingeriram sinigrina. Em teste de casa telada, os resultados mostraram que a sinigrina teve um efeito negativo no consumo e na longevidade dos machos e das fêmeas do predador. Assim, sinigrina influencia a seleção da presa por *O. insidiosus* e o predador adulto prefere lagartas que ingeriram sinigrina, no entanto, a sinigrina apresenta efeitos não desejáveis aos predadores em ambientes protegidos como casa telada. Portanto, outros estudos devem ser feitos para avaliar os possíveis fatores que interferem no processo de predação em casa telada.

Palavras-chave: casa telada, consumo de presas, controle biológico, glucosinolatos, predador, traça-das-crucíferas

1. INTRODUÇÃO

O interesse por agentes de controle biológico tem aumentado dentro da agricultura devido ao menor impacto ambiental e aos riscos de contaminação com inseticidas no controle de pragas. Diversos inimigos naturais já foram estudados para serem utilizados no controle biológico de pragas na agricultura orgânica, em programas de manejo integrado de pragas em cultivos convencionais e em cultivos protegidos de hortaliças e ornamentais (VAN LENTEREN; BUENO, 2003; PARRA, 2010).

Em 1970, a área de utilização de controle biológico em cultivos protegidos era cerca de 200 ha, sendo que 30 anos depois passou para 15.000 ha e, em 2008, estava estimado em cerca de 25.000 ha. O número de agentes de controle biológico disponíveis no mercado mundial na década de 70 era de apenas dois, em 2000 aumentou para 100, em 2007 para 800 e para mais de 1.000 em 2009 (LADISLAU, 2009).

A produção mundial desses agentes está concentrada na Europa (75%), devido, principalmente, à maior área com casas-de-vegetação e à tradição da pesquisa europeia em controle biológico. Existe no mercado mundial, especialmente na Europa, um grande número de inimigos naturais disponíveis para uso em cultivos protegidos, dos quais 80% são empregados no controle de pragas em tomate, pepino e pimentão (LADISLAU, 2009).

Atualmente, um dos principais problemas enfrentados na produção de brassicáceas é a ocorrência da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) (DICKSON et al., 1990; ULMER et al., 2002). Dentre os inimigos naturais presentes nos agroecossistemas de brassicáceas, os percevejos predadores do gênero *Orius* foram constatados em diferentes áreas de cultivo, o que favorece a possibilidade de sua utilização como agente de controle biológico de várias espécies de artrópodes-praga nessas culturas (GUEDES, 2006).

Neste contexto, a utilização de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae), como tentativa de controlar *P. xylostella*, pode ser uma alternativa econômica e ecologicamente correta para a redução das populações desta praga.

Esse inimigo natural é um predador generalista que se alimenta de tripes, ácaros, afídeos e ovos de lepidópteros (BUENO, 2009), inclusive de microlepidópteros como a *P. xylostella* (THULER et al., 2007). Este predador pode ser encontrado nos agroecossistemas brasileiros, pode ser utilizado na agricultura orgânica, em cultivos protegidos de plantas ornamentais e hortaliças, e em programas de manejo integrado de pragas (VAN LENTEREN; BUENO, 2003).

Esta espécie de percevejo é muito utilizado nos Estados Unidos e no Canadá, e também no Brasil como agente de controle biológico (VAN LENTEREN; BUENO, 2003; PARRA, 2010). No Brasil, *O. insidiosus* é liberado em cerca de 500 ha de hortaliças e fruteiras, principalmente para o controle de tripes (PARRA, 2010).

Além da utilização do predador *O. insidiosus* como um potencial agente de controle biológico, outra tática de manejo que complementaria o controle de pragas em culturas de brassicáceas é o plantio de variedades resistentes a insetos.

A resistência em plantas de brassicáceas é determinada pelo teor de sinigrina e alcanos presentes nas plantas conferindo-lhe resistência a insetos e doenças (ULMER et al., 2002). As brassicáceas produzem glucosinolatos, resultante do metabolismo secundário, sendo um deles conhecido como sinigrina (2-propenylglucosinolate) que age como mediador químico entre insetos e plantas.

Essas substâncias podem apresentar efeitos de resistência a insetos polifagos como o pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) e a lagarta *Mamestra configurata* (Walker, 1856) (Lepidoptera: Noctuidae), afetando negativamente as suas características biológicas (BODNARYK, 1997). No entanto, pode não afetar algumas espécies com alto grau de especificidade em brassicáceas, como o pulgão *Brevicoryne brassicae* (L., 1758) (Hemiptera: Aphididae) e a lagarta de *P. xylostella,* inclusive em alguns casos, pode ser atrativa para oviposição e alimentação (THULER et al., 2007).

Pouco se sabe sobre a influência que os metabólitos secundários de plantas têm sob os insetos, sendo que os mesmos metabólitos que conferem resistência a planta podem ser atrativos para outros insetos.

Os compostos químicos presentes nas plantas informam a disponibilidade de alimento e fornecem sinais que influenciam o comportamento de forrageamento do inseto (SCHOWALTER, 2000). A orientação de predadores na procura de presas

inclui não só metabólicos secundários de plantas, mas também substâncias fornecidas por insetos fitófagos quando alimentam-se das plantas hospedeiras e substâncias químicas diretamente associadas com o hospedeiro ou presa (GREANY; HAGEN, 1981).

Ainda são necessários estudos para compreender como esses metabólitos de plantas são passados para os diferentes níveis tróficos e como essas substâncias funcionam no processo de exploração de sinais químicos que proporcionam alto grau de detectabilidade e confiabilidade para o predador.

Segundo Schowalter (2000), a orientação em direção aos sinais químicos que indicam o recurso adequado, aumenta a eficiência na aquisição de alimento, assim como a aprendizagem confere habilidade para aumentar a aquisição de recursos como resultado da experiência.

Há evidências de que metabólicos secundários de plantas direta ou indiretamente servem como semioquímicos na sequência de busca de presas por insetos entomófagos (NORDLUND; JONES, 1981).

A presença de predadores em determinado ambiente e o seu efeito sobre a dinâmica populacional da presa depende da habilidade do predador em encontrá-la, da sua densidade e qualidade (COHEN, 1998). Todos esses fatores contribuem para um bom resultado no controle biológico com predadores.

A eficiência do predador *O. insidiosus* como potencial agente de controle biológico já foi estudada por alguns pesquisadores (BUENO, 2009; VAN LENTEREN; BUENO, 2003), no entanto, estudos da interação tritrófica desse predador com a presa *P. xylostella* e as substâncias de defesa em plantas de brassicáceas ainda não foram realizados. Compreender essa interação se torna importante para o manejo de pragas aliando dois métodos de controle, resistência de plantas e controle biológico de insetos, que contribuem diminuindo os impactos ambientais e o risco de intoxicação que os inseticidas químicos proporcionam.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a preferência alimentar do predador *O. insidiosus* pela presa *P. xylostella* que ingeriu sinigrina em laboratório, além de avaliar a taxa de predação e aspectos reprodutivos do predador alimentado com lagartas que ingeriram sinigrina em plantas de couve em casa telada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As criações dos insetos e os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/Unesp), Jaboticabal, SP, Brasil. As criações de *P. xylostella* e de *O. insidiosus*, bem como os experimentos foram conduzidos em salas climatizadas a 25 ± 1ºC, 70 ± 10% de umidade relativa e 14 h de fotofase.

2.1. Plantio de Brassicácea

Vide capítulo 2 item 2.1

2.2. Criação de *Plutella xylostella*

Vide capitulo 2 item 2.2

2.3. Criação de *Orius insidiosus*

Vide capitulo 2 item 2.3

2.4. Criação de *Plutella xylostella* com folhas de couve pulverizadas com sinigrina

Essa criação foi estabelecida para avaliar a preferência de *O. insidiosus* quando as lagartas de *P. xylostella* foram criadas durante varias gerações com folhas de couve pulverizadas com sinigrina.

Para tanto, adultos foram coletados da criação de *P. xylostella* e acondicionados em gaiolas de plástico com duas aberturas horizontais nas laterais, onde uma delas foi coberta com tecido *voile* para promover a aeração, enquanto a outra foi coberta com filme de polietileno (PVC) para o manuseio de discos foliares de couve (8 cm de diâmetro) com posturas. Na parte superior da gaiola foi feito um

orifício de 2,3 cm de diâmetro para inserção dos adultos que foi tampado com uma esponja embebida em solução de mel a 10% (dieta dos adultos). No interior da gaiola foi colocado um copo de acrílico que serviu como suporte ao disco foliar, sendo substrato para oviposição. Um disco de papel filtro foi umedecido e colocado abaixo do disco foliar para manter a turgescência do disco foliar. Diariamente, o disco foliar e o papel filtro com os ovos foram retirados, umedecidos e colocados em placas de Petri (9 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura) onde permaneceram até a eclosão das lagartas, quando então foram transferidas para recipientes de plásticos de 1 L para o desenvolvimento até o estágio de pupa. As lagartas foram alimentadas com folhas de couve coletadas em casas teladas que foram previamente tratadas com solução aquosa de 0,05% de hipoclorito de sódio e posteriormente enxaguadas em água corrente. No caso desta criação, as folhas oferecidas para as lagartas de quarto ínstar foram pulverizadas com solução de sinigrina. A solução foi preparada da seguinte forma: em uma solução aquosa de TWEEN 20® na concentração de 0,05% foi adicionado sinigrina em pó na concentração de 1,6 mg/mL. Portanto, em todas as gerações, as lagartas foram alimentadas com folhas de couve pulverizadas com sinigrina apenas no 4º ínstar. As pupas foram retiradas da folha com auxílio de uma pinça ou um pincel, sendo colocadas em tubos de ensaio de fundo chato, vedado com filme de polietileno e furados com estilete para a aeração. Quando os adultos emergiram foram colocados nas gaiolas para realização das posturas iniciando novo ciclo. A manutenção foi realizada diariamente para a troca dos discos foliares, adição da solução de mel nas gaiolas de adultos, coleta das pupas, troca das folhas de couve oferecidas como alimento às lagartas e limpeza dos recipientes de criação.

2.5. Teste de preferência de *Orius insidiosus* com lagartas de *Plutella xylostella* que ingeriram sinigrina

Para avaliar a preferência do predador, ninfas de 2º, 3º, 4º e 5º ínstares e adultos, foram retirados da criação de *O. insidiosus* e individualizados em tubos Duran tampados com algodão umedecido, por 24h, sendo que nesse período não foi oferecido alimento aos predadores. Decorrido esse período de tempo, um individuo

foi liberado por arena para iniciar os testes de preferência. As arenas foram montadas em placas de Petri de acrílico (14 x 2 cm) vedadas com filme plástico de PVC para evitar a fuga do predador e das lagartas. Folhas de couve foram coletadas da casa telada e foram tratadas com solução aquosa de 0,05% de hipoclorito de sódio por 15 minutos e posteriormente enxaguadas em água corrente. Após secas em temperatura ambiente, foram cortadas em discos de 2 cm de diâmetro. Quatro discos foliares foram dispostos equidistantes na arena, onde dois discos foliares foram pulverizados com sinigrina e dois discos foliares não foram pulverizados (Figura 1). Nos discos foliares pulverizados com sinigrina foram colocadas 5 lagartas de segundo ínstar retiradas da criação de *P. xylostella* alimentadas com folhas de couve pulverizadas com sinigrina e nos discos que não foram pulverizados com sinigrina foram colocadas 5 lagartas de segundo ínstar provenientes da criação de *P. xylostella* sem pulverização de sinigrina. Um papel filtro foi colocado abaixo dos discos foliares para mantê-los turgidos durante as avaliações (Figura 1). Dessa forma foi estabelecido um teste de dupla chance, lagartas que ingeriram sinigrina e lagartas que não ingeriram sinigrina. A solução de sinigrina pulverizada nos discos foliares foi preparada na concentração de 1,6 mg/mL em uma solução de TWEEN 20® a 0,05%. Foram observadas 20 repetições para cada ínstar e para a fase adulta do predador, sendo que após a liberação na arena foram avaliados a preferência e o comportamento durante as primeiras 6h, em que as avaliações feitas com 30, 60, 90, 120, 180, 270 e 360 minutos. O consumo foi avaliado após 24h do início do teste.

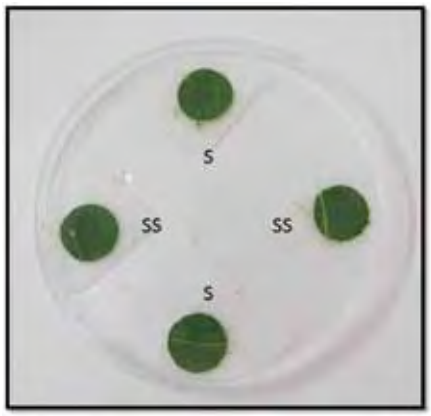

Figura 1. Arena utilizada para os testes de preferência, onde: S = disco foliar pulverizado com solução de sinigrina e SS = discos foliares sem pulverização.

2.6. Teste de preferência de *Orius insidiosus* após efeito da experiência prévia sob o consumo da presa *Plutella xylostella* alimentada com sinigrina

Ninfas de 2°, 3º, 4º e 5º ínstares e adultos foram retirados da criação de *O. insidiosus* e individualizados em tubos Duran, tampados com algodão úmido por 24h; nesse período não foi oferecido alimento. Em uma placa de Petri (6 cm de diâmetro × 2 cm de altura) foram colocados algodão hidrófilo umedecido, um disco foliar de couve pulverizado com sinigrina e 5 lagartas de segundo ínstar provenientes da criação de *P. xylostella* alimentadas com folhas de couve pulverizadas com sinigrina. Os predadores individualizados nos tubos Duram foram colocados na placa de Petri onde se alimentaram dessas lagartas até liberarem a exúvia; dessa forma o predador se alimentou de lagartas que ingeriram sinigrina durante o ínstar anterior ao ser liberado na arena para o teste de preferência.

A arena foi semelhante àquela estabelecida no teste de preferência de *O. insidiosus* com lagartas de *P. xylostella* que ingeriram sinigrina, e os discos foliares foram dispostos da mesma forma resultando em dupla chance de escolha (Figura1). Após ser liberado na arena foram avaliados a preferência alimentar e o comportamento durante as primeiras 6h, em que as avaliações foram feitas com 30, 60, 90, 120, 180, 270 e 360 min. O consumo foi avaliado 24h do início do teste. Foram observadas 20 repetições para cada ínstar e para a fase adulta do predador.

2.7. Teste em casa telada

Para a realização do teste, gaiolas de 3 cm de diâmetro por 1,5 cm de altura foram presas por uma estrutura metálica semelhante a um prendedor, que fixava a armadilha na folha evitando a fuga do predador e das lagartas. A base da armadilha foi retirada e colada uma tela de *voile* para promover a aeração (Figura 2).

Os predadores foram retirados da criação e ao se tornarem adultos foram separados por sexo para formação de casais. O dimorfismo sexual foi realizado observando os últimos segmentos abdominais, em que as fêmeas apresentam ovipositor alongado e os machos apresentam esses segmentos abdominais em formato de caracol (Figura 3) (NICOLI; TOMMASINI, 1996). Foi acondicionado um

casal por gaiola e 10 lagartas de *P. xylostella* de segundo ínstar foram oferecidas aos predadores, posteriormente a gaiola foi fixada na folha de couve diretamente nas plantas com idade de 60 dias (Figura 2). As plantas foram mantidas em vasos de 5 L em casa telada.

Para avaliar os aspectos reprodutivos do predador, foi colocada na gaiola uma inflorescência de picão-preto (*Bidens pilosa* L.) para a oviposição. As inflorescências foram coletadas em campo e tratadas com solução aquosa de 0,05% de hipoclorito de sódio por 15 minutos e posteriormente enxaguadas em água corrente. Cada inflorescência foi envolvida no pedúnculo floral por um algodão hidrófilo umedecido para manter a turgescência. Diariamente as inflorescências foram trocadas e novas lagartas adicionadas; a cada avaliação as gaiolas foram colocadas em folhas diferentes. Foram observadas 20 repetições. Os tratamentos foram: predadores que se alimentaram de lagartas que ingeriram sinigrina e predadores que se alimentaram de lagartas que não ingeriram sinigrina. Foram avaliados o consumo de presas, a longevidade dos machos e das fêmeas, o número de ovos por fêmea e a viabilidade dos ovos.

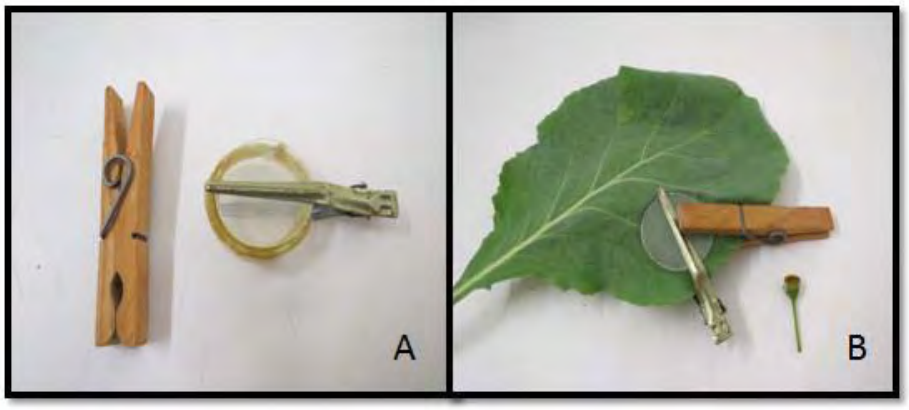

Figura 2. (A) Gaiola e acessório para fixar a gaiola na planta de couve; (B) fixação da gaiola na planta contendo uma inflorescência de picão-preto como substrato de oviposição.

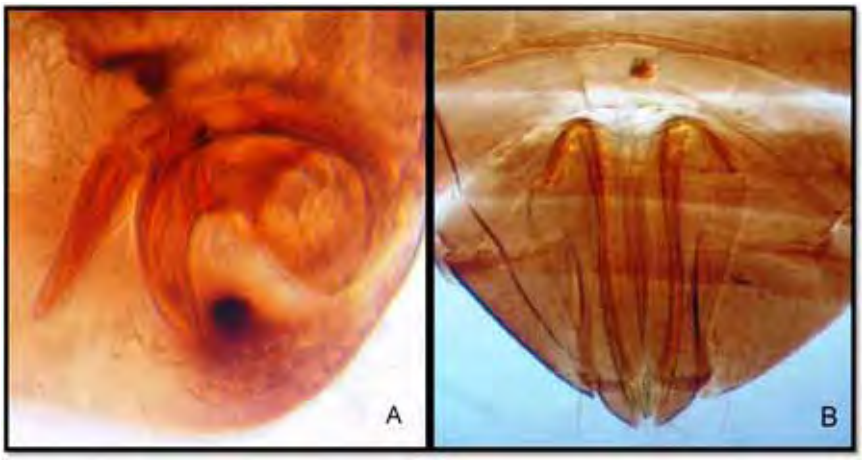

Figura 3. Dimorfismo sexual de *Orius insidiosus* representados pelos últimos segmentos abdominais: (A) macho com segmento em formato de caracol e (B) fêmeas com um ovipositor alongado. Foto: A. M. Vacari

2.8. Análises dos dados

Para o experimento de casa telada, o delineamento experimental foi em blocos casualizados. Verificou-se a hipótese de normalidade dos dados utilizando o teste de Kolmogorov. Em seguida, foi aplicado o teste t de Student (Proc TTEST) para comparação das médias a 5% de probabilidade. Para os experimentos de chance de escolha, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os dados de frequência do número de presas consumidas foram analisados usando o Proc FREQ e interpretados pelo resultado do teste do qui-quadrado, considerando lagartas que ingeriram sinigrina ou que não ingeriram. Todas as análises foram realizadas utilizando o software SAS Institute (2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Preferência de *Orius insidiosus* com lagartas de *Plutella xylostella* que ingeriram sinigrina

No segundo ínstar os predadores apresentaram preferência por lagartas que ingeriram sinigrina, sendo que 60% destas presas foram consumidas (χ^2 = 1,85; GL = 1; *P* = 0,0017). No terceiro (χ^2 = 6,10; GL = 1; *P* = 0,0135) e quarto ínstares (χ^2 = 4,84; GL = 1; *P* = 0,0277) os predadores preferiram lagartas que não ingeriram sinigrina (Figura 4). No quinto ínstar não houve preferência (χ^2 = 2,02; GL = 1; *P* = 0,1552), no entanto, na fase adulta os predadores preferiram lagartas que ingeriram sinigrina (χ^2 = 2,78; GL = 1; *P* = 0,0094), demonstrando que a sinigrina foi um atrativo alimentar para o predador nesta fase (Figura 4).

Os resultados obtidos mostraram que no terceiro e quarto ínstares as lagartas que se alimentaram de sinigrina não foram atrativas para as ninfas do predador *O. insidiosus*, possivelmente pelo efeito cumulativo de glucosinolatos na presa .

Deve ser levado em consideração que a lagarta especialista *P. xyllostella* assim como o pulgão especialista *B. brassicae*, usa os glucosinolatos produzidos pelas brassicáceas como um indicativo para alimentação, e sequestra essas substâncias das plantas hospedeiras para utilizar contra seus inimigos naturais (FRANCIS et al., 2001; GABRYS; TJALLINGII, 2002; KAZANA et al, 2007; PRATT et al., 2008; KOS et al., 2011). O pulgão especialista contém uma mirosinase endógena, que é diferente da mirosinase encontrada nas plantas, mas assim como nos vegetais, são armazenadas separadamente dos glucosinolatos (JONES et al., 2001; FRANCIS et al., 2002). Ao ataque do predador, os glucosinolatos sequestrados são degradados pela mirosinase do pulgão, resultando na formação de produtos tóxicos. A presença da mirosinase em *P. xylostella* ainda não foi comprovada, no entanto, sabe-se que esse inseto especialista possui o mesmo mecanismo de sequestro de glucosinolatos que possivelmente utiliza para sua autodefesa contra predadores tornando-se presas não atrativas.

Efeitos negativos deste sequestro de glucosinolatos pelos herbívoros também foram relatados para predadores de pulgões, como joaninhas e crisopídeos (FRANCIS et al., 2001; KAZANA et al., 2007; PRATT et al., 2008; CHAPLIN-KRAMER et al., 2011; KOS et al., 2011).

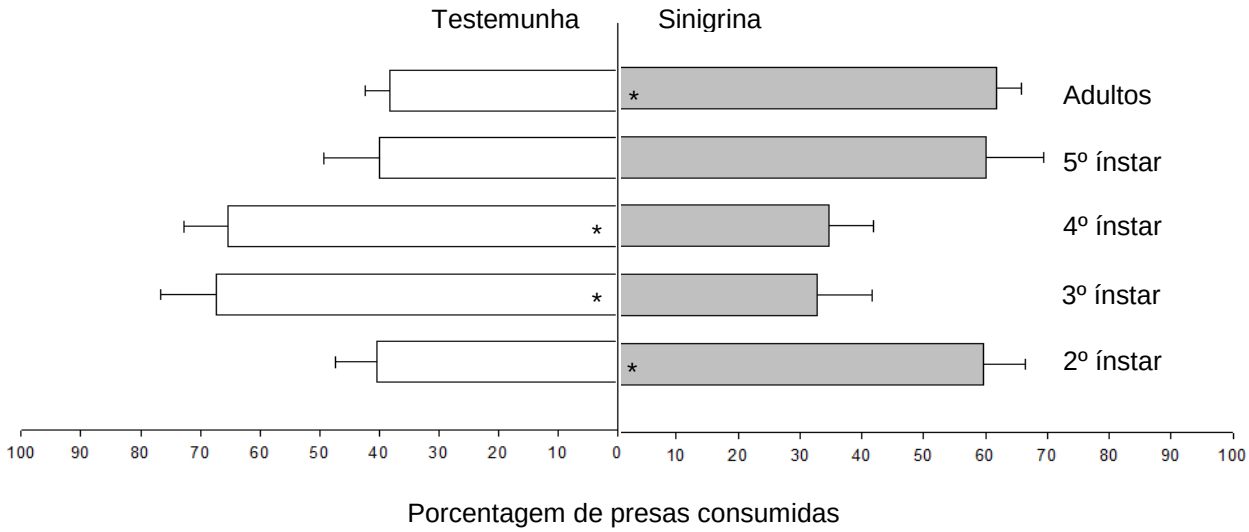

Figura 4. Porcentagem de escolha pelo predador *Orius insidiosus* entre lagartas de *Plutella xylostella* de que ingeriram ou não sinigrina. (* indica diferença pelo teste do qui-quadrado P < 0,05; o erro da barra é o EP).

Em outros estudos Kos et al. (2012) avaliaram a preferência de oviposição do predador *Episyrphus balteatus* DeGeer (Diptera: Syrphidae) em plantas de *Arabidopsis thaliana* (Brassicaceae) originária de diferentes locais que produziram diferentes concentrações de glucosinolatos. Esses autores constataram que plantas com maior emissão de voláteis resultante da degradação de glucosinolatos tiveram efeito repelente no predador. Ainda sobre o mesmo estudo, em contraste com o predador *E. balteatus*, os parasitoides *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hymenoptera: Braconidae) preferiram plantas com maior emissão de produtos voláteis. Outros autores relatam que esse parasitoide é atraído por plantas hospedeiras que emitem esses voláteis (BRADBURNE; MITHEN, 2000; BLANDE et al., 2007)

De modo geral, os predadores no segundo ínstar e os adultos preferiram presas que ingeriram sinigrina. É interessante ressaltar que os adultos de *O.*

insidiosus preferiram se alimentar de lagartas que ingeriram sinigrina apresentando maior porcentagem de consumo, assim como no capítulo anterior (Capítulo 2 item 3.2) em que os predadores também consumiram maior número de lagartas que ingeriram sinigrina. Estes resultados demonstram que o predador adulto é influenciado pela sinigrina, consumindo mais presas que se alimentam de plantas pulverizadas com essa substância.

Essa relação positiva entre a presença de sinigrina e o consumo do predador é um fato relevante para o manejo de *P. xylostella* em culturas de brassicáceas.

3.2. Preferência de *Orius insidiosus* após efeito da experiência prévia com *Plutella xylostella* alimentadas com singrina

No terceiro ínstar de *O. insidiosus*, os predadores preferiram consumir lagartas que não ingeriram sinigrina (χ^2 = 1,54; GL = 1; *P* = 0,0021) (Figura 5). Nos ínstares seguintes (quarto instar: χ^2 = 0,19; GL = 1; *P* = 0,6584; quinto instar: χ^2 = 1,39; GL = 1; *P* = 0,2370) e na fase adulta (χ^2 = 0,94; GL = 1; *P* = 0,3321), os predadores não apresentaram preferência por lagartas que ingeriram ou não sinigrina (Figura 5).

Neste caso, após experiência prévia com presas que ingeriram sinigrina, os predadores não apresentaram preferência, exceto no terceiro ínstar. Neste ínstar, os predadores consumiram menor quantidade de presas que ingeriram sinigrina, portanto a sinigrina não foi um atrativo alimentar para o predador.

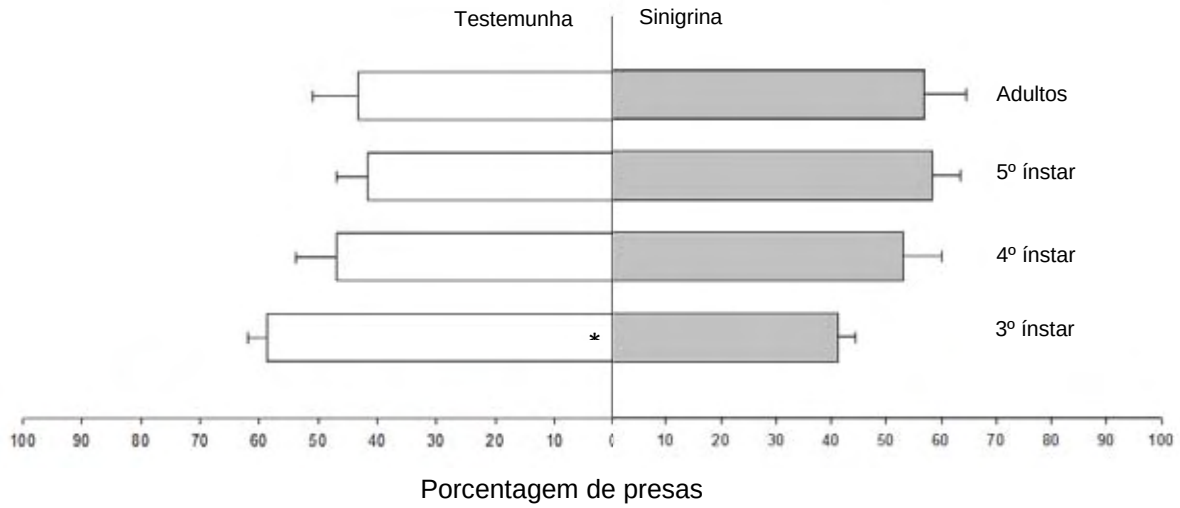

Figura 5. Porcentagem de escolha por *Orius insidiosus* com experiência prévia com sinigrina, entre lagartas de *Plutella xylostella* que ingeriram ou não sinigrina (* indica diferença pelo teste do qui-quadrado P < 0,05; o erro da barra é o EP).

Para a espécie *Orius majusculus* (Reuter) (Hemiptera: Anthocoridae), o contato anterior com a presa fez com que ele se orientasse mais rapidamente em direção a essa presa em experiência seguinte (YAN, 1997). O tempo de manuseio da presa por *O. insidiosus*, quando a presa foi o tripes *Caliothrips phaseoli* (Hood, 1912) (Thysanoptera: Thripidae), diminuiu com o aumento do volume corporal das ninfas durante o desenvolvimento, talvez porque em tamanho maior elas tenham maior facilidade em manusear a presa ou porque pode ter ocorrido um processo de aprendizagem com o decorrer do crescimento dos insetos (MENDES; BUENO, 2001).

O consumo prévio de presas que ingeriram sinigrina não influenciou na escolha de presas no teste de preferência. No entanto, Schowalter (2000) relatou que a orientação em direção aos sinais indicadores de recurso adequado aumentou a eficiência de aquisição de alimento, assim como a aprendizagem conferiu habilidade para aumentar a aquisição de recursos como resultado da experiência.

Schoonhoven et al. (2005) ressalta que a modificação do comportamento de seleção como resultado de experiência prévia pode levar a tomada de decisão mais

rápida ou a mudanças na preferência, mas a sequência de eventos permanece a mesma.

3.3. Casa telada

Quando os aspectos biológicos do predador *O. insidiosus* foi avaliado em casa telada os resultados mostraram que a sinigrina teve um efeito negativo no consumo e na longevidade de machos e fêmeas (Tabela 1).

As lagartas de *P. xylostella* criadas durante várias gerações em folhas de couve com pulverização de sinigrina foram menos consumidas pelo predador, em média de 101,5 lagartas, enquanto que o consumo de lagartas criadas em folhas de couve sem aplicação de sinigrina foi de 181,6 (t = -4,61; GL = 38; P < 0,0001).

O número de ovos por fêmea de *O. insidiosus* (t = -1,35; GL = 38; P = 0,1871) não apresentou diferença significativa. A média do número de ovos foi de 20,3 e 14,8 por fêmea na testemunha e no tratamento com sinigrina, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Características biológicas de *Orius insidiosus* predando lagartas de *Plutella xylostella* que ingeriram sinigrina em ambiente de casa telada.

Características biológicas	Testemunha	Sinigrina
Consumo	181,6 ± 15,77*[1]	101,5 ± 7,25
Longevidade de machos (dias)	25,0 ± 2,17*	13,6 ± 1,24
Longevidade de fêmeas (dias)	25,5 ± 2,56*	14,8 ± 1,39
Ovos por fêmea	20,3 ± 3,34	14,8 ± 2,24

[1]médias ± erro padrão seguida; * indica diferença pelo teste t (P < 0,05).

De acordo com Pratt et al. (2008), quando pulgões foram alimentados com *Brassica nigra* L., a porcentagem de sobrevivência do predador *Adalia bipunctata* (L., 1758) (Coleoptera: Coccinellidae) foi de 90% quando alimentado com o pulgão *M. persicae* e 0% quando alimentado com *B. brassicae.* A aparente adequação do generalista *M. persicae* como fonte de alimento para *A. bipunctata* pode refletir o fato de que esta espécie de afídeo, embora capaz de colonizar crucíferas, não acumula

glucosinolatos (WEBER et al., 1986). Confirmando os achados anteriores de Francis et al. (2001) que afirmaram que a sobrevivência de larvas de *A. bipunctata* alimentadas com *B. brassicae* pode ser afetada pela espécie de crucífera que os pulgões foram criados.

Bodnaryk (1997) e Cole (1997) afirmaram que a sinigrina presente em cultivares de brassicáceas, mesmo em baixos níveis, pode influenciar negativamente insetos polífagos como o pulgão *M. persicae*, mas pode não afetar algumas espécies, especialistas de crucíferas, como o pulgão *B. brassicae* e o lepidóptero *P. xylostella.*

A longevidade dos machos de *O. insidiosus* foi reduzida por aproximadamente 11 dias, quando consumiram lagartas que foram criadas com folhas de couve após aplicação de sinigrina, apresentando 13,6 dias e 25,0 dias de longevidade, quando consumiram lagartas que ingeriram ou não sinigrina, respectivamente (t = -4,55; GL = 38; P < 0,0001) (Tabela 1).

A longevidade das fêmeas de *O. insidiosus* também foi menor quando os predadores consumiram lagartas que foram criadas em folhas de brassicáceas com aplicação de sinigrina (t = -3,69; GL = 38; P = 0,0007). Fêmeas do predador sobreviveram aproximadamente 25,5 dias no tratamento testemunha e 14,8 dias no tratamento com sinigrina (Tabela 1).

Pratt et al. (2008) constataram que a acumulação de sinigrina e produção de isotiocianato de alilo, por *B. brassicae* afetou negativamente o desempenho do predador *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) pelo desenvolvimento mais lento.

Outros autores Kos et al. (2012) ao avaliarem o desempenho do predador *E. balteatus* em diferentes ecotipos de *A. thaliana* constataram que o tempo de desenvolvimento do predador foi menor quando ele se alimentou de presas que foram criadas em plantas com maiores concentrações de glucosinolatos.

O predador *O. insidiosus* demonstrou ter boas características como agente de controle biológico, no entanto, na presença da sinigrina alguns aspectos biológicos foram afetados negativamente como o consumo de lagartas, a longevidade de machos e fêmeas.

Embora tenham sido geradas muitas expectativas para o uso de voláteis induzidos de plantas na agricultura, estudos ainda são necessários para se estabelecer uma estratégia efetiva em campo (TURLINGS; TON, 2006; ARAB; BENTO, 2006; COOK et al., 2007).

Outros testes podem ser realizados para descobrir os efeitos do emprego de semioquímicos com benefício de atrair insetos benéficos para área, contribuindo assim para a otimização do controle biológico de pragas agrícolas.

4. CONCLUSÃO

A sinigrina influencia na seleção da presa por *O. insidiosus*, o predador adulto prefere lagartas que ingeriram sinigrina. A experiência prévia com a sinigrina não influencia na preferência dos predadores, no entanto, a sinigrina apresenta efeitos não desejáveis aos predadores como agentes de controle biológico em ambientes protegidos como casa telada. Outros estudos devem ser feitos para avaliar os possíveis fatores que interferem no processo de predação em casa telada.

5. REFERÊNCIAS

ARAB, A.; BENTO, J. M. S. Plant volatiles: new perspectives for research in Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 151-158. 2006.

BLANDE, J. D.; PICKETT, J. A.; POPPY, G. M. A comparison of semiochemically mediated interactions involving specialist and generalist Brassica-feeding aphids and the braconid parasitoid *Diaeretiella rapae*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 33, n. 1, p. 767-779, 2007.

BODNARYK, R. P. Will low-glucosinolate cultivar of the mustards *Brassica juncea* and *Sinapis alba* be vulnerable to insect pests? **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 77, n. 2, p. 283-287, 1997.

BRADBURNE, R. P.; MITHEN, R. Glucosinolate genetics and the attraction of the aphid parasitoid *Diaeretiella rapae* to Brassica. **Proceedings of the Royal Society London B Biological Sciences**, London, v. 267, n. 1, p. 89-95, 2000.

BRITO, J. P. **Aspectos biológicos e taxa de consumo de *Orius insidiosus (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae)* predando *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae)**. 2009. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2009.

BUENO, V. H. P. Desenvolvimento e criação massal de percevejos predadores *Orius*. In: _____. **Controle biológico de pragas**: produção massal e controle de qualidade. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2009. p. 33-72.

CARVALHO, J. S.; DE BORTOLI, S. A.; THULER, R. T.; GOULART, R. M.; VOLPE, H. X. L. Efeito de sinigrina aplicada em folhas de brássicas sobre características biológicas de *Pluetlla xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 15-20, 2010.

CHAPLIN-KRAMER, R.; KLIEBENSTEIN, D. J.; CHIEM, A.; MORRILL, E.; MILLS, N. J.; KREMEN, C. Chemically mediated tritrophic interactions: opposing effects of glucosinolates on a specialist herbivore and its predators. **Journal Applied Ecology**, Oxford, v. 48, n. 4, p. 880-887, 2011.

COHEN, A. C. Biochemical and morphological dynamics and predatory feeding habitats in terrestrial heteroptera. In: COLL, M.; RUBERSON, J. R. (Ed.). **Predatory Heteroptera:** their ecology and use in biological control. Lanham: Thomas Say, 1998. p. 21-32.

COLE, R. A. The relative importance of glucosinolates and amino acids to the development of two aphid pests *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* on wild and cultivated brassica species. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Netherlands, v. 85, n. 2, p. 121-133, 1997.

COOK, A. M.; KAHAN, Z. R.; PICKETT, J. A. The use of push-pull strategies in integrated pest management. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 52, p. 57-80, 2007.

DE BORTOLI S. A.; VACARI, A. M.; POMARI, A. F.; VEIGA, A. C. P.; VOLPE, H. X. L.; MAGALHÃES, G. O.; MAEDA, J. M. Produção de insetos: da base à biofábrica. In: BUSOLI, A. C.; FRAGA, D. F.; SANTOS, L. C.; ALENCAR, J. R. D. C.;

GRIGOLLI, J. F. J.; JANINI, J. C.; SOUZA, L. A.; VIANA, M. A.; FUNICHELLO, M. **Tópicos em entomologia agrícola IV**. Jaboticabal: Gráfica e Editora Multipress, 2011. p. 95-116.

DICKSON, M. H.; SHELTON, A. M.; EIGENBRODE, S. D.; VAMOSY, M. L.; MORA, M. Selection for resistance to diamondback moth (*Plutella xylostella*) in cabbage. **Hortscience**, New York, v. 25, n. 12, p. 1643-1646, 1990.

FRANCIS, F.; LOGNAY, G.; WATHELET, J. P.; HAUBRUGE, E. Characterisation of aphid myrosinase and degradation studies of glucosinolates. **Archives Insect Biochemitry and Physiology**, Foster, v. 50, n. 4, p.173-182, 2002.

FRANCIS, F.; LOGNAY, G.; WATHELET, J. P.; HAUBRUGE, E. Effects of allelochemicals from first (Brassicaceae) and second (Myzus persicae and Brevicoryne brassicae) trophic levels on *Adalia bipunctata*. **Journal Chemical Ecology**, New York, v. 27, n. 2, p. 243-256, 2001.

GABRYS, B.; TJALLINGII, W. F. The role of sinigrin in host plant recognition by aphids during initial plant penetration. **Entomologia Experimentalis Applicata**, Amsterdan, v. 104, n. 1, p. 89-93, 2002.

GREANY, P. D.; HAGEN, K. S. Prey selection. In: NORDLUND, D. A.; JONES, R. L.; LEWIS, W. J. (Ed.). **Semiochemicals**: their role in the pest control. New York: Wiley, 1981. p. 121-135.

GUEDES, I. V. **Resposta funcional e numérica do predador *Orius insidiosus* (Say., 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) com diferentes presas.** 2006. 69 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2006.

JONES, A. M. E.; BRIDGES, M.; BONES, A. M.; COLE, R.; ROSSITER, J. T. Purification and characterisation of a non-plant myrosinase from the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* (L.). **Insect Biochemistry and Molecular Biology Journal**, Oxford, v. 31, n. 1, p.1–5, 2001.

KAZANA, E.; POPE, T. W.; TIBBLES, L.; BRIDGES, M.; PICKETT, J. A.; BONES, A. M.; POWELL, G.; ROSSITER, J. T. The cabbage aphid: a walking mustard oil bomb. **Proceedings of the Royal Society London B: Biological Sciences**, London, v. 274, n. 1623, p. 2271-2277, 2007.

KOS, M.; HOUSHYANI, B.; ACHHAMI, B. B.; WIETSMA, R.; GOLS, R.; WELDEGERGIS, B. T.; KABOUW, P.; BOUWMEESTER, H. J.; VET, L. E. M.; DICKE, M.; VAN LOON, J. J. A. Herbivore-mediated effects of glucosinolates on different natural enemies of a specialist aphid. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 38, n. 1, p. 100-115, 2012.

KOS, M.; KABOUW, P.; NOORDAM, R.; HENDRIKS, K.; VET, L. E. M.; VAN LOON, J. J. A.; DICKE, M. Prey-mediated effects of glucosinolates on aphid predators. **Ecological Entomology**, London, v. 36, n. 3, p. 377-388, 2011.

LADISLAU, D. E. O. **Controle biológico de pragas e seu uso em cultivos protegidos**. [S.l: s.n.], nov. 2009. Disponível em: <http://mundoorgnico.blogspot.com.br/2009/11/controle-biologico-de-pragas-e-seu-uso.html. Acesso em: 01 out. 2012.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P. Biologia de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) alimentado com *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysonoptera: Thripidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 423-428, 2001.

NICOLI, G.; TOMMASINI, M. G. *Orius laevigatus*. **Informatore Fitopatológico,** Tokyo, v. 4, p. 21-26, 1996.

NORDLUND, D. A.; JONES, R. L. Semiochemicals: their role in pest control. NORDLUND, D. A. (Ed). New York: John Wiley and Sons, 1981.

PARRA, J. R. P. Egg parasitoids commercialization in the new world. In: CONSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, 2010. p. 373-388

PRATT, C.; POPE, T. W.; POWELL, G.; ROSSITER, J. T. Accumulation of glucosinolate by the cabbage aphid Brevicoryne brassicar as a defense against two

coccinellid species. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 34, n. 3, p. 323-329, 2008.

SAS Institute. **SAS/STAT user's guide**. Version 8.02, TS level 2MO. Cary, 2002.

SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, L. J. A.; DICKE, M. (Ed.). **Insect-plant biology**. Oxford: University Press, 2005. 397 p.

SCHOWALTER, T. D. **Insect Ecology**: an ecosystem approach. London: Academic Press, 2000. 483 p.

THULER, R. T.; DE BORTOLI, S. A.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. Classificação de cultivares de brássicas com relação a resistência a traça-das-crucíferas e a presença de glucosinolatos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira***,* Brasilia, DF, v. 42, n. 4, p. 467-474, 2007.

TURLINGS, T. C. J.; TON, J. Exploiting scents of distress: the prospect of manipulating herbivore-induced plant odors to enhance the control of agricultural pests. **Current Opinion Plant Biology**, London, v. 9, n. 4, p. 421-427, 2006.

ULMER, B.; GILLOTT, C.; WOODS, D.; ERLANDSON, M. Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), feeding and oviposition preferences on glossy and waxy *Brassica rapa* (L.) lines. **Crop Protection**, Guildford, v. 21, n. 4, p. 327-331, 2002.

VAN LENTEREN, J. C.; BUENO, V. H. P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **BioControl**, Dordrecht, v. 48, n. 2, p. 123-139, 2003.

YAN, H. **Aprentissage et preddation chez *Orius majusculus* (Reuter) (Heteroptera: Anthocoridae) "Aproche comportamentale"**. 1997. 161 f. Tese - Universite Paul Sabatier de Tolouse, Tolouse, 1997.

WEBER, G., OSWALD, S., ZOLLNER, U. Suitability of rape cultivars with different glucosinolate content for *Brevicoryne brassicae* (L.) and *Myzus persicae* (Sultzer) (Hempitera, Aphididae). **Journal Plants Diseases Protection,** v. 93, n. 2, p. 113–124. 1986

CAPÍTULO 4 - Considerações finais

A olericultura comercial deve ser encarada como agronegócio e é imprescindível não se perder de vista o objetivo principal do produtor: a maior rentabilidade possível, evitando efeitos danosos à sanidade de seus produtos aliada com a preservação do ambiente (FILGUEIRA, 2008).

Para tanto, métodos alternativos de controle de pragas merecem cada vez mais estudos, principalmente o controle biológico e a resistência de plantas, como um dos métodos mais importantes para a agricultura orgânica.

Sendo as brassicáceas de grande importância dentre as hortícolas, esse trabalho buscou estudar novas alternativas de controle para a *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), um inseto-praga especialista destas plantas.

O predador *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) foi influenciado por um composto emitido pelas brassicáceas no momento em que seus tecidos vegetais foram danificados. Esse composto é a sinigrina, que ao ser hidrolisada se torna tóxico para alguns insetos. Portanto, essa substância pode ser considerada como um fator de resistência de planta.

Nossos estudos avaliaram a influência da sinigrina sobre *O. insidiosus* quando (1) o predador teve contato direto com a sinigrina (2) o predador se alimentou de lagartas que consumiram sinigrina, (3) a preferência do predador por presas que ingeriram sinigrina, (4) experiência prévia e preferência com a sinigrina por presas que ingeriram a substância e (5) os aspectos reprodutivos do predador em casa telada. No entanto, os resultados obtidos mostraram que ainda são necessárias novas pesquisas na área.

O contato direto com a sinigrina não influenciou negativamente no desenvolvimento do predador, mas quando foram alimentados com lagartas que ingeriram a substância, o consumo na fase adulta e a fertilidade dos mesmos aumentaram. Os predadores adultos preferiram lagartas que ingeriram sinigrina que lagartas que não ingeriram, porém a experiência previa com a substância, de modo geral, não influenciou na preferência das próximas presas. Os aspectos reprodutivos do predador avaliados em casa telada foram prejudicados quando consumiram presas que ingeriram sinigrina. No entanto, ainda são necessários estudos para avaliar as possíveis causas para o baixo desempenho do predador em casa telada.

De forma geral, esses resultados são importantes, pois estudos da influência da sinigrina nas características biológicas e da preferência do predador em laboratório e as características biológicas do adulto em casa telada, servirão de base para novas pesquisas e assim, mais informações podem ser acrescentadas para o controle dessa praga.

REFERÊNCIAS

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 421 p.