

ROBERTA LEME DOS SANTOS

**ALTERNATIVAS PARA O MANEJO DO PERCEVEJO-MARROM-
DA-SOJA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2017

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

S237a Santos, Roberta Leme dos, 1980-
2017 Alternativas para o manejo do percevejo-marrom-da-soja /
Roberta Leme dos Santos. – Viçosa, MG, 2017.
v, 59f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Carlos Siqueyuki Sedyama.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Percevejo (Inseto). 2. Percevejo-marrom. 3. Soja -
Doenças e pragas. 4. Caulim. 5. Pulverização. I. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de
Pós-graduação em Fitotecnia. II. Título.

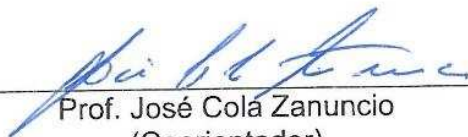
CDD 22 ed. 595.754

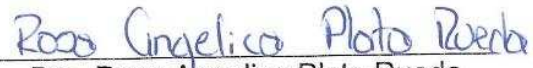
ROBERTA LEME DOS SANTOS

**ALTERNATIVAS PARA O MANEJO DO PERCEVEJO-MARROM-
DA-SOJA**

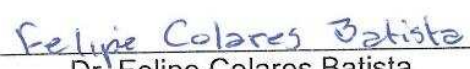
Tese apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia, para obtenção do título de
Doctor Scientiae.

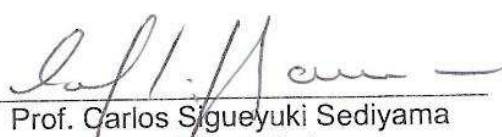
APROVADA: 31 de julho de 2017.


Prof. José Colá Zanuncio
(Coorientador)


Dra. Rosa Angelica Plata Rueda


Dr. Wagner Faria Barbosa


Dr. Felipe Colares Batista


Prof. Carlos Siqueyuki Sedyama
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

À minha família que sempre me trouxe motivos de alegria e nunca deixou de acreditar e dar suporte a mim, especialmente Clelio, Taís, Alexandre, Fafá, Leticia, Patricia e Benildo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia pela possibilidade de realização do curso.

Ao meu orientador, professor Carlos Siqueyuki Sediya, pelo apoio, consideração, ensinamentos técnicos e sabedoria transmitidos.

Aos meus coorientadores, professor José Cola Zanuncio pela prestatividade e agilidade nas correções dos textos, e professor Raul Narciso Carvalho Guedes pelos ensinamentos e por ter oferecido seu laboratório e todo suporte sempre que precisei.

Aos professores e pesquisadores, Dr. José Cola Zanuncio, Dra. Rosa Angelica Plata Rueda, Dr. Felipe Colares Batista e Dr. Wagner Faria Barbosa por terem aceitado fazer parte da banca de defesa de tese e pela pertinência das correções propostas.

Ao professor Mauri Martins Teixeira e aos colegas do Departamento de Engenharia Agrícola André Quirino e Ronaldo Madureira pela colaboração que permitiu a execução dos experimentos com caulim.

Aos amigos e colegas, especialmente, Aline Francês, Ana Flávia Gomes, Angelica Plata, Conrado Denadai, Débora Lima, Edmar Tuelher, Felipe Colares, Gabryele Ramos, Isabel Moreira, Jamile Cossolin, Katherine Pérez, Kleber Pereira, Larine Paiva, Leonardo Turchen, Lírio Cosme, Lorena Lisbetd, Lucas Braga, Maria Luiza Rena, Mateus Campos, Mayra Ruiz, Nathália Cardozo, Nathaly Castellanos, Nelsa Guedes, Rafael Coelho, Wagner Barbosa, Wagner Melo, Vinícius D'Ávila, e tantas outras pessoas de valor, que talvez eu não tenha mencionado, mas que muito contribuíram direta ou indiretamente, para tornar minha formação acadêmica, profissional e experiência de vida na UFV e cidade de Viçosa, agregadoras!

Aos funcionários da Fitotecnia e Entomologia da UFV, sr. Antônio, sr. Bernardino, sr. Cupertino, sr. José Custódio, sr. Manoel e sr. Paulo Paiva pela prestatividade, atenção, suporte material e aprendizado proporcionados durante a execução de atividades operacionais no campo, na casa de vegetação e setores anexos aos laboratórios.

Às secretárias do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia Lídia Nara Alves Nunes, Tatiani Gomes Gouvea e Rafaela Alves que sempre foram muito solícitas e gentis em todo atendimento aos pedidos de documentos e esclarecimento de dúvidas.

SUMÁRIO

Resumo	iv
Abstract	v
Introdução	1

CAPÍTULO I – COBERTURA E DEPOSIÇÃO DE PULVERIZAÇÃO HIDRÁULICA DE CAULIM NA SOJA

Resumo	18
Abstract	19
Introdução	20
Material e métodos	21
Resultados.....	26
Discussão	33
Conclusão.....	35

CAPÍTULO II - *TRISSOLCUS BROCHYMENAE* PARASITA DIFERENTES PERCEVEJOS: ONÍVORO “PREDADOR” E HERBÍVORO “PRAGA”

Resumo	38
Abstract	39
Introdução	40
Material e métodos	42
Resultados.....	46
Discussão	53
Conclusão	56

RESUMO

SANTOS, Roberta Leme dos, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2017. **Alternativas para o manejo do percevejo-marrom-da-soja.** Orientador: Carlos Sigueyuki Sedyama. Coorientadores: Raul Narciso Carvalho Guedes e José Cola Zanuncio.

A soja destaca-se como uma das culturas de maior importância econômica para o agronegócio brasileiro. Seu sistema de cultivo é empresarial, predominantemente em monocultivo, altamente tecnificado e com emprego de grandes extensões de terra. Maior taxa de remuneração possível é desejável no investimento agrícola e os inseticidas, como fator redutor, representam até 18, 6% dos custos da lavoura de soja. A conservação e promoção da diversidade biológica é eminente no manejo sustentável dos agroecossistemas e deve ser considerada num empreendimento agrícola. Investimentos direcionados à eficiência econômica, emprego de ciência e tecnologia são necessários para se desenvolver métodos de manejo menos agressivos ao meio ambiente, da mesma forma que acontece com o desenvolvimento de produtos convencionais químicos e que por isso dominam o mercado. Esse trabalho foi iniciado com uma introdução geral sobre alternativas de manejo de pragas e com enfoque no percevejo-marrom-da-soja. Dois métodos inseticidas não convencionais são abordados para esse sugador: o caulim e o controle biológico. O caulim é uma argila aplicável sob a forma de suspensão aquosa, que confere proteção física à planta. É relativamente inócuo ao ser humano e ao meio ambiente. As propriedades inseticidas desse mineral e os aspectos da pulverização nas plantas foram discorridos. O controle biológico apresentado é realizado com uma pequena “vespa” parasitoide de ovos de percevejo, polífaga, nativa, encontrada em campos de soja e que é ainda um pouco negligenciada no Brasil. Os estudos foram organizados em dois capítulos: i. Estudos de pigmento traçador associados ao caulim, tipos de pontas e velocidades de trabalho na pulverização hidráulica do caulim; ii. Características biológicas do parasitoide *Trissolcus brochymenae* no parasitismo de ovos de *Euschistus heros* e desempenho em parasitismo, escolha e resposta funcional do parasitoide na praga alvo (*E. heros*) comparado ao outro hospedeiro, o predador *Podisus nigrispinus*.

ABSTRACT

SANTOS, Roberta Leme dos, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2017. **Alternatives in the management of brown soybean stink bug.** Adviser: Carlos Sigueyuki Sedyama. Co-advisers: Raul Narciso Carvalho Guedes and José Cola Zanuncio.

Soybeans stand out as one of the most economically important crops for Brazilian agribusiness. Its cultivation system is entrepreneurial, predominantly monoculture, highly technified and employing large tracts of land. The highest possible remuneration rate is desirable in agricultural investment and insecticides, as a reducing factor, account for up to 18.6% of the costs of soybean farming. The conservation and promotion of biological diversity is eminent in the sustainable management of agroecosystems and should be considered in an agricultural enterprise. Investments aimed at economic efficiency, employment of science and technology are necessary to develop methods of management less aggressive to the environment, as with the development of conventional chemical products and therefore dominate the market. This work was started with a general introduction about alternatives to pest management and with a focus on the soybean brown stink bug. Two unconventional insecticidal methods are approached for this sucker: kaolin and biological control. Kaolin is an applicable clay in the form of an aqueous suspension, which provides physical protection to the plant. It is relatively innocuous to humans and the environment. The insecticidal properties of this mineral and the spraying aspects in the plants were discussed. The biological control presented is carried out with a small parasitoid wasp of stink bug eggs, polyphagous, native, found in soybean fields and that is still a little neglected in Brazil. The studies were organized in two chapters: i. Studies of tracer pigment associated to kaolin, tip types and working speeds in the hydraulic spraying of kaolin; ii. Biological characteristics of the parasitoid *Trissolcus brochymenae* on the parasitism of the *Euschistus heros* stink bug and its performance on parasitism, choice and functional response of the parasitoid in the target pest (*E. heros*) compared to the other host, the predator *Podisus nigrispinus*.

INTRODUÇÃO GERAL

A soja destaca-se como uma das culturas de maior importância econômica para o agronegócio nacional. A área plantada, na safra 2016/2017 aproxima-se à 33,9 milhões de hectares em todo território nacional, o que confere ao Brasil a posição de segundo maior produtor mundial de soja (CONAB, 2017). A previsão de colheita foi estimada em 114 milhões de toneladas, (USDA, 2017) e produtividade de 3362 toneladas por hectare (CONAB, 2017), ficando atrás apenas dos EUA que colherão 117,2 milhões de toneladas (USDA, 2017). O Centro Oeste é a região com maior produção de soja no Brasil e representa 45,25% de toda área plantada no país. O Mato Grosso contribui com 27,0% do total nacional, seguido do Paraná com 17,2%, Rio Grande do Sul com 16,3%, Goiás com 9,9% e o Mato Grosso do Sul com 7,7% (IBGE, 2017).

A importância da cultura soja pode ser explicada pelos diversos fins que podem ter seus grãos, que são o principal produto da planta. Esses servem desde ao consumo *in natura* na alimentação humana à elaboração de rações, farelos, sabões, resinas, tintas, solventes, biodiesel, óleos comestíveis e cosméticos. Além disso, a soja é considerada uma das principais fontes de proteína vegetal (Hiraoka, 2008; Soares et al, 2011).

Sobre os custos da lavoura de soja, a preocupação do agricultor com a compra de insumos para a safra seguinte é iniciada logo ao fim de uma safra e acontece frequente empenho monetário do produto colhido. Os inseticidas estão entre os insumos, que representam ainda, um considerável percentual dos custos totais da lavoura, chegando a atingir 18,6% na produção desse grão (IMEA, 2017). Assim, a necessidade de se reduzir gastos com o manejo de pragas na lavoura é temática recorrente na produção vegetal. A busca de meios alternativos aos inseticidas químicos convencionais pode ser ampla nos aspectos de aproveitamento de recursos locais e sustentabilidade. Bons resultados podem ser atingidos, com investimentos direcionados à eficiência econômica, emprego de ciência e tecnologia; da mesma forma que acontece no desenvolvimento de produtos convencionais químicos e que por isso dominam o mercado.

O manejo de pragas em um campo de produção de soja não deve ser visto isolado e pontual no espaço e momento em que acontece um surto

populacional. O ideal é que aconteça muito antes da instalação da cultura. A destruição dos restos culturais logo no término de uma safra, para espera da safra seguinte pode ser um ponto de partida para se evitar ou retardar a chegada de pragas na cultura. Respeitar o período de vazio sanitário no manejo da ferrugem pode ser de considerável relevância para o manejo de percevejos. Isso, porque a presença desses insetos, nas coletas em campo, é com frequência na soja mocha. Essa soja de pós-colheita remanescente, cujas plantas originam-se das sementes que sobram, germinam no campo, servem de alimento e abrigo no período entressafra aos percevejos. O controle de plantas daninhas hospedeiras na entressafra, a antecipação da época de plantio com variedades precoces e a remoção dos insetos em dormência na palhada, não devem ser esquecidas, para que a safra seguinte seja menor, a chance, da lavoura de ser tomada por surtos de percevejos durante seu ciclo.

Exemplo disso é o que acontece com o percevejo verde-pequeno-da-soja, que é uma praga que se estabelece ao final da temporada, assim, o plantio antecipado e variedades precoces ajudam criar maior janela entre plantios. Isso pode ajudar a controlar não somente essa espécie, mas também as outras de comum ocorrência que se apresentam altamente móveis e seletivas e podem ficar isoladas no campo em vagens verdes remanescentes da safra passada. Esses percevejos costumam infestar temporariamente campos que tem vagem verdes remanescentes, desse modo campos plantados mais cedo tem chances de terem plena maturação de suas vagens antes dos percevejos chegarem (Correia-Ferreira & Panizzi, 1999; Askin et al, 2011).

Adubação desbalanceada, em sistemas de produção que utilizam adubos químicos de alta solubilidade, geralmente promove desequilíbrios no desempenho da planta e resulta em perdas de conteúdos minerais para fora da lavoura, por consequência o que se tem é desperdício de insumos e poluição ambiental. Outro motivo de não se negligenciar a adequada nutrição da planta, são as implicações para o manejo de pragas. Um argumento copioso, mas que não por isso deixa de ser imprescindível é sobre o manejo nutricional inadequado culminar em aumento populacional de herbívoros, especialmente de insetos sugadores. Alicerce desse argumento é teoria da

trofobiose, considerada um dos pilares da agroecologia (Chaboussou, 2006). Para essa teoria, a apropriada disponibilidade de alimento é a condição que comporta a sobrevivência dos organismos. Assim, uma planta é alvo de ataque por insetos ou microrganismos quando em seu parênquima e seiva contém nutrientes que suportam as necessidades desses. O uso de adubos minerais prontamente disponíveis à planta, quando aplicados em quantidades superiores às necessidades e consumo das plantas, acaba interferindo na proteossíntese e no metabolismo de carboidratos, resultando em acúmulo de aminoácidos e açúcares redutores nos tecidos e na seiva elaborada, o que a torna mais suscetível ao ataque de pragas e patógenos (Chaboussou, 2006).

Sobre as pragas de ocorrência no agroecossistema da soja, os insetos sugadores costumavam ter relevância menor e hoje vem ganhando *status*, devido às mudanças nas práticas de manejo nessa cultura, tornando-se pragas primárias. O uso de variedades melhoradas, pelo melhoramento convencional e pela transgenia, tornou cada vez menor o uso de inseticidas químicos sintéticos para o manejo de lagartas que, por consequência, também gerava controle dos sugadores, mesmo eles não sendo o alvo de controle na aplicação desses produtos (Bansal et al, 2013).

Dentre os herbívoros sugadores, de ocorrência frequente na soja, mundialmente, estão as cochonilhas da raiz *Dysmicoccus sp.* e *Pseudococcus sp.* Os percevejos da raiz *Scaptocoris castanea* e *Atarsocoris brachiariae*. Os percevejos e cigarrinha do caule e plântulas *Dichelops melacanthus*, *Dichelops furcatus*, *Thyanta perditor* e *Spissistilus festinus*. Os percevejos das vagens e sementes *Acrosternum hilare*, *Nezara viridula*, *Euschistus servus*, *Euchistus heros*, *Piezodorus guildinii*, *Maruca testulalis*, *Etiella zinckenella* (Grossi-de-Sá et al, 2011).

No grupo das pragas sugadoras, que atacam vagens e grãos da soja no Brasil, o percevejo marrom (*Euschistus heros*), o percevejo verde pequeno (*Piezodorus guildinii*) e o percevejo verde (*Nezara viridula*) são os maiores causadores de prejuízos, podendo atingir a perda total da lavoura (Sosa-Gomes et al, 1993; Medeiros & Megier, 2009; Almeida et al, 2013). Nos Estados Unidos são considerados importantes pragas da soja, o percevejo marrom marmorizado *Halyomorpha halys* da família Pentatomidae e o mesmo referido percevejo verde pequeno de ocorrência aqui no Brasil *P. guildinii*. O

percevejo verde-pequeno tem sido considerado a maior praga do sul dos Estados Unidos e tem mudado drasticamente a ocorrência do complexo de pragas. Além desses, outro de considerável importância é o percevejo do kudzu, *Megacopta cribaria* da família Plataspidae (Ragsdale et al, 2011; Leskey et al, 2012; Bansal et al, 2013). Os percevejos, assim como os pulgões alimentam-se de folhas, caules e vagens, mas preferencialmente inserem o estilete nas vagens atingindo as sementes (Bansal et al, 2013). Algumas características peculiares da alimentação dos insetos sugadores são importantes de serem descritas. Esses insetos possuem modificações sofisticadas do seu aparelho bucal possuindo estruturas que permitem picar, injetar e sugar partes do conteúdo vegetal. As peças bucais são compostas de um estojo com estilete em forma de agulha com dois estiletos mandibulares e dois maxilares, além de um canal salivar estreito que oferece saliva ao tecido da planta perfurado (Chougule & Bonning, 2012). Os sugadores herbívoros podem ser especializados em se alimentar do floema, xilema ou mesófilo, ou ainda, podem se alimentar de uma combinação destes tecidos. Em geral, afídeos e cigarrinhas alimentam-se, essencialmente, de floema, membracídeos de tecido parenquimático enquanto cercopídeos, cicadelídeos e pentatomídeos de xilema (Bernays & Chapman, 1994; Chougule & Bonning, 2012).

Quando os percevejos se alimentam causam reduções nos conteúdos de óleos e proteínas das sementes, abrem portas ao ataque de fungos e são transmissores de leveduras através da saliva (Clarke & Wilde, 1970; Peiffer & Felton, 2014). Por atingir os grãos, a parte comercializável da planta, esses insetos tem especial relevância no manejo de pragas.

No manejo de pragas, ainda que o melhoramento de plantas e inseticidas químicos, por exemplo, sejam práticas predominantes e sejam métodos eficazes de controle, deve-se ter em vista que se tratam de componentes no manejo integrado de pragas. Esses dois métodos exercem pressão de seleção que é constante e podem gerar falhas no controle de pragas que muitas vezes resulta em perdas catastróficas em sistemas extensivos de plantio em monocultivo. Mesmo para plantas melhoradas convencionalmente, medidas devem ser adotadas para conservar o tempo de vida de cultivares que expressam resistência aos herbívoros em campo. O

emprego de áreas de refúgio e monitoramento da ocorrência de pragas, para manejo da resistência dos insetos aos inseticidas é imprescindível.

Para efetivo manejo dos insetos sugadores que atacam a cultura da soja é necessário o conhecimento de suas plantas hospedeiras e preferências. Mas isso não é uma tarefa muito fácil, o percevejo verde, *Nezara viridula*, por exemplo, é extremamente polífago, se alimenta de mais ou menos trinta diferentes espécies, sendo, sua maioria, pertencentes às famílias Fabaceae e Brassicaceae (Panizzi, 2006).

O percevejo marrom, *E. heros*, tem como plantas hospedeiras tanto plantas cultivadas como tigueras, e essas envolvem espécies das famílias Fabaceae, Solanaceae, Brassicaceae, Asteraceae e Euphorbiaceae (Pinto & Panizzi, 1994). As preferências alimentares das outras espécies de percevejos que atacam a soja costumam ser parecidas e eles são atraídos, de maneira geral, por leguminosas (Panizzi & Slansky Jr, 1985; Panizzi, et al, 2012). As anileiras, leguminosas nativas do gênero *Indigofera* (as *Indigofera truxillensis* e *I. suffruticosa* são as mais comuns), atraem o verde-pequeno-da-soja, *P. guildinii*. O inseto permanece sobre essas plantas no período de entressafras. Assim, podem-se eliminar os insetos sobre as plantas, diminuindo a sua população antes que dispersem para a soja (Correia-Ferreira & Panizzi, 1999). O uso dessas anileiras como plantas iscas podem ser levado em consideração. Com esse percevejo, existem trabalhos mostrando melhor desempenho em alguns parâmetros biológicos, quando alimentado em crotalaria em relação à soja, demonstrando menor desempenho reprodutivo, mas com maior longevidade. Isso pode ser relevante por se tratar de uma planta espontânea e fonte alimentar que permite a manutenção desses insetos em campo na entressafra (Panizzi et al, 2002).

As iscas de estopas de algodão são apresentadas como medida de controle dos percevejos. Essas iscas são distribuídas no campo, fixas em estacas embebidas em inseticidas associados ao sal de cozinha. A altura de fixação das estacas é recomendada que seja acima do dossel das plantas. Isso faz os percevejos se deslocarem para este local, morrendo ao entrarem em contato com o inseticida na estopa (Miranda, 2010). Sua fixação deve ser preferencialmente nas margens das lavouras, onde ocorre a colonização da

lavoura (Correia-Ferreira & Panizzi, 1999). Esse método de controle, além, de ser estratégia “atrai-e-mata” é aplicável no monitoramento dos percevejos.

A uniformidade funcional dos ecossistemas, podendo aqui incluir agroecossistemas, é destacável na efetividade do controle de pragas. E isso é exemplificado em campos de cultivo orgânico onde se pode observar a maior abundância, riqueza e regularidade de inimigos naturais evitando aumento populacional de herbívoros (Crowder et al, 2010). Vários estudos tem mostrado o aumento da abundância de inimigos naturais em sistemas orgânicos de cultivo, seja em grandes culturas ou olerícolas (Fuller et al, 2005, Crowder et al, 2010, Gnanakumar et al, 2012). Em sistema de cultivo de soja consorciada com milho, foi constatado maior o número de insetos inimigos naturais *Geocoris* sp., *Lebia concina*, *Orius* sp., Braconidae e Scelionidae, assim como em sistemas onde se apresentava área de interface com florestas o número e distribuição de inimigos naturais tendeu aumentar (Cividanes & Barbosa, 2001; Cividanes & Santos-Cividanes, 2008).

O manejo da paisagem agrícola é funcional no manejo de pragas e o uso de cobertura verde pode ser referido como estratégia . A cobertura verde forma barreira física que evita a colonização, restringe a abrangência em área a ser colonizada pela praga e, ainda, ser fonte de alimento e abrigo para inimigos naturais. Outros aspectos desse manejo é a redução de ocorrência de plantas espontâneas e o aumento da retenção de umidade, melhoraria das propriedades gerais físico-químicas do solo e dependendo da espécie utilizada, o incremento de nitrogênio pela fixação biológica proporcionada. Sistemas de consórcio de duas ou mais espécies de plantas de interesse comercial podem ser ainda mais compensadores uma vez que, além do incremento de diversidade biológica, resulta em maiores ganhos econômicos com a colheita de mais produtos. Estratégias para manipular os semioquímicos, as substâncias envolvidas na comunicação inter e intraespecífica, podem levar os herbívoros-praga para fora da lavoura, com plantas atrativas em bordaduras ou mesmo pelo simples inserção de diversidade de espécies vegetais atrativas, que vão servir como fonte de abrigo e/ou alimento, outros animais predadores, parasitoides ou competidores no sistema cultivado.

A diversidade de plantas em um ambiente cultivado altera não só fisicamente, a paisagem, mas causa mudanças nos compostos voláteis, da lavoura. No manejo de pragas os compostos químicos liberados no campo pelas plantas e outros organismos são importantes de serem detalhados. Os semioquímicos são compostos envolvidos na comunicação entre os organismos e estão entre os voláteis na lavoura. Eles podem ser divididos em interespecíficos, cuja transmissão adaptativa ocorre em favor do produtor (emissor dos voláteis) e são chamados de alomônios. Quando favorecem o organismo receptor são chamados cairomônios, enquanto que os semioquímicos que favorecem a comunicação intraespecífica são os feromônios (Karlson & Lüscher, 1959; Law & Regnier, 1971). O uso de semioquímicos no controle de insetos-praga representa o modelo preconizado para a agricultura do futuro, pela alta especificidade e por não apresentar efeito deletério às espécies não alvo (Zarbin et al, 2009, Khan et al, 2008, Zhang et al, 2013).

Na manipulação do ambiente agricultado, o uso aplicado do entendimento sobre os semioquímicos pode ser observado na estratégia “push-pull”, que pode ser entendida “repele-atrai”. Essa é uma estratégia bipolar de manipulação das plantas e seus aleloquímicos para induzir o comportamento de localização, alimentação ou oviposição dos insetos (Miller & Cowles, 1990). Uma combinação de estímulos químicos e visuais servem para dissuadir a distribuição e a abundância de herbívoros e/ou insetos benéficos (Zhang et al, 2013). O uso de plantas armadilhas de girassol para o manejo da broca da haste da soja *Dectes texanus*, é um exemplo “pull” de êxito, reduzindo em 65% a infestação desse coleóptero na cultura (Michaud et al, 2007). Na cultura da soja essa pode ser pensada como uma estratégia viável e isso já foi em parte discutido anteriormente quando feita referência às anileiras na atração de percevejos.

Em campos de produção de sementes, para se assegurar a qualidade do produto colhido, preservando o alto poder germinativo, o monitoramento de pragas deve ser mais rigoroso do que na produção de soja grão. Nas amostragens quando encontrado um percevejo por pano de batida, já se administra inseticida para evitar perdas (Borges et al, 2011; Bueno et al, 2013; Silva et al, 2014). Sobre o monitoramento de *E. heros*, trabalhos com

armadilhas de feromônio, tem-se avançado com êxito, na obtenção de melhor eficiência e com considerável especificidade (98,7%), principalmente, durante a fase crítica de ataque desse percevejo na lavoura de soja (Borges et al, 2011; Silva et al, 2014).

O uso intensivo da terra, com o emprego de cultivos em sucessão, onde a maioria das culturas hospedam pragas em comum, ainda é um dos maiores entraves para o manejo não só de percevejos como também de outras pragas na cultura da soja.

Uma proposta de método de controle alternativo pode ser o caulim. Esse produto é uma argila, composta basicamente por alumínio e silício. Em suspensão na água, o caulim pode ser aplicado sobre plantas formando um filme protetor, servindo de barreira física no manejo de pragas. A aplicação do caulim visa tornar as plantas menos atrativas às pragas pela camuflagem visual (Showler, 2002; Neves et al, 2014; Bestete et al, 2016) e tátil. Além de poder causar sufocamento ao obstruir os espiráculos, tem efeito deterrente de oviposição, alimentação e é um pó sortivo, sendo assim, interage com as ceras que protegem o corpo dos insetos da dessecação e o efeito de desidratação pode chegar a ser letal (Ebeling, 1971; Glenn et al, 1999). O caulim controla insetos de vários grupos incluindo percevejos. As respostas ao caulim são variáveis para pragas e inimigos naturais.

As pesquisas com caulim tem demonstrado respostas variáveis da sua eficácia no controle de pragas (Glenn et al, 1999; Showler 2001, 2002; Showler & Armstrong, 2007; Sisterson et al, 2003; Alavo et al, 2010; Pascual et al, 2010; D'Aquino et al, 2011; Verde et al, 2011) e, da sua inoquidade aos organismos não alvo (Showler & Sétamou, 2004; Sackett et al, 2007; Markó et al, 2008; Bengochea et al, 2013; Santos et al, 2013). Isto torna necessária, a realização de testes com esse produto contra espécies pragas e organismos não alvos, em razão dos efeitos serem variáveis dependendo de qual espécie do artrópode e planta cultivada estiverem submetidas à aplicação do produto. Ilustração disso foram os efeitos em populações de *Orius* spp. e de vespas predadoras que reduziram pelo caulim em apenas uma de dez avaliações realizadas durante duas safras de algodão (Showler & Sétamou, 2004). Por outro lado o caulim não mostrou efeitos adversos sobre aranhas, abelhas e organismos aquáticos (EPA 1999). Mas predadores e parasitoides reduziram em pomares

de oliva após pulverizações com o caulim comparado às áreas com iscas de feromônio (González-Núñez et al, 2008).

O caulim não mostrou efeito sobre coccinelídeos e *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) (Karagounis et al, 2006). Exemplares de quatro famílias de parasitoides, uma de Diptera (Tachinidae) e três de Hymenoptera (Braconidae, Ichneumonidae e superfamília Chalcidoidea) foram coletados em pomar de maçã e o parasitismo de *Choristoneura rosaceana* Harris (Lepidoptera: Tortricidae) foi semelhante em áreas pulverizadas ou não (Sackett et al, 2007). A abundância de predadores das famílias Araneae, Formicidae, Chrysopidae e Coccinellidae, residentes no dossel de plantas de algodão, e emergência de parasitoides *Bracon vulgaris* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae) e *Catolaccus grandis* Burks (Hymenoptera: Pteromalidae) foram similares entre as áreas tratadas e não tratadas com caulim (Santos et al, 2013).

O filme de partículas caulim pode ser uma alternativa no manejo de pragas e apresenta potencial efeito positivo em culturas sob condições semiáridas. Isso, porque confere às plantas maior tolerância ao estresse hídrico, térmico e salino (Glenn, 2009; Shellie & King, 2013; Boari et al, 2014).

Isto torna necessária a avaliação das pulverizações com o caulim, sobre artrópodes pragas especialmente os percevejos, uma vez que mais de 96% da soja plantada no Brasil é transgênica. Mais de 20 milhões de hectares plantados de soja contém evento de resistência às lagartas (ISAAA, 2017), e isso trouxe os referidos percevejos ao patamar de primeira preocupação para o agricultor no manejo de pragas.

Populações dos percevejos manchador *Lygus lineolaris*, e dos percevejos *Acrosternum hilare*, *Euschistus servus* e *Euschistus tristigmus* foram reduzidas por aplicações de caulim em pomares de pêssego (Lalancette et al, 2005). Por ter ocorrido redução do tempo de sobrevivência dos insetos do mesmo grupo e gênero, pode-se considerar que o caulim pode ter potencial de afetar a fisiologia e comportamento do percevejo-marrom *Euschistus heros* e para isso estudos são necessários.

Quanto à tecnologia de aplicação do caulim nas plantas, não se encontram referenciais, mas na literatura quando se busca os efeitos no manejo de pragas e fisiologia das plantas, pode-se ver que majoritariamente são feitas

pulverizações hidráulicas em grandes volumes (Glenn et al, 2002; Mazor & Erez, 2004; Neves et al, 2014). Aplicações em ultra baixo volume é constatada apesar não conferir boa aderência em todas as partes da planta (Alavo et al, 2010). Outra forma menos frequente observada é a pulverização com atomizador. A pulverização do caulim com atomizador produziu bom filme protetor contra insetos em pomares de plantas arbóreas (Lemoyne et al, 2008). Nas plantas de soja aplicação do caulim com atomizador manual foi tentada, mas as plantas tombam com o fluxo intenso de ar gerado por esse tipo de equipamento. O fato de o caulim em água ser uma suspensão, a formação desuniforme do filme na planta, resultante de aplicação de má qualidade (escorrimento de gotas, falhas na cobertura por não penetração no dossel da planta), compromete a eficácia do produto. Os insetos reconhecem e costumam escolher as partes descobertas pelo caulim para se alimentar e ovipositar na planta (Showler, 2002). Mesmo para plantas herbáceas, tem se utilizados grandes volumes de calda para se obter bom molhamento da planta. Pontas hidráulicas de vazões maiores podem gerar gotas grandes e de maior peso, aumentando a aglutinação e escorrimento dessas gotas com caulim, além de gerar maior consumo de água. Assim, para otimizar as aplicações com caulim, são necessários estudos de cobertura e deposição de gotas desse produto, e adaptação de metodologias de estudo de deposição precisam ser testados.

Métodos viáveis e alternativos ao uso de inseticidas sintéticos não seletivos devem ser mais prospectados. Com potencial de preservar a diversidade biológica nos ambientes agrícolas, o controle biológico aplicado é outro destacável dentre esses métodos.

Para os percevejos da soja, em especial, o marrom alguns estudos envolvendo parasitoides de ovos da família Platygasteridae tem sido recorrentes no Brasil e tem apresentado considerável potencial para liberações massais inoculativas ou inundativas. Estudos sobre a multiplicação massal, preferência e interação com hospedeiros desses insetos entomófagos, se interpõem na literatura (Kivan & Kilic, 2004; Peres e Corrêa-Ferreira, 2004; Samra et al, 2016).

Dependendo do caso estudado o controle biológico pode ser bastante efetivo e com considerável especificidade. Mas para uso seguro de agentes biológicos de controle, devem-se preceder estudos avaliando o potencial da

espécie do inimigo natural em controlar a praga. Além disso, estudos precedentes às liberações em campo devem ser feitos, para se registrar a existência de outros hospedeiros presentes no local, que não são alvo do controle. Especialmente se o entomófago for um predador ou parasitoide generalista, o ataque aos organismos não alvo não deve acontecer ou pelo menos deve ser mínimo. A ocorrência de interação intraguildd, que é interação entre organismos dentro do mesmo nível trófico, pode interromper o controle biológico (Rosenheim et al, 1995). Uma vez que a liberação massal em campo poderia instaurar desequilíbrio na rede alimentar do agroecossistema local e o manejo de uma forma global ser mal sucedido, tanto por não reduzir a praga, como por eliminar outros insetos entomófagos que seriam importantes agentes no controle natural de outros herbívoros que também se alimentam das plantas de soja.

Assim esse trabalho de tese foi composto por dois estudos. Um versando sobre questões relacionadas ao caulim (i. avalia o pigmento traçador, tipos de pontas e velocidades de trabalho na pulverização hidráulica do caulim) e o segundo sobre características biológicas do parasitoide *Trissoculcus brochymenae* (ii. avalia parasitismo de ovos do percevejo *Euschistus heros* desempenho em parasitismo e resposta funcional do parasitoide *T. brochymenae* nesse percevejo fitófago comparado ao percevejo predador *Podisus nigrispinus*).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akin, S., Phillips, J., & Johnson, D. T. 2011. Biology, identification and management of the redbanded stink bug. Disponível: <http://www.uaex.edu/publications/pdf/FSA-7078.pdf>> Acessado: 23-11-2016.
- Alavo, T. B. C., Yarou, B. & Atachi, B. P. 2010. Field effects of kaolin particle film formulation against major cotton lepidopteran pests in North Benin, West Africa. *International Journal of Pest Management*, 56(4): 287-290.
- Almeida, L. A., Kiihl, R. A. S., Miranda, M. A. C., Campelo, G. J. A. 1999. Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes. In: Queiroz, M. A., Goedert, C. O. & Ramos, S. R. R. 1999. Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro. Embrapa Semi-Árido, Petrolina, PE. 1066 pp.
- Bansal, R., Jun, T. H., Mian, M. A. R., Michel, A. P. 2013. Developing host-plant resistance for hemipteran soybean pests: lessons from soybean aphid and stink bugs. *Soybean-Pest Resistance*. InTech, Rijeka, Croatia, 19-46.

- Bengochea, P., Amor, F., Saelices, R., Hernando, S., Budia, F., Adán, A., & Medina, P. 2013. Kaolin and copper-based products applications: Ecotoxicology on four natural enemies. *Chemosphere*, 91(8): 1189-1195.
- Bernays, E. A., Chapman, R. F. 1994. Patterns of host-plant use. In: E.A. Bernays, R.F. Chapman, *Host-Plant Selection by Phytophagous Insects*, Chapman & Hall, New York. P. 4-13.
- Bestete, L. R., Torres, J. B., Silva, R. B., & Silva-Torres, C. S. 2016. Water stress and kaolin spray affect herbivorous insect's success on cotton. *Arthropod-Plant Interactions*, 5(10): 445-453.
- Boari, F., Cucci, G., Donadio, A., Schiattone, M. I., & Cantore, V. (2014). Kaolin influences tomato response to salinity: physiological aspects. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 64(7): 559-571.
- Borges, M., Moraes, M.C.B., Peixoto, M.F., Pires, C.S.S., Sujii, E.R., Laumann, R.A. 2011. Monitoring the Neotropical brown stink bug *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) with pheromone-baited traps in soybean fields. *Journal of Applied Entomology*, 135(1-2): 68-80.
- Bueno, A.F.; Paula-Moraes, S. V.; Gazzoni, D. L.; Pomari, A. F. 2013. Economic thresholds in soybean-integrated pest management: old concepts, current adoption, and adequacy. *Neotropical Entomology*, 42(5): 439-447.
- Chaboussou, F. 2006. Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose. Tradução De Guazelli, M. J. Porto Alegre: L&Pm, 323pp.
- Chougule, N. P., & Bonning, B. C. 2012. Toxins for transgenic resistance to hemipteran pests. *Toxins*, 4(6): 405-429.
- Cividanes, F. J. & Barbosa, J. C. 2001. Efeitos do plantio direto e da consorciação soja-milho sobre inimigos naturais e pragas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(2): 235-241.
- Cividanes, F. J. & Santos-Cividanes, T. M. D. 2008. Distribution of Carabidae and Staphylinidae in agroecosystems. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43(2): 157-162.
- Clarke R., Wilde G. E. 1970. Association of the green stink bug and the yeast-spot disease organism of soybeans. 1. length of retention, effect of molting, isolation from feces and saliva. *Journal of Economic Entomology*, 63(1): 200-204.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 2017. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, safra 201-2017, nono levantamento, junho de 2017. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 4(9): 161.
- Corrêa-Ferreira, B. S.; Panizzi, A. R. 1999. Percevejos da soja e seu manejo. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 45pp.
- Crowder, D. W., Northfield, T. D., Strand, M. R., & Snyder, W. E. 2010. Organic agriculture promotes evenness and natural pest control. *Nature*, 466(7302): 109-112.
- D'Aquino, S., Cocco, A., Ortu, S. & Schirra, M. 2011. Effects of kaolin-based particle film to control *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) infestations

- and postharvest decay in citrus and stone fruit. *Crop Prot*, 30(8): 1079-1086.
- EPA - Environmental Protection Agency. 1999. Kaolin (100104) Fact Sheet. Disponível: <http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/ingredients/factsheets/factsheet_100104.htm> Acessado : 06/05/2012.
- Ebeling, W. 1971. Sorptive dusts for pest control. *Annual Review of Entomology*, 16(1): 123-158.
- Fuller, R. J., Norton, L. R., Feber, R. E., Johnson, P. J. & Chamberlain, D. E. 2005. Benefits of organic farming to biodiversity vary among taxa. *Biological Letters*, 1(4): 431-34.
- Glenn, D.M., Puterka, G. J., Vanderzwet, T., Byers, R. E. & Feldhake, C. 1999. Hydrophobic particle films: A new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *Journal of Economic Entomology*, 92(4): 759–771.
- Glenn, D. M. 2009. Particle film mechanisms of action that reduce the effect of environmental stress in ‘Empire’ apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 134(3): 314-321.
- Gnanakumar, M., Rajmohana, K., Bijoy, C., Balan, D., & Nishi, R. 2012. Diversity of Hymenopteran Egg Parasitoids in Organic and Conventional Paddy Ecosystems. *Tropical Agricultural Research*, 23(4): 300-308.
- González-Núñez, M., Pascual, S., Seris, E., Esteban-Durán, J. R., Medina, P., Budia, F., Adán, A. & Viñuela, E. 2008. Effects of different control measures against the olive fruit fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) on beneficial arthropod fauna. *Methodology and first results of field assay*. *IOBC/WPRS Bull*, 35: 26-31.
- Grossi-de-Sá, M. F., Pelegrini, P. B. & Fragoso, R. R. 2011. Genetically Modified Soybean for Insect-Pests and Disease Control. In: Sudaric, A. Soybean - Molecular Aspects of Breeding. Disponível: <<http://www.intechopen.com/books/soybean-molecular-aspects-of-breeding/genetically-modified-soybean-for-insect-pests-and-disease-control>> Acessado: 29-07-2015.
- Hiraoka, n. k. 2008. A importância do uso da soja na alimentação. *Produção Didático-Pedagógica*. Assis Chateaubriand, 40pp.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Conjuntura Agrícola – Maio. Disponível: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201705.pdf> Acessado: 24-06-2017.
- IMEA – Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária. 2017. Custos de produção de soja - Safra 2017/2018. 8 pág. Disponível: <<http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/27062017125630.pdf>> Acessado: 16-06-2017.
- ISAAA - International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. 2017. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016. Disponível: < <http://cib.org.br/wp-content/uploads/2017/05/ISAAA.pdf>>. Acessado: 18/06/2017.

- Karagounis, C., Kourdoumbalos, A.K., Margaritopoulos, J.T., Nanos, G.D. & J.A. Tsitsipis. 2006. Organic farming compatible insecticides against the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) in peach orchards. *Journal of Applied Entomology*, 130(3): 150–154.
- Karlson, P., & Lüscher, M. 1959. 'Pheromones': A new term for a class of biologically active substances. *Nature*, 183(4653): 55-56.
- Khan, Z. R., Midega, C. A., Amudavi, D. M., Hassanali, A., & Pickett, J. A. 2008. On-farm evaluation of the 'push–pull' technology for the control of stem borers and striga weed on maize in western Kenya. *Field Crops Research*, 106(3): 224-233.
- Kivan, M., & Kilic, N. 2004. Parasitism and development of *Trissolcus simoni* in eggs of different host species. *Phytoparasitica*, 32(1): 57-60.
- Lalancette, N., Belding, R.D. & Shearer, P.W. 2005. Evaluation of hydrophobic and hydrophilic kaolin particle films for peach crop, arthropod and disease management. *Pest Management Science*, 61(1): 25-39.
- Law, J. H., & Regnier, F. E. 1971. Pheromones. *Annual Review of Biochemistry*, 40(1): 533-548.
- Lemoyne, P., Vincent, C., Gaul, S. & Mackenzie, K. 2008. Kaolin affects blueberry maggot behavior on fruit. *Journal of Economic Entomology*, 101(1): 118-125.
- Leskey, T. C. , Hamilton, G. C. , Nielsen, A. L., Polk, D. F. , Rodriguez-Saona C., Bergh J. C. , Herbert D. A. , Kuhar T. P. , Pfeiffer D. , G. Dively F. , et al. 2012. Pest status of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in the USA. *Outlooks Pest Management*, 23(5): 218-226.
- Markó, V., Blommers, L.H.M., Bogya, S. & Helsen, H. 2008. Kaolin particle films suppress many apple pests, disrupt natural enemies and promote woolly apple aphid. *Journal of Applied Entomology*, 132(1): 26-35.
- Mazor, M. & Erez, A. 2004. Processed kaolin protects fruits from Mediterranean fruit fly infestations. *Crop Protection*, 23(1): 47-51.
- Medeiros, L. & Megier, G. A. 2009. Ocorrência e desempenho de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas hospedeiras alternativas no Rio. , DiFonzo C. , Wang D. Inheritance of Soybean Aphid Resistance in PI 567541B and PI 567598B. *Crop Science*, 48: 1759-1763.
- Michaud, J. P., Qureshi, J. A. & Grant, A. K. 2007. Sunflowers as a trap crop for reducing soybean losses to the stalk borer *Dectes texanus* (Coleoptera: Cerambycidae). *Pest Management Science*, 63(9): 903-909.
- Miller, J. R., & Cowles, R. S. 1990. Stimulo-deterrent diversion: a concept and its possible application to onion maggot control. *Journal of Chemical Ecology*, 16(11): 3197-3212.
- Miranda, J. E. 2010. Manejo integrado de pragas do algodoeiro no cerrado brasileiro. Embrapa Algodão-Circular Técnica 131, 37pp.
- Neves, R., Colares, F., Torres, J. B., Santos, R. L. & Bastos, C. S. 2014. Rational practices to manage boll weevils colonization and population growth on family farms in the Semiárido region of Brazil. *Insects*, 5(4): 818-831.

- Panizzi, A. R. 2006. Possible egg positioning and gluing behavior by ovipositing southern green stink bug, *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae). *Neotropical Entomology*, 35(1): 149-151.
- Panizzi, A. R. 1997. Wild hosts of pentatomids: ecological significance and role in their pest status on crops. *Annual Review of Entomology*, 42(1): 99-122.
- Panizzi, A. R., Bueno, A. F. & Silva, F. A. C. 2012. Insetos que atacam vagens e grãos. In: Hoffmann-Campo, C. B., Correa-Ferreira, B. S. & Moscardi, F. Soja manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Embrapa Soja, 335-420.
- Panizzi, A. R., Cardoso, S. R. & Chocorosqui, V. R. 2002. Nymph and adult performance of the small green stink bug, *Piezodorus guildinii* (Westwood) on lanceleaf crotalaria and soybean. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 45(1): 53-58.
- Panizzi, A. R., & Slansky Jr, F. 1985. Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. *Florida Entomologist*, 68(1): 184-214.
- Pascual, S., Cobos, G., Seris, E. & González-Núñez, M. (2010). Effects of processed kaolin on pests and non-target arthropods in a Spanish olive grove. *Journal of Pest Science*, 83(2): 121–133.
- Peiffer, M., & Felton, G. W. 2014. Insights into the Saliva of the Brown Marmorated Stink Bug *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *PloS one*, 9(2): e88483.
- Peres, W. A. & Corrêa-Ferreira, B. S. 2004. Methodology of mass multiplication of *Telenomus podisi* Ash. and *Trissolcus basal* (Woll.) (Hymenoptera: Scelionidae) on eggs of *Euschistus heros* (Fab.) (Hemiptera: Pentatomidae). *Neotropical Entomology*, 33(4): 457-462.
- Pinto, S. B. & Panizzi, A. R. 1994. Performance of nymphal and adult *Euschistus heros* (F.) on milkweed and on soybean and effect of food switch on adult survivorship, reproduction and weight gain. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 23(3): 549–555.
- Ragsdale D. W., Landis D. A. , Brodeur J., Heimpel G. E. , Desneux N. Ecology and management of the soybean aphid in North America. 2011 *Annual Review of Entomology*, 56: 375-399.
- Rosenheim, J. A., Kaya, H. K., Ehler, L. E., Marois, J. J., & Jaffee, B. A. 1995. Intraguild predation among biological-control agents: theory and evidence. *Biological Control*, 5(3): 303-335.
- Sackett, T. E., M. Buddle, C. Vincent. 2007. Effects of kaolin on the composition of generalist predator assemblages and parasitism of *Choristoneura rosaceana* (Lep., Tortricidae) in apple orchards. *Journal of Applied Entomology*, 131(7): 478–485.
- Samra, S., Ghanim, M., Protasov, A., & Mendel, Z. 2016. Seasonal history, plant interactions and egg parasitism of the variegated caper bug *Stenozygum coloratum* Klug (Heteroptera: Pentatomidae). *Agricultural and Forest Entomology*, 18(1): 22-34.

- Santos, R. L., Neves, R. C. S., Colares, F. & Torres, J. B. 2013. Parasitoids of boll weevil *Anthonomus grandis* and resident predators in kaolin-treated cotton. *Semina: Ciências Agrárias*, 34(6): 3463-3474.
- Shellie, K. C., & King, B. A. (2013). Kaolin-based foliar reflectant and water deficit influence Malbec leaf and berry temperature, pigments, and photosynthesis. *American Journal of Enology and Viticulture*, 24pp. Disponível: <http://www.ajevonline.org/content/early/2013/01/10/ajev.2012.12115.article-info> Acessado em: 12/03/2016.
- Showler, A. T. 2002. Effects of kaolin-based particle film application on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) injury to cotton. *Journal of Economic Entomology* 95(4): 754–762.
- Showler, A.T. 2001. Effect of kaolin particle film on boll weevil feeding and oviposition on cotton squares, p. 942-947. In *Proceedings, Beltwide Cotton Conference*. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Showler, A.T. & Sétamou, M. 2004. Effects of kaolin particle film on selected arthropod populations in cotton in the lower Rio Grande Valley of Texas. *Southwestern Entomologist*. 29(2):137–146.
- Showler, A.T. & Armstrong, J. S. 2007. Kaolin particle film associated with increased cotton aphid infestations in cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 124(1): 55-60.
- Silva, V. P., Pereira, M. J. B., Vivan, L. M., Blassioli-Moraes, M. C., Laumann, R. A., & Borges, M. 2014. Monitoramento do percevejo marrom *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) por feromônio sexual em lavoura de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49(11): 844-852.
- Sisterson, M. S., Liu, Y. B., Kerns, D. L. & Tabashnik, B. E. 2003. Effects of Kaolin Particle Film on oviposition, larval mining, and infestation of cotton by pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Economic Entomology*, 96(3): 805-810.
- Soares, L. H.; Fagan, E. B.; Casaroli, D.; Andrade, D. M.; Soares, A. L.; Martins, K. V.; Rocha, F. J. 2011. Aplicação de diferentes estrobilurinas na cultura da soja. *Revista da FZVA, Uruguaiana*, 18(1): 78-97.
- Sosa-Gomez, D. R., Gazzoni D. L., Ferreira, B. C. & Moscardi, F. 1993. Pragas da soja e seu controle. In: *Cultura da Soja nos Cerrados*. N.E. Arantes e P.I.M. Souza (eds.). POTAFOS. Piracicaba, SP. p.299-331.
- USDA - United States Department of Agriculture. 2017. World agricultural Office of Global Analysis. Foreign Agricultural Service. Table 11, p. 23. Disponível: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf> Acessado: 27-06-2017.
- Verde, G.L., Rizzo, R., Barraco, G. & Lombardo, A. 2011. Effects of Kaolin on *Ophelimus maskelli* (Hymenoptera: Eulophidae) in laboratory and nursery experiments. *Journal of Economic Entomology*, 104(1): 180-187.
- Zhang, Z., Sun, X., Luo, Z., Gao, Y., & Chen, Z. 2013. The manipulation mechanism of “push–pull” habitat management strategy and advances in its application. *Acta Ecologica Sinica*, 33(2): 94-101.

Zarbin, P. H., Rodrigues, M. A., & Lima, E. R. 2009. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. Química Nova, 32(3): 722-731.

CAPÍTULO I

COBERTURA E DEPOSIÇÃO DE PULVERIZAÇÃO HIDRÁULICA DE CAULIM EM PLANTAS DE SOJA

RESUMO

O caulim é uma argila do grupo dos alumino-silicatos, de cor branca, que pode ser usado como barreira física para proteger as plantas contra o ataque de insetos em razão dos efeitos dessecativos que provoca. Para se obter bom molhamento e formação de filme protetor uniforme sobre as plantas, as pulverizações são feitas comumente com grandes volumes de calda. Mesmo para plantas herbáceas, tem sido usado em torno de 700-800 L.ha⁻¹. Volumes grandes de calda e pontas com maiores vazões podem gerar gotas grandes e de maior peso, aumentando a aglutinação e escorrimento dessas gotas com caulim, além de gerar maior consumo de água. A formação de filme desuniforme pode comprometer a eficácia do defensivo. Assim, para otimizar as aplicações com caulim, são necessários estudos de cobertura e deposição de gotas desse produto, adequando-se velocidade de trabalho do pulverizador, bem como tipos de pontas. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar a cobertura e a deposição de agregados de partículas de caulim produzidas em pulverização hidráulica com três diferentes pontas (i. TTJ60 110.03 VP Teejet®, azul, jato plano duplo; de vazão de 1,08 L.min⁻¹; ii. AXI 110.04 Jacto®, vermelha, jato plano simples, de vazão de 1,44 L.min⁻¹; iii. AXI 110.05 Jacto®, marrom, jato plano simples, de vazão de 1,89 L.min⁻¹), em cinco velocidades de trabalho (i. 0,54 km.h⁻¹; ii. 1,08 km.h⁻¹; iii. 1,8 km.h⁻¹; iv. 2,16 km.h⁻¹; v. 2,7 km.h⁻¹). A aplicação em plantas de soja (estágio R4) foi realizada em laboratório com pulverizador hidráulico elétrico montado em trilho. A deposição isoladamente, não foi uma boa medida de avaliação da qualidade da pulverização pela ocorrência de agregados de caulim quando houve escorrimento de gotas nas velocidades menores e/ou sobreposição das gotas depositadas. As pontas que geraram maiores coberturas médias percentuais do folíolo por caulim foram a azul, de jato plano duplo e a vermelha, de jato plano simples. A primeira apresentou cobertura média de 60% com aplicação de volume de 720 L.ha⁻¹. A segunda ponta teve a máxima cobertura aproximada à primeira, entretanto em volume de calda 1,5 vezes maior do que a ponta de leque duplo azul. A ponta marrom, de maior vazão, gerou baixa percentagem de cobertura foliar em todas as velocidades de trabalho, mostrando-se inapropriada para aplicação do caulim.

Palavras-chave: Ponta de pulverização, pulverização agrícola, pulverização de suspensão, pulverizador hidráulico.

CHAPTER I
COVERAGE AND DEPOSITION OF KAOLIN HYDRAULIC SPRAY IN
SOYBEAN PLANTS
ABSTRACT

Kaolin is a clay of the group of alumine-silicates, white, that can be used as a physical barrier to protect the plants against insect attack due to the desiccant effects it causes. In order to obtain good wetting and formation of uniform protective film on the plants, sprays are usually made with large spray volume. Even for herbaceous plants, it has been used around 700-800 L.ha⁻¹. Large spray volume and larger flow tips can generate large and heavier drops, increasing the agglutination and draining of these drops with kaolin, besides generating greater consumption of water. Ununiform film formation can compromise the effectiveness of the defense. Thus, to optimize applications with kaolin, coverage studies and dropping of kaolin are required, adjusting spray speed as well as types of nozzles. Thus, the objective of this study was to evaluate the coverage and the deposition of aggregates of kaolin particles produced in hydraulic spraying with three different nozzles (i. TTJ60 110.03 VP Teejet ®, blue double plane jet, 1.08 L.min⁻¹ flow rate; ii. AXI 110.04 Jacto®, red single plane jet, 1.44 L.min⁻¹ flow rate; iii. AXI 110.05 Jacto®, brown single plane jet, 1.89 L.min⁻¹ flow rate) at five working speeds (i. 0.54 km.h⁻¹; ii 1.08 km.h⁻¹; iii. 1.8 km.h⁻¹; iv. 2.16 km.h⁻¹; v. 2.7 km.h⁻¹). The application in soybean plants (stage R4) was carried out in a laboratory with electric rail mounted hydraulic sprayer. The deposition alone was not a good measure of the quality of the pulverization by the occurrence of kaolin aggregates when there were drips of drops. The nozzles that generated the better percentages of foliar coverage by kaolin were blue, double plane jet, followed by red, single plane jet. The first presented a 60% average cover with a volume application of 720 L.ha⁻¹. The second nozzle had the maximum coverage close to the first one, however in volume 1.5 times larger than the blue double plane jet nozzle. The brown nozzle, of higher flow rate, generated a low percentage of foliar cover at all working speeds, proving to be inappropriate for kaolin application.

Keywords: Agricultural spraying, hydraulic sprayer, spray nozzle, suspension spray.

INTRODUÇÃO

O caulim é uma argila de granulometria fina, branca, porosa do grupo dos alumino-silicatos, quimicamente inerte em ampla faixa de pH (Harben 1995, Glenn & Puterka 2005). Quando em suspensão na água, pode ser aplicada na planta formando um filme uniforme e poroso que não altera negativamente as trocas gasosas da folha, mantém a transmissão de radiação fotossinteticamente ativa e serve para excluir alguns graus de radiação ultravioleta e infravermelha (Glenn & Puterka 2005). O filme forma uma barreira física dificultando a aceitação da planta por insetos herbívoros, deixando a planta esbranquiçada e tornando-as repelentes ou irreconhecíveis para o inseto (Showler 2002). Além de o filme de partículas do caulim ser uma alternativa no manejo de pragas pode ser utilizado para uso eficiente da água na agricultura (Boari et al, 2015; Djurović et al, 2016) e para reduzir o estresse hídrico e térmico em diferentes culturas (Jifon & Syvertsen, 2003; Moftah & Al-Humaid, 2004, Sotelo-Cuitiva *et al.* 2011).

Sobre aspectos da aplicação do caulim, existem duas principais questões destacáveis: i. por se tratar de uma suspensão deve ter a calda mantida em tanque de pulverização em constante agitação e problemas com entupimento de terminais de circuitos hidráulicos são frequentes; assim, pontas de vazões maiores podem ser preferidas. ii. Para se obter bom molhamento e formação uniforme do filme protetor, as pulverizações não são feitas comumente com baixos volumes de calda, mesmo para plantas herbáceas tem sido aplicados em torno de 700-800 L.ha⁻¹, que seria considerado médio volume (Carrero, 1996). Quanto maior o volume de calda aplicado por pontas ou bicos de pulverização de maiores vazões e que produzem gotas de diâmetros grandes são geradas gotas grandes que proporcionam menor cobertura do alvo de aplicação o que pode tornar a aplicação pouco eficiente. Isso confere uma deposição desuniforme do caulim, comprometendo a eficácia na proteção da planta. Nesse sentido as pontas de pulverização são de grande relevância e determinantes para se obter boa qualidade nas aplicações de defensivos (Antuniassi, 2009).

Alto volume de calda pode levar à perda de produto por escorrimento, à oneração da aplicação (Cunha & Peres, 2010). Assim a aplicação de mais baixos volumes de calda na lavoura é uma tendência na tecnologia de

aplicação de defensivos para se melhorar a operacionalização em campo. Isso, para gerar menor número de reabastecimentos e para ter uso eficientemente da água. Para que isso ocorra nas aplicações com caulim são necessários estudos que avaliem o espectro, a cobertura e a deposição de gotas desse produto. Algumas adequações de metodologias para avaliar a deposição de um produto sólido podem ser necessárias, uma vez que o caulim é aplicado em suspensão, não é absorvido pela planta e após secar forma barreira física, diferentemente, dos defensivos comuns, cuja ação é prioritariamente química.

A distribuição e quantidade do produto depositado no alvo são importantes para determinar a eficiência de uma aplicação fitossanitária, e os pigmentos traçadores são alguns dos marcadores usados para quantificar e qualificar a chegada da calda pulverizada no alvo (Palladini et al, 2005). Através dos traçadores, pode-se fazer a análise de volume depositado, assim, eles podem ser ferramentas úteis para estudos de deposição e cobertura na pulverização hidráulica de caulim nas folhas das plantas.

As aplicações de caulim nas plantas podem ser otimizadas com a adequação de velocidade de trabalho do pulverizador e tipos de ponta de pulverização hidráulica. Para isso, metodologias de estudos de deposição de caulim produzidos em pulverização hidráulica precisam ser estabelecidos.

Assim, foram avaliados o corante azul brilhante como traçador de calda pulverizada e as etiquetas hidrossensíveis como ferramentas nos estudos de deposição e cobertura do caulim; foram quantificados o volume de calda gasto por hectare, a cobertura e a deposição de caulim em plantas de soja produzidas por pulverização hidráulica com três diferentes pontas em cinco velocidades de trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia, no campo experimental Diogo Alves de Mello e no Laboratório de Mecanização Agrícola (LMA) do Departamento de Engenharia Agrícola, situados na Universidade Federal de Viçosa - UFV, campus de Viçosa, MG.

Avaliação da deposição e cobertura de pulverização hidráulica de caulim nas plantas de soja no campo, através de pigmento traçador e espectrofotometria. Os dados, de estudo de deposição de gotas produzidas por suspensão de caulim, foram obtidos de aplicação realizada com pulverizador costal manual da marca Jacto®, na pressão de trabalho de um bar e ponta de jato plano, AXI-110-03 cor azul da Jacto® (na aferição apresentou vazão de 1,2 L.min⁻¹ sob a referida pressão de trabalho). O pulverizador foi calibrado para a aplicação do volume de calda de 700 L.ha⁻¹. A pulverização foi feita a 30 cm de altura em plantas de soja, com 95 dias após o plantio e estágio de desenvolvimento R5. Essas plantas foram da cultivar UFVTN 105 AP22-23, semeadas na densidade de 12 plantas por metro linear e espaçadas 70 cm entre linhas. O experimento foi em delineamento inteiramente casualizados, arranjado em parcelas subdivididas, sendo dois tratamentos principais nas diferentes caldas de pulverização: i. solução corante alimentício Azul Brilhante (FD&C Blue n.1) na concentração de 3g.L⁻¹ + espalhante adesivo Agral® (Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, Paulínia, SP) a 0,05% e ii. suspensão de caulim (Caolim Azzi Ltda, Mar de Espanha, MG) na concentração de 60 g.L⁻¹ + corante alimentício Azul Brilhante, 3 g.L⁻¹ + espalhante adesivo. A cobertura e deposição de calda foi avaliada em três níveis (subparcelas) terços: superior, médio e inferior das plantas. Etiquetas amostradoras de papel hidrossensível (Hypro®) de 25x26 mm de dimensão foram colocadas em cada terço de 4-5 plantas aleatórias dentro de 10m de linha de soja. Passados 15 minutos para secagem da pulverização, essas etiquetas foram coletadas e acondicionadas em envelopes de papel e os folíolos das plantas de soja, dos três estratos referidos foram coletados e acondicionados em sacos plásticos e levados para o laboratório para o processamento. A quantificação da deposição da calda na soja por espectrofotometria, no laboratório foi iniciada com a lavagem dos folíolos de plantas de soja, esses foram mantidos sob agitação manual, em 100 mL de água destilada, por 30 segundos. A partir da solução das folhas foi retirada alíquota para leitura da absorbância. A concentração do pigmento Azul Brilhante foi determinada através da absorção relativa de luz (padrão branco será água destilada), utilizando-se o espectrofotômetro de modelo SP1105 com o filtro de densidade ótica de 630nm. A curva de calibração foi obtida

através de diluições de amostra da calda de pulverização preparada no campo, cuja concentração inicial foi de 6 g.L⁻¹. As curvas de absorvância das leituras das diluições das caldas dos tratamentos com e sem caulim foram estimadas conforme metodologias analíticas descritas na literatura (Skoog, 2002; Palladini *et al.* 2005). A deposição é a razão de volume de calda sobre a superfície foliar. Para o cálculo desse parâmetro foi necessário, então, medir a área foliar e essa foi feita a partir das imagens das fotografias digitais dos folíolos médios, conforme referido para quantificação de cobertura.

Análise das imagens e determinação de porcentagem de cobertura por caulim. Foram feitas fotografias digitais dos folíolos das plantas de soja com câmera fotográfica digital, SONY® modelo DSC-W630, 16.1 Mega Pixels, acoplada em tripé ajustada à altura de 20 cm do objeto. O programa de análise de imagens utilizado foi o *Image – Pro Plus*, versão 4.5.0.29 (Media Cybernetics, Inc. 2000), e através das imagens foi calculada a porcentagem de cobertura.

Aplicação de caulim em plantas de soja com pulverizador montado em trilho deslizante no laboratório. Os ensaios do estudo de deposição de gotas produzidas por suspensão de caulim, foram realizados em plantas da cultivar MG/BR46 Conquista. A soja foi semeada em vasos de 3L em mistura de solo + cama de galinha na proporção 5:1, e receberam duas adubações de cobertura com sulfato de amônio, na quarta e sexta semanas após a emergência das plantas. As aplicações realizadas com pulverizador hidráulico, montado em trilho deslizante acionado por motor elétrico de 0,735KW de potência e rotação máxima de 1715 rpm. O sistema deslizante possui mecanismo redutor de velocidade, que fica acoplado ao conjunto de pulverização, composto por engrenagens e corrente permitindo o controle da velocidade. As pulverizações foram realizadas sob a pressão de trabalho de um bar. A pulverização foi feita a 30 cm de altura acima de plantas de soja, com 95 dias após o plantio e estágio de desenvolvimento R4 (Fig.1). O experimento foi em blocos casualizados, com quatro repetições (plantas) em arranjo fatorial 3 x 5 x 2, consistindo-se por três diferentes pontas (i. TTJ60 110.03 VP Teejet®, azul, jato plano duplo; de vazão de 1,08 L.min⁻¹; ii. AXI 110.04 Jacto®, vermelha, jato plano simples, de vazão de 1,44 L.min⁻¹; iii. AXI 110.05 Jacto®, marrom, jato plano simples, de vazão de 1,89 L.min⁻¹). As aplicações de cada uma das

pontas foram avaliadas em cinco velocidades de trabalho (i. 0,54 km.h⁻¹; ii. 1,08 km.h⁻¹; iii. 1,8 km.h⁻¹; iv. 2,16 km.h⁻¹; v. 2,7 km.h⁻¹), ajustadas no controle de redução de frequência, sendo essas, respectivamente, 5, 10, 15, 20 e 25 hertz e, nos dois estratos (terços superior e médio) das plantas de soja pulverizadas foram realizadas as coletas dos folíolos para a quantificação de caulim.

A calda de pulverização foi caulim (Caolim Azzi Ltda, Mar de Espanha, MG) na concentração de 60 g.L⁻¹ em suspensão na água e espalhante adesivo Agral® (Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, Paulínia, SP) a 0,05%. Passados 15 minutos para secagem da pulverização, folíolos das plantas de soja foram coletados, dos dois referidos estratos, e acondicionados em frascos de vidro de 40 mL de tampa plástica roscável com tara previamente registrada, (Decorlex Ind. e Com. Ltda). Na sequência o material foi levado para o laboratório para processamento.

Determinação do volume de calda aplicado. O volume de aplicação da calda da suspensão de caulim em L.ha⁻¹ foi calculado para cada uma das três pontas, nas cinco velocidades de trabalho, utilizando-se como referência a densidade de plantas de soja de 600.000 plantas/ha e a faixa de aplicação da ponta de 0,5m, na seguinte fórmula: $Q = 600 \cdot q / v \cdot f$; sendo: Q= volume de aplicação de calda (L.ha⁻¹); q= vazão de calda por ponta (L.min⁻¹); v= velocidade de deslocamento (km.h⁻¹) e f= faixa de aplicação de cada ponta (m).

Avaliação de deposição de caulim por pesagem. Depois de feitas as fotografias para o estudo de imagem e quantificação de cobertura, os folíolos foram lavados com (150 mL) de álcool etílico 95%. Os frascos com a suspensão alcoólica de caulim foram colocados em estufa até obtenção de peso constante.

Análise estatística. Os dados de porcentagem de cobertura foliolar, volume depositado nas etiquetas, volume de calda depositado nos folíolos foram submetidos à análise de variância empregando-se o PROC GLM do programa de análise estatística SAS e as médias foram comparadas empregando-se o teste de Tukey HSD (SAS Institute 2001) e as curvas de cobertura nas três velocidades e dois estratos foram analisadas no PROC REG do SAS (SAS Institute 2001). Depois de ajustadas ao modelo exponencial ($P < 0,05$), as

inclinações das regressões foram comparadas usando PROC MIXED do SAS (SAS Instituto 2001).



Fig. 1 - Pulverizador montado em trilho deslizante e plantas de soja no estágio R4 após receber pulverização de calda contendo caulim 6%.

RESULTADOS

Avaliação da deposição e cobertura de pulverização hidráulica de caulim nas plantas de soja no campo, através de pigmento traçador e espectrofotometria. Nas folhas com caulim a percentagem de cobertura entre os três estratos da planta diferiram ($F_{2,4} = 30,95$; $P < 0,0001$). O terço superior apresentou maior porcentagem de cobertura com média ($\pm EP$) $29,369\% \pm 3,701$ e foram semelhantes entre o terço médio e inferior, com médias e ($\pm EP$), respectivamente $0,335\% \pm 0,123$ e $0,334\% \pm 0,128$.

Foi resgatada maior quantidade de pigmento nas folhas pulverizadas somente com a solução de Azul Brilhante do que no tratamento em que se tinha a suspensão de caulim a 6% + Azul Brilhante (Fig. 2). Essa diferença em volume de calda foi significativamente menor ($F_{1, 26} = 11,47$; $P = 0,0044$) em consequência de menor volume do pigmento presente no sobrenadante coletado para análise

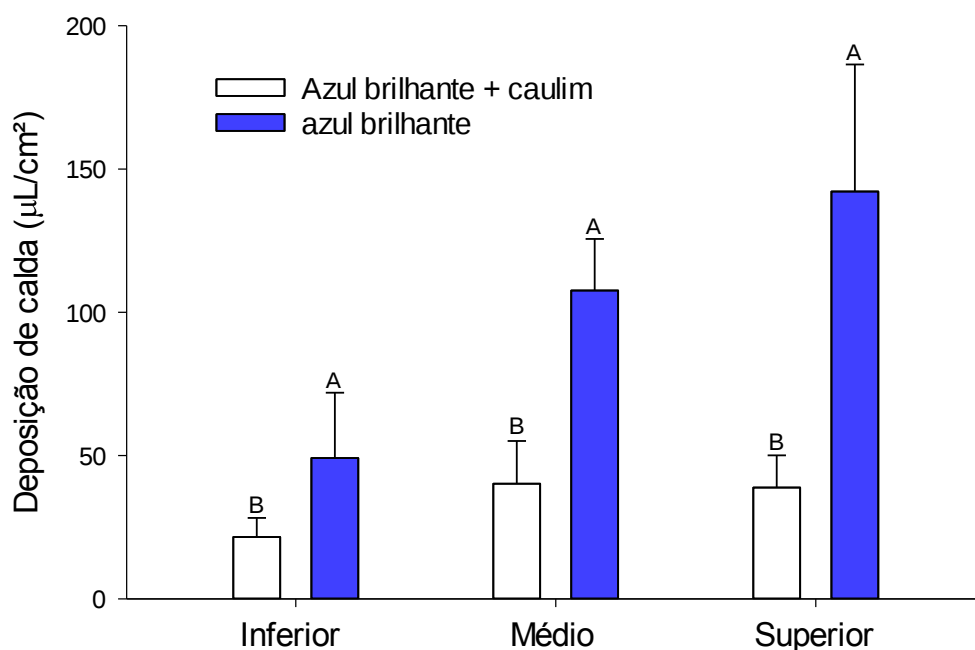


Fig. 2 – Volume médio ($\pm EP$) de deposição de dois tipos de caldas (solução do pigmento traçador “Azul Brilhante” e pigmento traçador “Azul Brilhante” + suspensão de caulim) aplicadas com pulverizador hidráulico costal em plantas de soja e coletadas dos três estratos das plantas (terços inferior, médio e superior). Tratamentos acompanhados de letras diferentes apresentam diferença estatística pelo teste F a 0,05 de probabilidade.

Análise das imagens e determinação da porcentagem de cobertura por caulim. As vinte e sete etiquetas de amostragem produzidas pela pulverização, contendo a calda de caulim, não puderam ser usadas para estimar o volume depositado através da equação de correção de diâmetro de espalhamento, espectro de gotas e parâmetros gerais de estudo de população de gotas (Fig. 3).

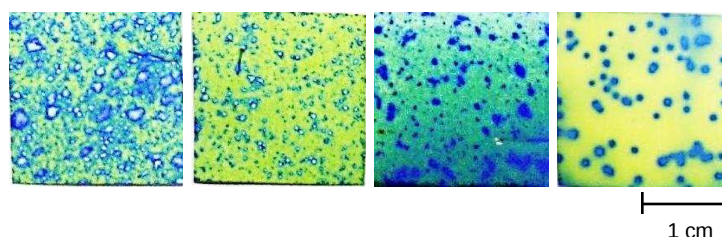


Fig. 3 – A e B - etiquetas hidrossensíveis que receberam pulverização com caulim, do terço superior e médio (da esquerda para direita). C e D - etiquetas hidrossensíveis que receberam pulverização sem caulim.

Aplicação com pulverizador montado em trilho deslizante. Pontas de maior vazão são recomendadas para aplicação de suspensões, por proporcionarem maior segurança para evitar entupimentos e melhor cobertura, mas a ponta de jato plano duplo azul apesar de mais baixa vazão, em relação à ponta de jato plano simples vermelha, permitiu formação de filme de caulim mais regular na folha em relação às outras pontas vermelha e marrom; A ponta marrom, resultou menor porcentagem de cobertura foliar em todas velocidades de trabalho (tab. 1, fig. 4 e fig. 5).

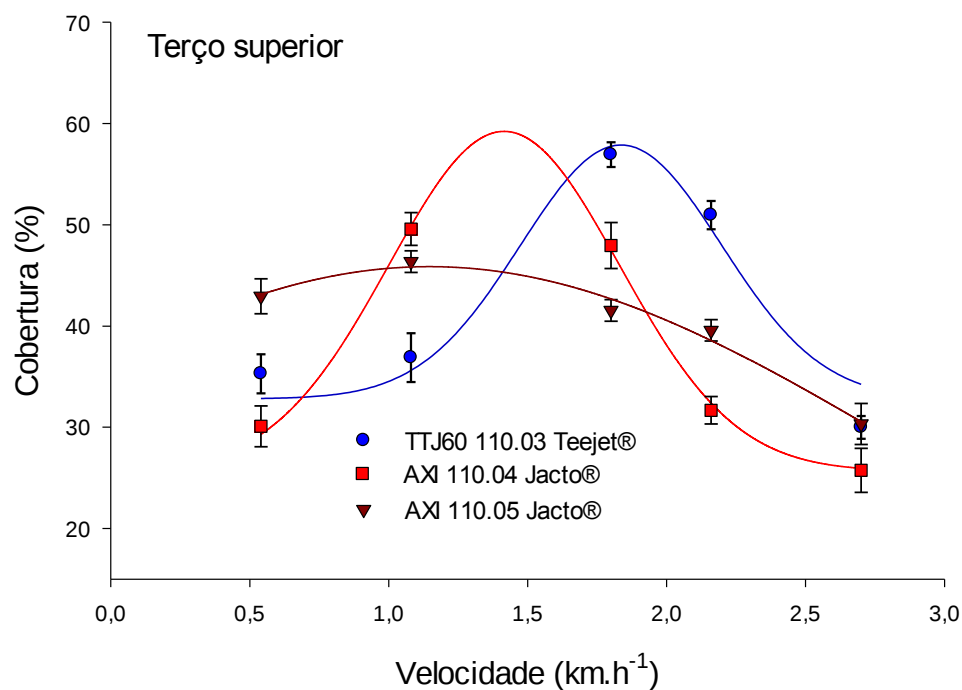


Fig. 4 - Porcentagem de cobertura dos folíolos do terço superior das plantas de soja, resultante da pulverização hidráulica da suspensão de caulim em água, na concentração 60g/L, com três diferentes pontas em cinco velocidades.

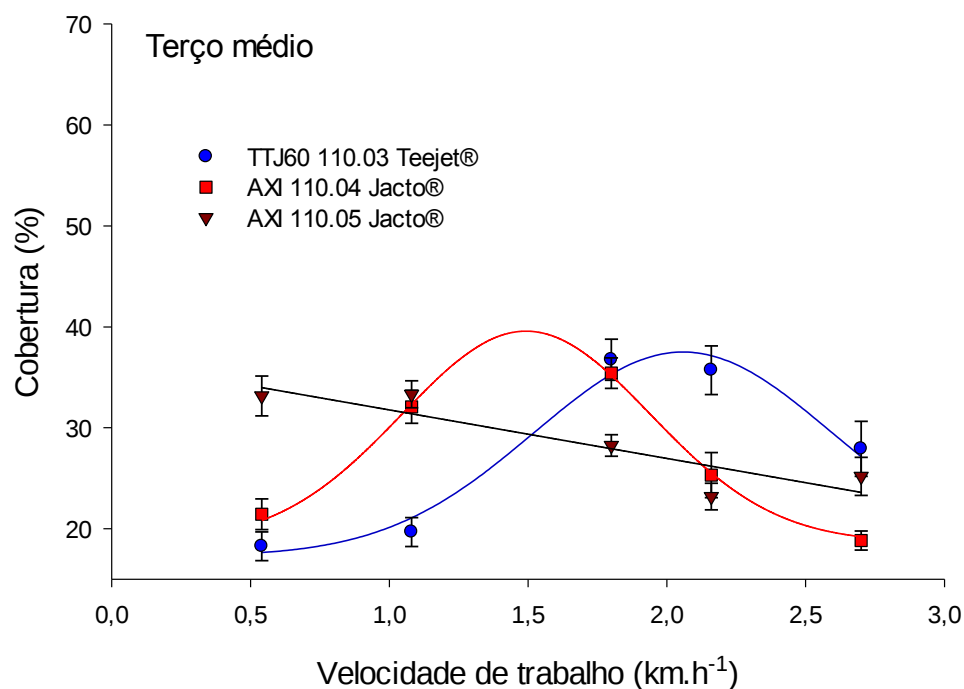


Fig. 5 - Porcentagem de cobertura dos folíolos do terço médio das plantas de soja, resultante da pulverização hidráulica da suspensão de caulim em água, na concentração 60g/L, com três diferentes pontas em cinco velocidades.

Tabela 1. Cobertura de caulim em função da variação de velocidade de trabalho para três tipos de pontas de pulverização hidráulica em folíolos de dois estratos de plantas de soja. Modelos matemáticos, respectivos parâmetros, graus de liberdade e valores de *P*.

Modelo - Cobertura	Parâmetros				G _{lerro}	F	R ² Ajustado
	y _o	a	x _o	B			
TTJ60 110.03 Teejet® Azul							
Terço superior y=y _o +a.exp(-0,5((x-x _o)/b) ²)	32,7985 ± 2,01	25,0806 ± 2,64	1,8364 ± 0,06	0,3614 ± 0,07	79	34,9	0,56
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	<0,0001	-
Terço médio y=y _o +a.exp(-0,5((x-x _o)/b) ²)	17,2795 ± 3,19	20,2378 ± 3,41	2,0584 ± 0,09	0,5349 ± 0,13	79	14,3	0,34
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	<0,0001	-

AXI 110.04 Jacto® Vermelha							
Terço superior y=y _o +a.exp(-0,5((x-x _o)/b) ²)	25,6579 ± 2,69	33,5694 ± 4,15	1,4153 ± 0,03	0,4154 ± 0,08	79	28,9	0,51
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	<0,0001	-
Terço médio y=y _o +a.exp(-0,5((x-x _o)/b) ²)	18,6602 ± 2,54	20,9216 ± 3,13	1,4929 ± 0,04	0,4471 ± 0,11	79	16,1	0,36
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	<0,0001	-

AXI 110.05 Jacto® Marrom							
Terço superior y=a.exp(-0,5((x-x _o)/b) ²)	-	45,8711 ± 1,25	1,1460 ± 0,13	1,7229 ± 0,22	79	22,2	0,35
P	-	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	<0,0001	-
Terço médio y=y _o +ax	36,5699 ± 2,09	-4,8039 ± 1,14	-	-	79	17,6	0,17
P	<0,0001	<0,0001	-	-	-	<0,0001	-

Determinação do volume de calda aplicado. A ponta AXI 110.04 Jacto® Vermelha na velocidade de 1,08 km.h⁻¹, apresentou máxima cobertura aproximada à ponta TTJ60 110.03 Teejet® Azul na velocidade de 1,8 km.h⁻¹, entretanto o gasto em volume de aplicação é 1,5 vezes maior do que a ponta de leque duplo azul (tab. 2). A ponta AXI 110.05 Jacto® Marrom, de maior vazão, produziu baixa porcentagem de cobertura foliar em todas as velocidades de trabalho, e com volumes de calda aplicados variáveis e superiores às pontas vermelha (150-1000L) e azul (350-1800L). A ponta

marrom apresentou-se menos apropriada para aplicação do caulim em volume de calda aplicado e qualidade de cobertura (tab. 1 e tab. 2).

Tabela 2. Variação do volume de calda aplicado ($L \cdot ha^{-1}$) em função da variação de velocidade de trabalho para três tipos de pontas de pulverização hidráulica.

Tipos de pontas	Volume de calda estimado ($L \cdot ha^{-1}$)				
	0,54 $km \cdot h^{-1}$	1,08 $km \cdot h^{-1}$	1,8 $km \cdot h^{-1}$	2,16 $km \cdot h^{-1}$	2,7 $km \cdot h^{-1}$
TTJ60 110.03 Teejet® Azul	2400	1200	720	600	480
AXI 110.04 Jacto® Vermelha	3200	1600	960	800	640
AXI 110.05 Jacto® Marrom	4200	2100	1260	1050	840

Avaliação de deposição de caulim por pesagem. O pico de deposição de caulim nas folhas com a ponta TTJ60 110.03 Teejet® Azul ocorreu em menor velocidade ($1,08 \text{ km} \cdot h^{-1}$) relativa à velocidade em que ocorreu o pico de cobertura porcentual ($1,8 \text{ km} \cdot h^{-1}$). (tab. 4, fig. 6 e fig. 7).

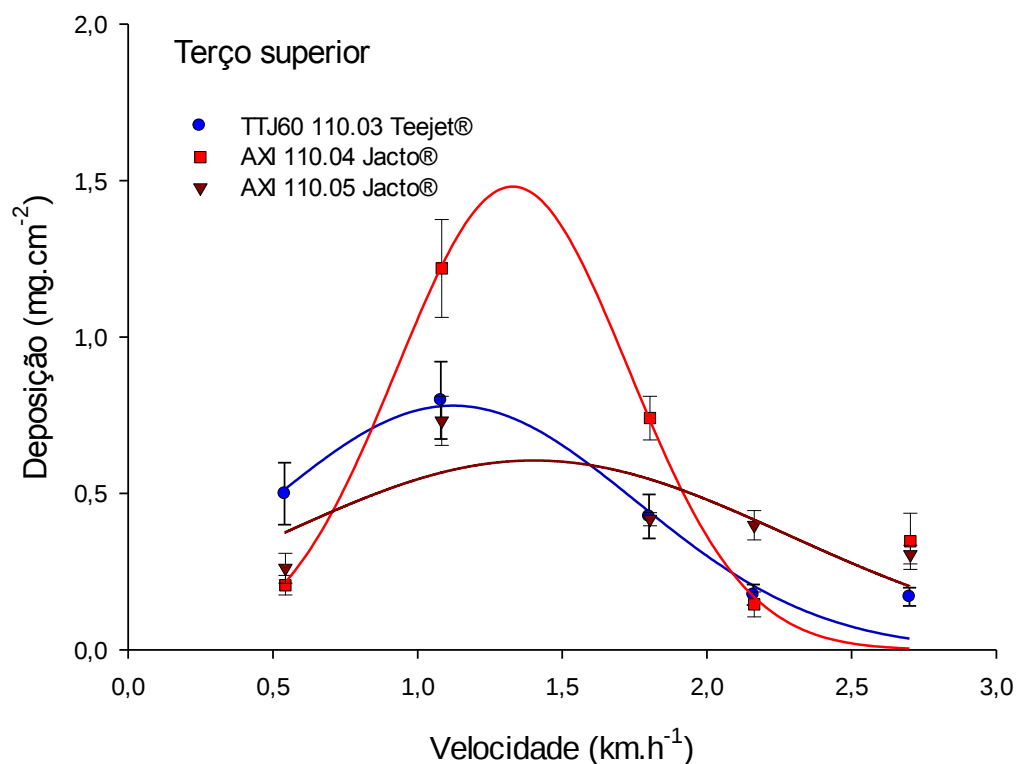


Fig. 6 - Deposição de caulim nos folíolos do terço superior das plantas de soja, resultante da pulverização hidráulica da suspensão de caulim em água, na concentração 60 g.L⁻¹, com três diferentes pontas em cinco velocidades.

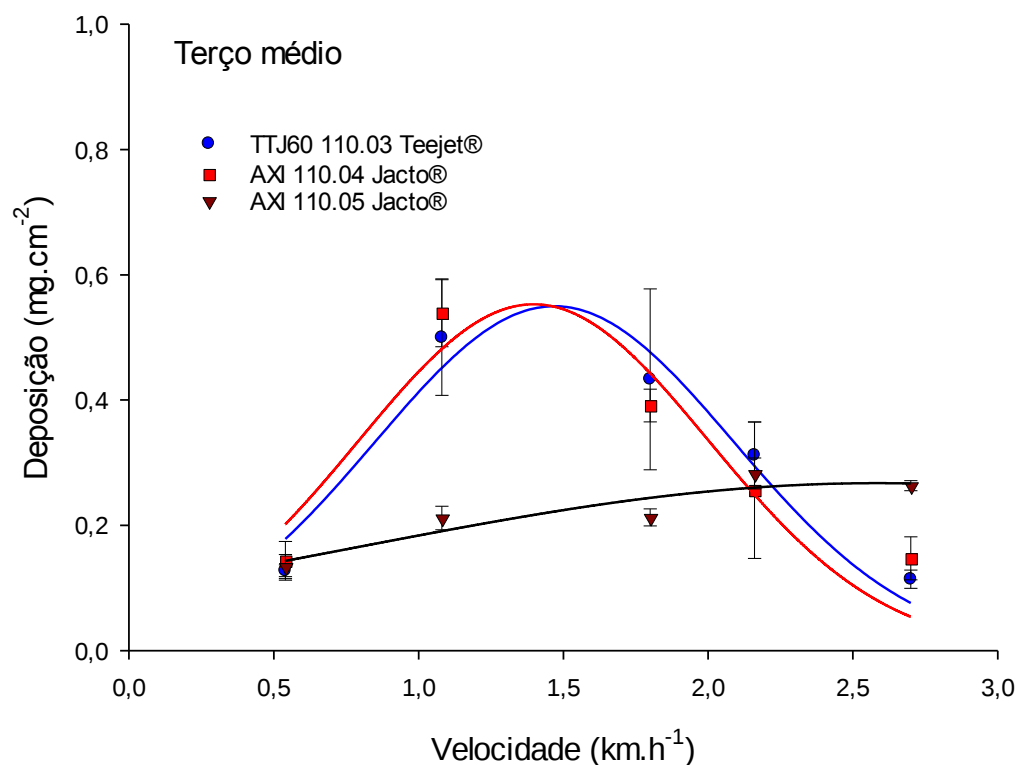


Fig. 7 – Deposição de caulim nos folíolos do terço médio das plantas de soja, resultante da pulverização hidráulica da suspensão de caulim em água, na concentração 60 g.L⁻¹, com três diferentes pontas em cinco velocidades.

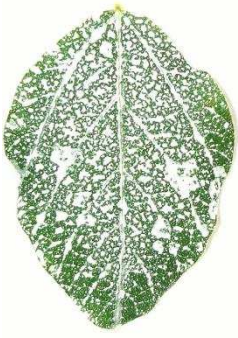
Tabela 3. Deposição de caulim em função da variação de velocidade de trabalho para três tipos de pontas de pulverização hidráulica em folíolos de dois estratos de plantas de soja. Modelos matemáticos, respectivos parâmetros, graus de liberdade e valores de *P*.

Modelo - Deposição	Parâmetros			G _{erro}	F	R ² Ajustado
	a	x ₀	b			
TTJ60 110.03 Teejet® - Azul						
Terço superior y=a.exp(-0,5((x-x ₀)/b) ²)	0,7803 ±0,09	1,1226 ±0,09	0,6347 ±0,09	19	12,9	0,56
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	<0,0004	-
Terço médio y=a.exp(-0,5((x-x ₀)/b) ²)	0,5500 ±0,09	1,4691 ±0,09	0,6188 ±0,13	19	6,3	0,36
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	=0,0089	-

AXI 110.04 Jacto® - Vermelha						
Terço superior y=a.exp(-0,5((x-x ₀)/b) ²)	1,4810 ±0,24	1,3285 ±0,05	0,4004 ±0,06	19	16,6	0,62
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	<0,0001	-
Terço médio y=a.exp(-0,5((x-x ₀)/b) ²)	0,5531 ±0,09	1,3973 ±0,09	0,6038 ±0,09	19	7,1	0,39
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	=0,0056	-

AXI 110.05 Jacto® - Marrom						
Terço superior y=a.exp(-0,5((x-x ₀)/b) ²)	0,6050 ±0,08	1,4014 ±0,12	0,8791 ±0,17	19	4,4	0,26
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	=0,0288	-
Terço médio y=a.exp(-0,5((x-x ₀)/b) ²)	0,2673 ±0,02	2,5847 ±0,66	1,8307 ±0,65	19	9,5	0,47
P	<0,0001	<0,0001	=0,0119	-	=0,0017	-

Tab. 4 - Folíolos dos maiores médias percentuais de cobertura para as três pontas de pulverização hidráulica de plantas de soja no terço superior, obtidas nas velocidades de 1,08 km.h⁻¹ para as pontas marrom e vermelha e 1,8 km.h⁻¹ para a ponta azul; no terço médio as maiores médias foram obtidas nas velocidades de 0,54 km.h⁻¹ para a ponta marrom, 1,08 km.h⁻¹ para a ponta vermelha e 2,16 km.h⁻¹ para a ponta azul.

Pontas de pulverização	Estratos da planta	
	Superior	Médio
TTJ60 110.03 Teejet® Azul		
AXI 110.04 Jacto® Vermelha		
AXI 110.05 Jacto® Marrom		

DISCUSSÃO

O menor volume do pigmento azul brilhante, do tratamento de calda com caulim, possivelmente, aconteceu pelas características físicas das partículas do mineral caulim, como porosidade e potencial sortivo, que adsorveu o pigmento (fig. 3). A quantificação através do sobrenadante da suspensão de caulim levaria a subestimação dos valores de volume de calda depositada

sobre a folha. Estudos específicos sobre a adsorção de pigmento azul brilhante seriam necessários para que se possa quantificar a capacidade de retenção do pigmento nas partículas do mineral. Nos estudos com os defensivos comuns, quando quantifica-se o pigmento, tem-se seguramente o registro da deposição do produto. Ou seja, para o estudo com o caulim onde se tem líquido (pigmento) não se registra necessariamente a presença de caulim.

Sobre a diferença de porcentagens de cobertura por caulim em folíolos entre os estratos das plantas é frequente nas pulverizações hidráulicas, menor cobertura nos estratos inferiores das plantas de soja (Cunha, 2011). Aplicações com melhor penetração de calda ao longo dos estratos das plantas podem ser obtidas com atomizador, tendo como empecilho o fato da dependência de condições climáticas adequadas em razão do espectro de gotas com esse tipo de pulverizador ser bastante suscetível à deriva (Cunha et al, 2016) e em plantas de soja não conseguimos adequar metodologia de aplicação e as plantas tombaram.

O uso de etiquetas não foi adequado para quantificar cobertura de caulim no dossel das plantas de soja. As etiquetas apresentaram formação de agregados de partículas de caulim ao centro das gotas, alterou o padrão deposição de gotas, estudo de população de gotas ou mesmo cobertura de caulim ficaram inviáveis de ser avaliados (fig. 3). A Utilização direta da folha seria mais adequada e viável para quantificar cobertura e, a deposição pode ser realizada por pesagem do caulim da superfície foliar como realizado por Showler, 2002.

Nas melhores coberturas foliar proporcionadas pelas pontas marrom e vermelha foi possível observar nas folhas dos terços superiores aspecto da ocorrência de efeito guarda-chuva, provável pela formação de gotas muito grandes, pesadas, que tem tendência ao escorrimento (tab. 1 e tab. 4, fig. 4 e fig. 5).

Pressões de trabalho baixas formam gotas maiores, por isso, muito provavelmente as pontas de maiores vazões formaram gotas que em velocidades menores resultaram em escorrimento de calda e baixo percentual de cobertura. Os terços médios apresentaram menores deposição e cobertura (Tab. 1 e 3, Fig. 4, 5, 6 e 7) foliar da calda, mas é comum que gotas grandes

independente do tipo de ponta resultem em menores cobertura e deposição da calda (Ozkan et al, 2006, Villalba et al, 2009, Cunha et al, 2011) é o chamado efeito guarda-chuva (Antuniassi & Baio, 2004 e 2008), que acontece a medida que a planta avança estágios de crescimento (Zhu, 2002) e o maior enfolhamento dos estratos superiores cobrem as folhas dos estratos mais baixos. A ponta marrom, levou às menores porcentagens de cobertura foliar em todas velocidades mostrando-se não apropriada para aplicação do caulim nas condições de trabalho do ensaio.

O pico de deposição de caulim nas folhas com a ponta TTJ60 110.03 Teejet® Azul ocorreu em menor velocidade ($1,08 \text{ km.h}^{-1}$) relativa à velocidade em que ocorreu o pico de cobertura porcentual ($1,8 \text{ km.h}^{-1}$). (tab. 4, fig. 6 e fig. 7). A deposição nesse caso não foi parâmetro de qualidade de distribuição do pulverizado. A aglutinação e sobreposição do caulim aplicado ocorreram e a distribuição do produto não foi homogênea. Além disso, referenciar-se pela qualidade de cobertura para conduzir a uma aplicação de maior rendimento, em razão dos picos de cobertura porcentuais do folíolo acontecerem em maiores velocidades de trabalho do que nas velocidades onde ocorrem as máximas deposições do caulim. Referenciando-se pela cobertura, a aplicação será executada com mais eficiência em uso de água para calda de pulverização em relação à execução do trabalho de aplicação (tab. 3 e 4, fig. 4, fig.5, fig. 6 e fig. 7).

CONCLUSÕES

A etiqueta hidrossensível não foi adequada para avaliar a cobertura por caulim. A ocorrência de sorção do pigmento azul brilhante pelas partículas de caulim inviabilizou o emprego desse traçador para estudo de deposição foliar da suspensão de caulim.

As pontas que resultaram em maior cobertura porcentual foram de jato tipo leque modelo duplo azul da Teejet®; de vazão de $1,08 \text{ L.min}^{-1}$, seguida da ponta de jato tipo leque simples vermelho AXI 110.04 da Jacto®, de vazão de $1,44 \text{ L.min}^{-1}$. Ambas pontas proporcionaram cobertura foliar média aproximada a 60% com volumes estimados de calda aplicados, respectivamente de 720 L.ha^{-1} e 1250 L.ha^{-1} .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antuniassi, U. R. 2009. Conceitos básicos da tecnologia de aplicação de defensivos para a cultura da soja. *Boletim de Pesquisa de Soja*, 13: 299-317.
- Antuniassi, U. R.; Baio, F. H. R. 2008. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: Vargas, L.; Roman, E. S. *Manual de manejo e controle de plantas daninhas*. Passo Fundo: Embrapa trigo. p. 174-175.
- Antuniassi, U. R.; Baio, F. H. R. 2004. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: Vargas, L.; Roman, E. S. (Ed.). *Manual de manejo e controle de plantas daninhas*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. p. 145-184.
- Boari, F., Donadio, A., Schiattone, M. I., Cantore, V. 2015. Particle film technology: A supplemental tool to save water. *Agricultural Water Management*, 147(1): 154-162.
- Carrero, J. M. 1996. *Maquinaria para tratamientos fitosanitarios*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 159pp.
- Chaim, A. 2009. *Manual de tecnologia de aplicação de agrotóxicos*. Embrapa Informação Tecnológica. Embrapa Meio Ambiente, 77pp.
- Chaim, A.; A.H.N. Maia, M.C.P.Y Pessoa. 1999. Estimativa da deposição de agrotóxicos por análise de gotas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(6): 963-969.
- Cunha, A. R. J. P., Marques, R. S., Alves, S. G. 2016. Deposição da calda na cultura da soja em função de diferentes pressões de trabalho e pontas de pulverização. *Revista Ceres*, 63(6): 761-768.
- Cunha, A. R. J. P., Farnese, A. C., Martinez, J. J. O. Farinha, J. V. 2011. Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. *Engenharia Agrícola*, 31(2): 343-351.
- Cunha, J. P., Moura, E. A., da Silva Júnior, J. L., Zago, F. A., Juliatti, F. C. 2008. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. *Engenharia Agrícola*. 28(2): 283-291.
- Djurović, N., Ćosić, M., Stričević, R., Savić, S., Domazet, M. (2016). Effect of irrigation regime and application of kaolin on yield, quality and water use efficiency of tomato. *Scientia Horticulturae*, 201: 271-278.
- Glenn, D.M. & G. Puterka. 2005. Particle films: a new technology for agriculture. In: *Horticultural Reviews*. Volume 31. Edited by Jules Janick. 44p. Disponível:
<http://media.wiley.com/product_data/excerpt/47/04716669/0471666947.pdf> último acesso 15/03/2013.
- Harben, P. W. 1995. *The industrial minerals handbook II: A guide to markets, specifications, and prices*. Arby Industrial Minerals Division Metal Bulletin. PLC, London, 253pp.
- Jifon, J.L. & J.P. Syvertsen. 2003. Kaolin particle film applications can increase photosynthesis and water use efficiency of 'ruby red' grapefruit leaves. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 128(1): 107-112.

- Moftah, A.E. & A.I. Al-Humaid. 2004. Effects of kaolin and pinolene film-forming polymers on water relations and photosynthetic rate of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *Agricultural Sciences*, 6(2): 16-22.
- Ozkan, H. E., Zhu, H., Derksen, R. C., Guler, H., Krause, C. 2006. Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control Asian soybean rust. *Aspects of Applied Biology*, 77: 423-431.
- Palladini, L.A., C.G. Raetano, E.D. Velini. 2005. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, 62(5): 440-445.
- SAS Institute. 2001. SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2MO. Cary: SAS Institute Inc.
- Showler, A.T. 2002. Effects of kaolin-based particle film application on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) injury to cotton. *Journal of Economic Entomology*. 95(4): 754-762.
- Skoog, D.A., F.J. Holler, T.A. Nieman. 2002. *Princípios de análise instrumental*. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 836 pp.
- Sotelo-Cuitiva, Y.M., H. Restrepo-Díaz, A. García-Castro, A. Ramírez-Godoy, V.J. Flórez-Roncancio. 2011. Effect of kaolin film particle applications (Surround WP®) and water deficit on physiological characteristics in rose cut plants (rose spp l.). *American Journal of Plant Sciences*. 2: 354-358.
- Villalba, J., Dagoberto, M., Costa, N., Domingos, V. 2009. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estágio R1. *Ciência Rural*, 39(6): 1738-1744.
- Zhu, H., Rowland, D. L., Dorner, J. W., Derksen, R. C., Sorensen, R. B. 2002. Influence of plant structure, orifice size, and nozzle inclination on spray penetration into peanut canopy. *Transactions of the ASAE*, 45(5): 1295.

CAPÍTULO II

TRISSOLCUS BROCHYMENAE PARASITA DIFERENTES PERCEVEJOS: ONÍVORO “PREDADOR” E HERBÍVORO “PRAGA”

RESUMO

Os percevejos tem se destacado na cultura da soja, entre as pragas que mais causam redução na produtividade. Eles sugam as vagens comprometendo o desenvolvimento e consequentemente a qualidade dos grãos. No campo, esses herbívoros podem ser controlados naturalmente por insetos entomófagos. Em razão das complexidades inerentes à dinâmica de populações nos agroecossistemas, o entendimento das relações hospedeiro-parasitoide em *Trissolcus brochymenae* (Hymenoptera: Platygasteridae) é necessário, especialmente, por esse parasitar tanto ovos de percevejos “praga”, como, o *Euschistus heros*, quanto “predadores”, como o *Podisus nigrispinus*, que podem estar presentes em cultivos de soja. A existência de efeito pré-imaginal possível de interferir na preferência de escolha por hospedeiro e resposta funcional podem ser determinantes para compreender o potencial de uso de *T. brochymenae* no manejo de pragas. Assim, foram realizados em laboratório experimentos de biologia em *E. heros*, comportamento de escolha de hospedeiro e resposta funcional nos dois tipos de hospedeiros. Adultos emergidos dos dois tipos de hospedeiro foram testados, quanto ao parasitismo, em função da variação de densidades de ovos (3, 6, 12, 24, 48). Foi observada preferência de *T. brochymenae* por parasitar ovos do predador *P. nigrispinus* ao invés de *E. heros*, independentemente de qual espécie de percevejo esse tenha sido criado. O parasitoide respondeu positivamente ao incremento na densidade de ovos, apresentou resposta funcional tipo III, quando parasitou ovos da mesma espécie em que foi criado. Assim, *T. brochymenae* tem potencial de uso no manejo de *E. heros*, com as ressalvas de que seja criado em ovos do mesmo percevejo alvo do controle e sejam monitorados os percevejos predadores em campo, para não alterar a dinâmica de crescimento desses insetos benéficos ao manejo de lagartas.

Palavras-chave: Controle biológico, *Euschistus heros*, *Podisus nigrispinus*, resposta funcional.

CHAPTER II

TRISSOLCUS BROCHYMENAE PARASITE DIFFERENTS STINK BUGS: OMNÍVOROUS " PREDATOR " AND HERBÍVOROUS " PEST "

ABSTRACT

Stink bugs have been prominent in the soybean crop, among the pests that most cause reduction in productivity. They suck the pods compromising the development and consequently the quality of the grains. In the field, these herbivores can be controlled naturally by entomophagous insects. Due to the complexities inherent in population dynamics in agroecosystems, the understanding of the host-parasitoid relationships in *Trissolcus brochymenae* (Hymenoptera: Platygasteridae) is necessary, especially, to parasitize both "pest" eggs and such as *Euschistus heros*, and "predators", such as *Podisus nigrispinus*, which may be present in soybean crops. The existence of a possible pre-imaginal effect of interfering with host preference, parasitism performance, and functional response may be determinant for understanding the potential usage of *T. brochymenae* in pest management. Thus, laboratory experiments on *E. heros* biology, host choice behavior and functional response were performed in both types of hosts. Adults emergence of both types of host were tested for parasitism as a function of egg density variation (3, 6, 12, 24, 48). It was noticed the preference of *T. brochymenae* for parasitizing eggs of the predator *P. nigrispinus* instead of *E. heros*, regardless of which species of stink bug was created. The parasitoid responded positively to the increase in egg density, presenting type III functional response, when it parasitized eggs of the same species in which it was created. Thus, *T. brochymenae* has potential for use in the management of *E. heros*, with the rectification that it should be reared in eggs of the same stink bug control target and the predatory stink bugs in the field should be monitored, to avoid altering the growth dynamics of these beneficial insects to caterpillar management.

Keywords: Biological control, Euschistus heros, functional response, Podisus nigrispinus.

INTRODUÇÃO

A soja destaca-se como uma das culturas de maior importância econômica para o Brasil, ocupando o posto de segundo maior produtor mundial de soja, ficando atrás apenas dos EUA (CONAB 2017, USDA, 2017). Entre os fatores que provocam variações desfavoráveis à remuneração econômica da cultura, estão os custos com inseticidas para manejar pragas. Dentre essas, os percevejos tem se destacado entre os herbívoros que mais causam redução na produtividade, por sugarem as vagens, comprometendo a formação, o desenvolvimento e consequentemente a qualidade dos grãos (Panizzi *et al*, 2012). No campo, esses insetos podem ser controlados naturalmente pela ação de outros organismos entomófagos. Os parasitoides de ovos têm sido constatados e empregados no controle biológico, especialmente *Trissolcus japonicus*, no manejo de pestes invasivas em vários países da Europa, Ásia e América do Norte, em muitos casos, são considerados como os mais importantes agentes de mortalidade dos percevejos (Corrêa-Ferreira, 1993, Gariepy *et al*, 2014, Zhang *et al*, 2017), especialmente porque os eliminam ainda antes que comecem a se alimentar e causar danos à planta. *Trissolcus brochymenae* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae) é um parasitoide de ovos de percevejos comum em lavouras de soja e plantios de eucalipto onde se tem a prática de liberação massal de percevejos predadores de lagartas (Corrêa-Ferreira & Moscardi, 1995; Barcelos *et al*, 1994, Torres *et al*, 1996). Como hospedeiros desse parasitoide foram reportados os percevejos *Brontocoris tabidus* Signoret, *Podisus sculptus* Distant, *P. nigrispinus*, *P. maculiventris* Say, *P. nigrolimbatus* Spinola, *Nezara viridula* Linnaeus, *Euschistus heros* Fabricius, *Piezodorus guildinii* Westwood, *Thyanta perditor* Fabricius, *Acrosternum* spp., *Dichelops furcatus* Fabricius, e *Dichelops melacanthus* Fabricius, *Murgantia strionica* Hahn (Yeorgan, 1979; Orr *et al*, 1985; Barcelos *et al*, 1994; Corrêa-Ferreira & Moscardi, 1995; Torres *et al*, 1996; Zanuncio *et al*, 2000, Conti *et al*, 2003; Talamas *et al*, 2015), todos referidos (Hemiptera: Pentatomidae).

Para o percevejo-marrom-da-soja, *Euschistus heros* Fabricius (Hemiptera: Pentatomidae), *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae) e *Trissolcus brochymenae* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae) são parasitoides sugeridos para o controle biológico e são

referidos, na literatura preferir ovos do percevejo-marrom como hospedeiro, (Sujii et al, 2002; Laumann et al, 2010), entretanto, os estudo embasa-se em preferência de escolha entre ovos de outros percevejos herbívoros encontrados em lavoura de soja, mas em criações de parasitoide no laboratório é possível perceber a necessidade de adaptação do parasitoide a um hospedeiro diferente do qual foi criado, por algumas gerações, mesmo esse se tratando de parasitoide com amplo espectro de hospedeiros. Até que aconteça o parasitismo a fêmea de algumas espécies de parasitoide precisa encontrar, reconhecer e aceitar o ovo hospedeiro e isso ocorre possivelmente pela capacidade de discernir qual hospedeiro melhor suporta sua progênie (Silva-Torres et al, 2005).

Em razão das complexidades inerentes à dinâmica populacional nos agroecossistemas, estudos visando melhor compreensão das relações hospedeiro-parasitoide, sobre a capacidade de um parasitoide de regular a densidade do hospedeiro, e a resposta funcional direciona a esse entendimento (Schenk & Bacher, 2002). *T. brochymenae* parasitam tanto ovos de percevejos fitófagos “praga”, como, o *E. heros*, quanto zoofitófagos “predadores”, como o *Podisus nigrispinus*, que podem estar presentes em cultivos de soja. A existência de efeito pré-imaginal a memória que o adulto do parasitoide traz sobre o ovo hospedeiro do qual se alimentou na fase jovem, ou seja, o aprendizado de odores do ambiente larval e na transição da emergência e início da idade adulta (Corbet, 1985).

Informações sobre aspectos biológicos desse parasitoide na literatura referem-se a variações termais de criação em ovos de percevejo predador, e sobre resposta funcional comparada a outras espécies do mesmo gênero, mas em ovos de somente um hospedeiro, *E. heros* (Laumann et al, 2008). *T. brochymenae* tem reconhecido potencial no biocontrole, mas pouco se sabe sobre sua capacidade de parasitismo comparada entre esses percevejos de diferentes hábitos alimentares.

Uma vez que esses parâmetros biológicos e comportamentais podem ser determinantes para compreender o potencial de uso de *T. brochymenae* no manejo de pragas, objetivou-se estudar se ovos hospedeiros de dois percevejos de hábitos alimentares distintos (um predador e o outro fitófago),

nos quais a espécie do parasitoide é criada, podem interferir na escolha por hospedeiro, desempenho em parasitismo e resposta funcional da fêmea.

MATERIAL E MÉTODOS

As criações dos insetos, com exceção de *P. nigrispinus*, e execução dos experimentos aconteceram no Laboratório de Ecotoxicologia de Inseticidas do Departamento de Entomologia situados no campus da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Os predadores foram gentilmente cedidos pelo Laboratório de Controle Biológico da UFV – DDE.

Criação do percevejo *Euschistus heros*. A criação foi iniciada a partir de posturas fornecidas da Embrapa Cenargen em maio de 2012. Estas foram separadas e mantidas (massas de ± 100 ovos) em placas plásticas de Petri de ($\varnothing$ 90 mm) até eclosão das ninfas, estas a partir do segundo instar foram transferidas para as gaiolas consistidas de potes quadrados de plásticos de 5L com tampas com aberturas em tecido *voil*. Nessas gaiolas passam toda a fase ninfal e são mantidas alimentadas e procedimento de manutenção e limpeza são realizados a cada dois dias. Vagem de feijão com grãos de amendoim (*Arachis hypogaea* Linnaeus), girassol (*Helianthus annuus* Linnaeus) e soja (*Glycine max* Linnaeus), são ofertadas. Os adultos dos percevejos são mantidos em potes plásticos de 7,5 litros, com tampa hermética, para ventilação da gaiola, a tampa dessa gaiola similarmente as outras gaiolas também tem abertura forrada em tecido *voil*. Papel borrão de diâmetro igual ao do pote é colocado ao fundo da gaiola para absorção de umidade produzida com os excrementos dos insetos. Dez vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* Linnaeus), três em cada extremo radial e quatro ao fundo da gaiola e duas cartelas, equidistantes, retangulares, de papel de 60 x 80 mm de dimensão com mistura de grãos secos de soja, amendoim cru e girassol, colados com cola branca de papel atóxica e fixados nas paredes das gaiolas com ganchos feitos de clipe de papel. Três ou quatro retalhos ($\pm 50\text{mm} \times 120\text{mm}$) de tecido *voil* foram colocados, apoiados nas paredes das gaiolas, como substrato para oviposição. Em cada gaiola desta, foram mantidos, quarenta e cinco casais de cada espécie de percevejo. As posturas com 24 horas de idade foram coletadas nas gaiolas.

Criação de *Podisus nigrispinus*. Para a obtenção de posturas, foram utilizados percevejos adultos do predador, *P. nigrispinus*, obtidos pelo o

método de criação adaptado de Torres *et al.* (2006) e sob temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12h. Em gaiolas de sarrafo de madeira de 30 x 30 x 30 cm, teladas com malha de nylon, de criação, foram separadas ninfas de segundo instar de *P. nigrispinus*. Tanto às ninfas como aos adultos, foi ofertado alimento em abundância, que se consiste de presas, pupas de *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae) e água potável em chumaço de algodão hidrófilo sobre a tela superior da gaiola. A fim de evitar canibalismo, os adultos foram separados das gaiolas de adultos, assim que esses emergiram. As posturas das gaiolas de adultos foram retiradas diariamente, mantendo-se parte para a manutenção da criação do percevejo e em torno de 500 ovos frequentemente eram separados para a criação do parasitoide *T. brochymenae*.

Criação de *Trissolcus brochymenae*. A partir de parasitoides emergidos de massas de ovos de *Piezodorus guildinii* foi iniciada criação de em laboratório de duas espécies de parasitoides em ovos do percevejo herbívoro *Euschistus heros* e do percevejo predador *Podisus nigrispinus*. As posturas foram coletadas em 02/09/2012 em plantio de soja, estágio R8 na Área Experimental Professor da UFV, Aeroporto de Viçosa, Minas Gerais, localizada sob as coordenadas $20^\circ44'77''\text{S}$; $42^\circ50'82''\text{W}$. O parasitoide *T. brochymenae* foi identificado e espécimes foram depositados na “Triplehorn Insect Collection”, Ohio State University, Columbus, Oh, com número de catálogo: Osuc 495230. Em tubos de vidro de 25 mm x 140 mm ($\varnothing$ x altura) foram colados ovos do percevejo (*Euschistus heros*, $\leq 24\text{h}$) em retângulo de papel colorset cor laranja (20mm x 70mm) com cola branca. No tubo de ensaio era introduzida a cartela com os ovos já colados (em torno de 500 ovos) para cada 50-60 fêmeas. Nas paredes do tubo de ensaio forneceu-se como alimento filetes de mel para os adultos do parasitoide. Comumente os ovos eram deixados por 24 horas para que ocorresse parasitismo. No dia seguinte a cartela de ovos eram retirada e colocada em tubo limpo e os parasitoides sugados e passados para outro tubo repetindo-se o procedimento, quando necessário ampliar a criação. Os mesmos adultos eram aproveitados para parasitismo até sete dias de idade, passada essa idade eram descartados. A emergência de novos adultos de *T. brochymenae* ocorre entre nove e 14 dias (temperatura de $27 \pm 2^\circ\text{C}$ e UR 60%)

e a partir daí eram separados adultos para manutenção da criação e para o experimento.

Efeito da idade da fêmea no parasitismo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e o arranjo fatorial 2x10 (duas espécies de ovos hospedeiros e dez idades de fêmeas sem experiência prévia de parasitismo de *T. brochymenae*) com 30 repetições. As idades foram: ≤ 24 h, 24-48h, 48-72h, 72-96h, 96-120h, 120-144h, 144-168h, 168-192h, 192-216h e 216-240 (após emergência) e os ovos form de *P. nigrispinus* (≤ 24 h) e de *E. heros* (≤ 24 h). Em tubos de ensaio de 15 mm x 100 mm ($\varnothing$ x altura), foram ofertados 30 ovos de *P. nigrispinus* (≤ 24 h) em cartelas retangulares de papel cartolina branco (0,5 cm x 7,0 cm) para cada fêmea. O mesmo procedimento experimental foi realizado no parasitismo de ovos de *E. heros*. Após 24h, os ovos oferecidos ao parasitismo foram acondicionados em novos tubos acompanhando-se a emergência acumulada. A taxa de parasitismo dos ovos foi comparada entre as diferentes idades das fêmeas liberadas. Os dados de porcentagem de ovos parasitados das referidas idades foram submetidos à análise de variância pelo PROC GLM e as médias foram submetidas ao Teste de Tukey.

Biologia de *Trissolcus brochymenae* criados em ovos *Euschistus heros*.

A biologia foi realizada somente em ovos de *Euschistus heros*, consistindo de 30 repetições (casais de parasitoide). Foram pareados casais com fêmeas recém-emergidas (≤ 24 h) e machos com até 48h de idade do parasitoide, em tubos de ensaio de 15 mm x 100 mm ($\varnothing$ x altura). Diariamente foram ofertados ao parasitismo 30 ovos de percevejo *Euschistus heros* (≤ 24 h). Conforme necessidade foi fornecido filete de mel de abelha puro. Todo ensaio foi conduzido e mantido em condições de laboratório em temperatura de 27°C (± 2), fotofase de 14h e 70% (± 10) de UR. Após a exposição ao parasitismo por 24h, os ovos foram coletados, acondicionadas em tubos de vidro até a emergência do parasitoide. A partir dos dados de emergência registrados, foi determinado o tempo de desenvolvimento (ovo-adulto) dos indivíduos, calculada a taxa de parasitismo, determinados o número de descendentes produzidos por hospedeiro parasitado e a viabilidade do parasitoide, além disso, foram acompanhadas da longevidade de machos e fêmeas, período pré e pós-oviposição e registrada a razão sexual da prole. Para a averiguação de parasitismo, foram categorizados quatro resultantes de ovos: inviáveis

(amarelos), parasitados sem emergência de adultos dos parasitoides ou de eclosão de ninfas de percevejo e parasitoides emergidos, para confirmação foi feita a dissecação dos ovos com auxílio de lupa estereoscópica com 50 vezes de aumento.

O número de ovos parasitados por *T. brochymenae* do tratamento e controle foram submetidos ao teste t de comparação de médias, usando-se o PROC TTEST do SAS. O número de descendentes produzidos foi submetido à análise de regressão não linear através do procedimento de regressão não linear PROC NLIN do programa estatístico SAS (SAS Institute, 2001) e ajustada ao modelo da curva de pico Lorentziano.

Teste de preferência por hospedeiro com chance de escolha. Em arenas cilíndricas de vidro de 3,5 cm x 20 cm (Ø x altura) foram disponibilizados 30 ovos de *Euschistus heros* ($\leq 24h$) e 30 ovos de *Podisus nigrispinus* ($\leq 24h$) em cartelas retangulares (0,9 cm x 5,5 cm) de papel color set cor laranja, por fêmea. Constaram de três blocos com 10 repetições (arena/fêmea) para cada um dos tratamentos para testes com chance de escolha (totalizando 60 parcelas). As referidas cartelas contendo ovos de percevejo no caso dos testes sem chance de escolha continham ovos da mesma espécie de percevejo hospedeiro. Essas cartelas foram dispostas longitudinalmente no interior da arena, com as faces contendo os ovos colados para cima e equidistantes em relação ao orifício central da arena (ponto de liberação da fêmea do parasitoide com dimensão de Ø 0,5 cm). Cada tratamento foi de parasitoides mantidos há pelo menos cinco gerações em: i. ovos de *P. nigrispinus* e ii. ovos de *Euschistus heros*.

A escolha e parasitismo por *T. brochymenae* foram testados mediante a hipótese de igualdade de parasitismo (parasitou predador, e não parasitou predador, 50%:50% de chance) entre os tratamentos pelo PROC FREQ do SAS e interpretados pelo teste do qui-quadrado (χ^2) e o número de ovos parasitados por *T. brochymenae* dos quatro tratamentos foram submetidos à uma análise de variância considerando-se o procedimento PROC ANOVA do SAS e para o ranqueamento do parasitismo médio entre tratamentos foi realizada comparação de médias, usando-se o PROC TTEST do SAS (SAS INSTITUTE, 2001).

Resposta funcional. Parasitoides, fêmeas recém-emergidas (≤ 24 h) e machos com até 48h de idade, foram liberados em placas de petri de vidro de 90 mm x 15 mm ($\varnothing$ x altura) após a cópula fez-se a separação em tubos de ensaio de 15 mm x 100 mm ($\varnothing$ x altura) de um casal por tubo (repetição). Nesses tubos, previamente, introduziu-se tiras de papel cartolina branco de 7mm x 50mm com diferentes densidade de ovos (3, 6, 12, 24 e 48) colados com cola branca a base de água (PVA -acetato de polivinil) e na parede do tubo foi inserido filete de mel de abelha para alimentação do parasitoide. Foram 20 casais/repetições para cada densidade e tratamento (C-EhxO-Pn, criado em *E. heros* e ofertado *P. nigrispinus*; C-EhxO-Eh, criado em *E. heros* e ofertado *E. heros*; C-PnxO-Eh, criado em *P. nigrispinus* e ofertado *E. heros* e C-PnxO-Pn, criado em *P. nigrispinus* e ofertado *P. nigrispinus*). Após 24 horas de liberados os casais nos tubos, os parasitoides foram retirados e refeita a vedação, com filme perfurado para permitir troca de gases com o ambiente externo, para posterior contagem de parasitismo ao término da emergência dos adultos.

RESULTADOS

Efeito da idade da fêmea no parasitismo. A variação média da taxa de parasitismo em função da variação das idades, para as duas espécies de ovos hospedeiros *Euchistus heros* e *Podius nigrispinus* foram semelhantes no teste de comparação das curvas ($t_{GI=301,1} = -0,01$; $P \leq 0,9960$). A taxa média foi variável entre as idades, não houve interação idade x hospedeiro ($F_{=304,9} = 0,67$; $P \leq 0,7382$). Mas entre idades a diferença foi significativa ($F_{=304,9} = 99,99$; $P \leq 0,0001$). As taxas médias de parasitismo foram mais baixas para fêmeas com menos de 24 horas de idade (fig.1).

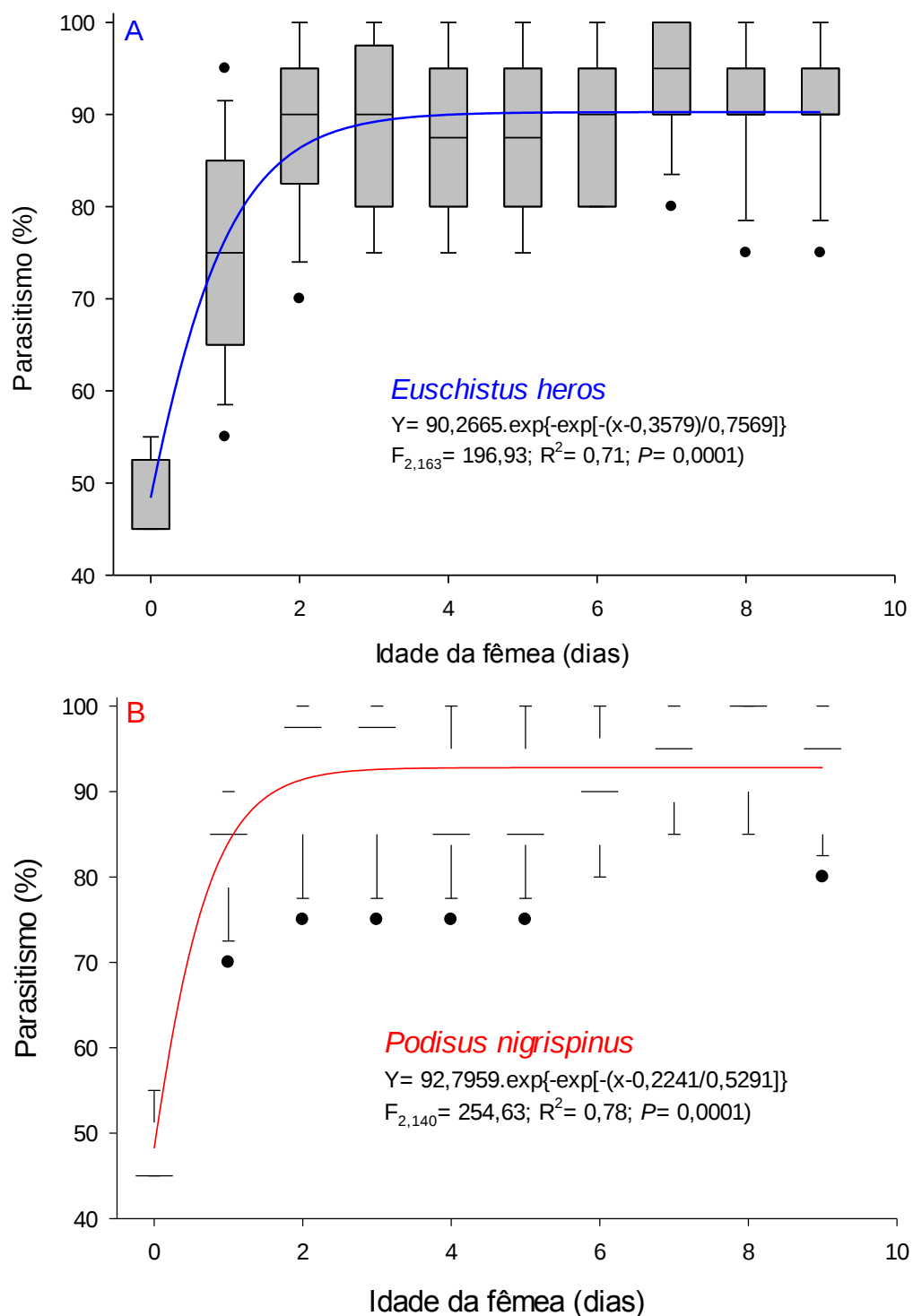


Fig. 1 – Capacidade de parasitismo de *Trissolcus brochymenae* sem experiência prévia de parasitismo, para dois hospedeiros/tratamentos (A. criado e ofertado ovo de *Euschistus heros*; B. criado e ofertado ovo de *Podisus nigrispinus*).

Biologia de *Trissolcus brochymenae* criados em ovos *Euschistus heros*.

A curva de sobrevivência do parasitoide adulto de *T. brochymenae* quando criado em ovos do percevejo *E. heros* pelo teste de Log Rank apresentou diferença significativa, com valor superior para fêmeas (Log Rank = 13,13; Gl 1; $P < 0,001$) e tempo médio de vida respectivamente 25 e 16 dias, para

machos e fêmeas. A viabilidade média de ovos foi similar entre aqueles que foram submetidos ao parasitismo e o controle, com respectivos valores, $73,9 \pm 2,4$ e $76,8 \pm 4,1$ ($t_{GI=50,1} = 0,134$; $P = 0,1849$).

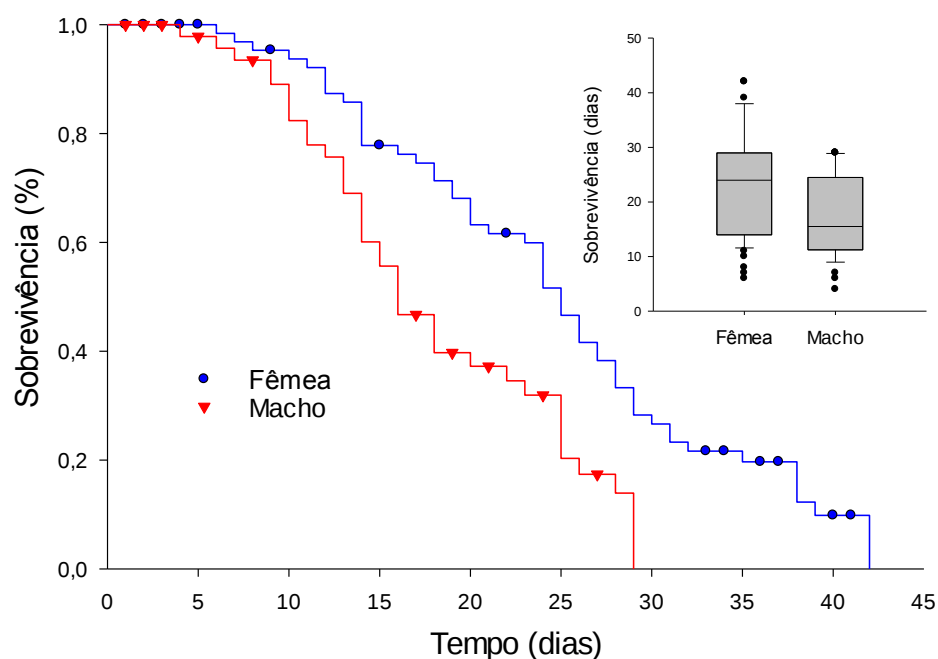


Fig. 2 - Sobrevivência de machos e fêmeas do parasitoide adulto de *Trissolcus brochymenae* quando criado em ovos do percevejo *Euschistus heros*.

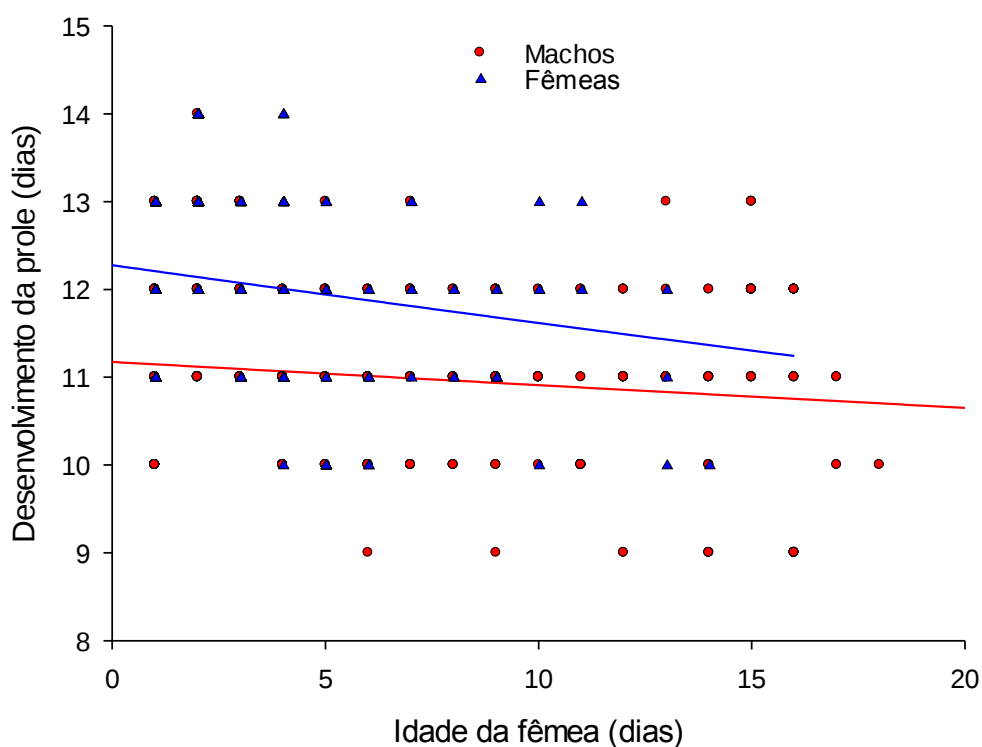


Fig. 3 – Tempo de desenvolvimento da progênie de *Trissolcus brochymenae* criada em ovos do percevejo *Euschistus heros*; machos ($Y = 11,1733 \cdot \exp(-0,0024x)$; $F_{1,491} = 9,18$; $R^2 = 0,0184$; $P = 0,0026$) e fêmeas ($Y = 12,2765 \cdot \exp(-0,0055x)$; $F_{1,538} = 13,77$; $R^2 = 0,0249$; $P = 0,0002$), em função da idade da fêmea.

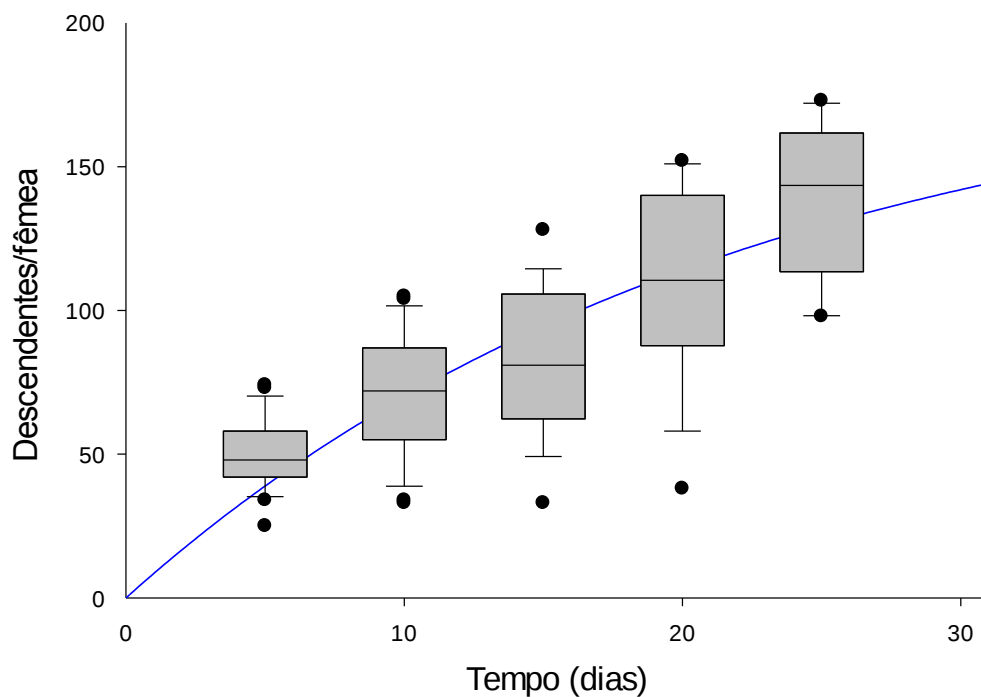


Fig.4 - Número de descendentes por fêmea de *Trissolcus brochymenae*, ao longo do tempo de vida, criadas em ovos de *Euschistus heros*.

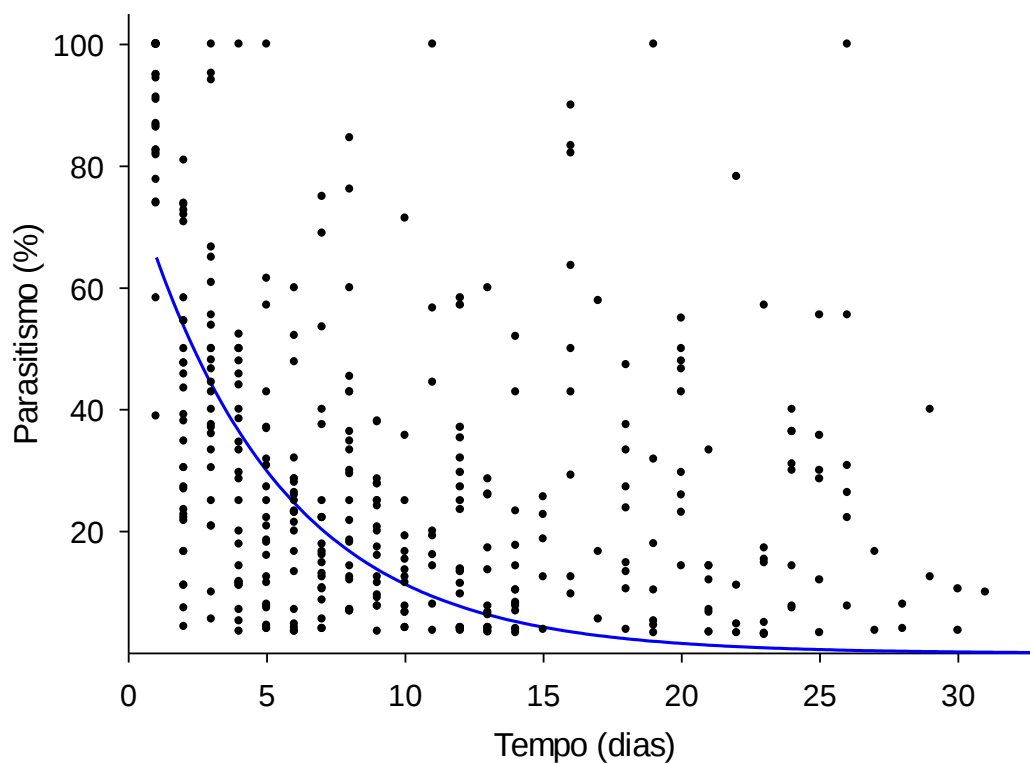


Fig.5 - Parasitismo ao longo do tempo de vida, quando criadas em ovos hospedeiros do percevejo *Euschistus heros* ($Y = 78,9686 \cdot \exp(-0,1942 \cdot x)$; $F_{1,574} = 266,14$; $R^2 = 0,32$; $P < 0.0001$).

Teste de preferência por hospedeiro com chance de escolha. Foi observada preferência de *T. brochymenae* por parasitar ovos do predador *P.*

nigrispinus ao invés de *E. heros*, independentemente da espécie de percevejo que esse tenha sido criado (Fig. 5).

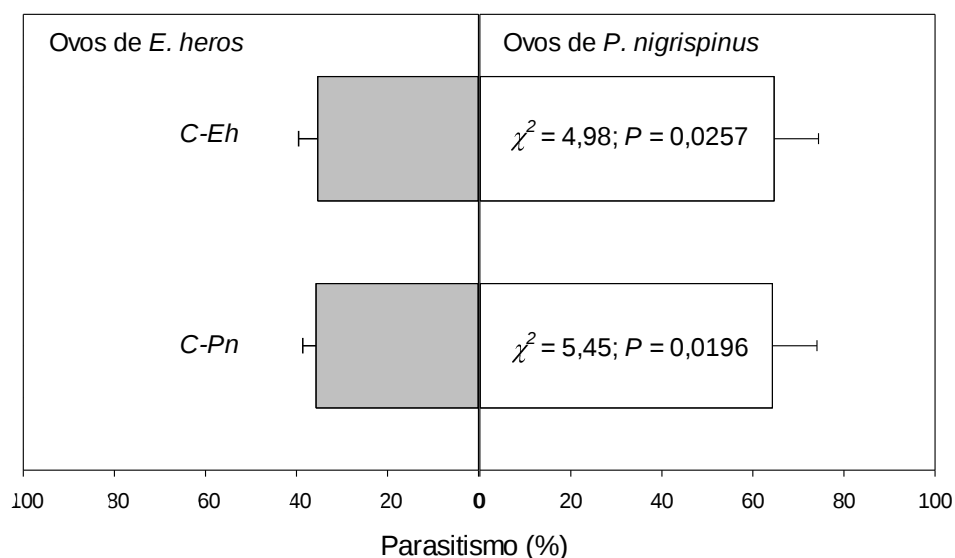


Fig. 6 – Teste com chance de escolha com o parasitoide *T. brochymenae* em arenas com massas de ovos de duas espécies de percevejo hospedeiro (*P. nigrispinus* e *E. heros*).

Resposta funcional. O parasitoide respondeu com aumento progressivo da taxa de parasitismo ao incremento na densidade de ovos, dois tratamentos apresentaram resposta funcional tipo III. Quando parasitou ovos da mesma espécie em que ele foi criado. Isso não aconteceu quando foram ofertados ovos diferentes da espécie em que foi criado. Apresentou resposta funcional tipo II para o tratamento C-EhxO-Pn e tipo I reduzindo gradualmente proporção de parasitismo quando houve incremento na densidade de ovos para o tratamento criado em *P. nigrispinus* e ofertado *E. heros* (tab.1, Fig. 7).

Tabela 1. Tipos de Resposta funcional de *Trissolcus brochymenae* relativo aos tratamentos compostos por hospedeiro criado e ofertado e “Equação de Holling”, respectivos parâmetros, graus de liberdade e valores de *P*.

Tratamento	χ^2 <i>P</i>	GL	Coeficiente da regressão logística (<i>P</i>)				RF
			Intercepto	Linear	Quadrático	Cúbico	
Equação de Holling			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	
C-EhxO-Eh							
$Y = \frac{\text{Exp}(cx^2 - bx + a)}{1 + [\text{Exp}(cx^2 - bx + a)]}$	254,06 <0,0001	96	0,5533 <0,1704	0,3166 <0,0001	-0,0061 <0,0001	-	III
C-PnxO-Pn							
$Y = \frac{\text{Exp}(dx^3 - cx^2 - bx - a)}{1 + [\text{Exp}(dx^3 - cx^2 - bx - a)]}$	1479,9 <0,0001	90	-0,4308 <0,5994	0,7734 <0,0003	-0,0359 <0,0013	0,0004 <0,0059	III
C-EhxO-Pn							
$Y = \frac{\text{Exp}(-dx^3 + cx^2 + bx + a)}{1 + [\text{Exp}(-dx^3 + cx^2 + bx + a)]}$	472,87 <0,0001	96	4,9974 <0,0001	-0,498 <0,0028	0,0219 <0,0038	-0,0003 <0,0039	II
C-PnxO-Eh							
$Y = \frac{\text{Exp}(-dx^3 + cx^2 - bx + a)}{1 + [\text{Exp}(-dx^3 + cx^2 - bx + a)]}$	431,27 <0,0001	91	0,6667 <0,1989	0,0185 <0,8699	0,0099 <0,1135	-0,0002 <0,0137	I
Tratamentos - C-EhxO-Eh (criado em <i>E. heros</i> e ofertado <i>E. heros</i>) C-PnxO-Pn (criado em <i>P. nigrispinus</i> e ofertado <i>P. nigrispinus</i>), C-EhxO-Pn (criado em <i>E. heros</i> e ofertado <i>P. nigrispinus</i>) e C-PnxO-Eh (criado em <i>P. nigrispinus</i> e ofertado <i>E. heros</i>).							

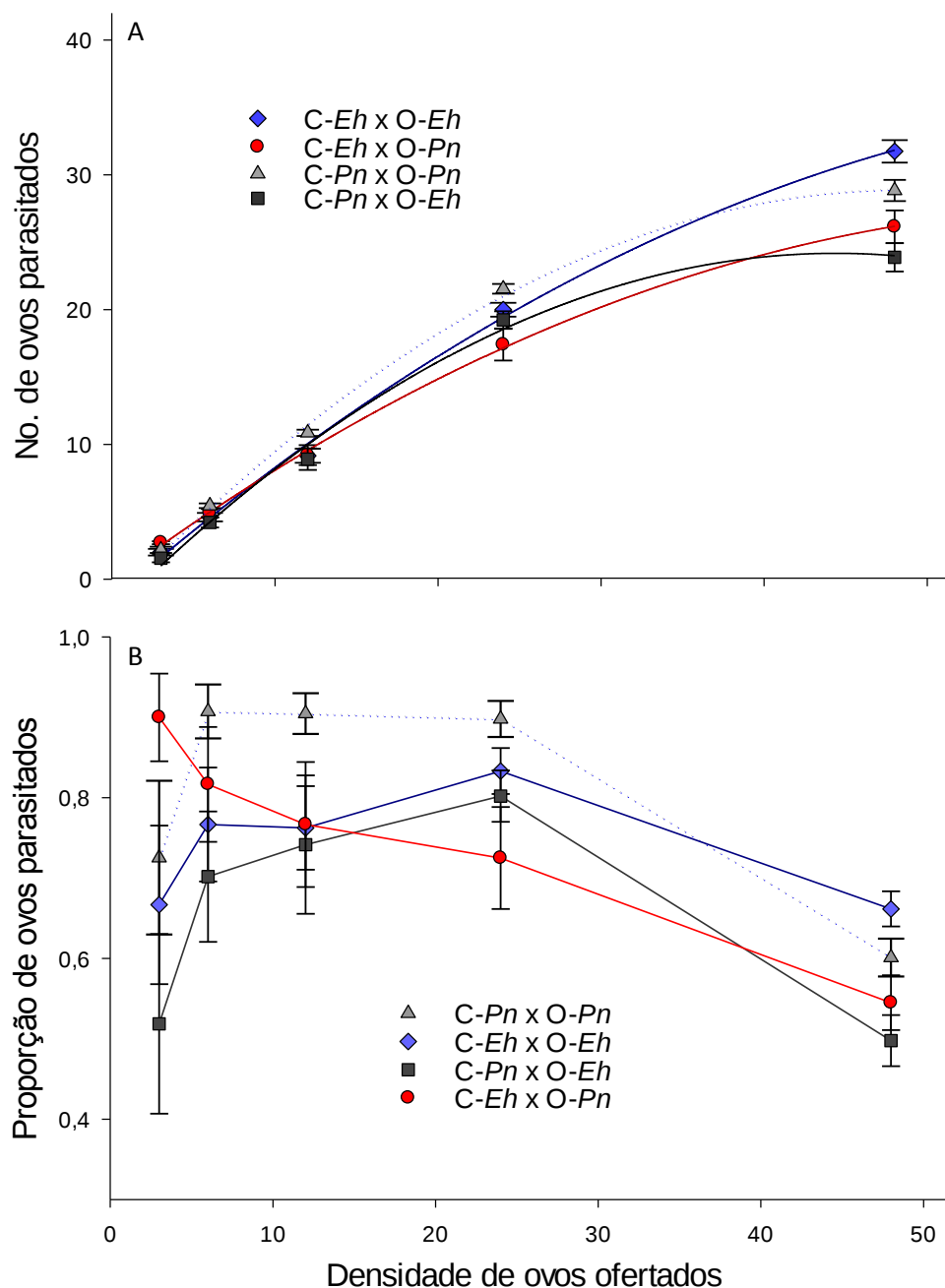


Fig. 7 – A. Regressão do número médio de ovos parasitados ($\pm$ EP) e B. proporção de ovos parasitados ao longo das densidades por *T. brochymenae*, para os tratamentos quatro tratamentos compostos por hospedeiro criado e ofertado.

Tabela 2. Incremento em parasitismo de *Trissolcus brochymenae* em função da densidade de ovos hospedeiros ofertados, modelos, respectivos parâmetros, graus de liberdade e valores de *P*.

Tratamento	Equação	r^2	Gl	F	<i>P</i>
C-EhxO-Eh	$y = -1,4703 + 1,0483x - 0,0074x^2$	0,93	96	659,09	<0,0001
C-PnxO-Pn	$y = -1,7911 + 1,2663x - 0,0131x^2$	0,96	91	637,33	<0,0001
C-EhxO-Pn	$y = -0,1265 + 0,8922x - 0,072x^2$	0,76	97	156,24	<0,0001
C-PnxO-Eh	$y = -2,4918 + 1,2015x - 0,0135x^2$	0,82	92	209,77	<0,0001

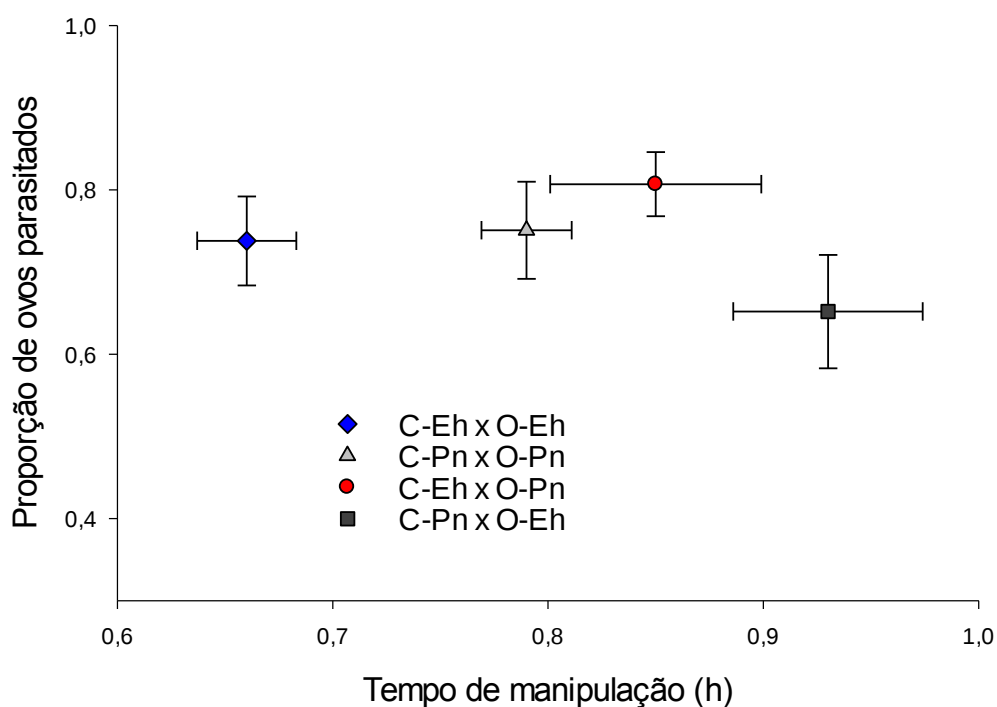


Fig. 8 - Variação média de ovos parasitados ($\pm$ EP) por *T. brochymenae* em função do tempo de manipulação de presas

Tabela 2. Tempo de manipulação de ovo hospedeiro e taxa de ataque ($\pm$ EP) intervalos de confiança de cada tratamento.

Tratamento	Tempo de manipulação $Th \pm EP$ (IC 95%)	Taxa de ataque ou parasitismo $a' \pm EP$ (IC 95%)
C-EhxO-Eh	$0,6626 \pm 0,0229$ (0,6169-0,7083)*	$0,0074 \pm 0,0009$ (0,0056-0,0093)
C-PnxO-Pn	$0,7875 \pm 0,0023$ (0,7465-0,8284)	$0,0143 \pm 0,0023$ (0,0098-0,0189)*
C-EhxO-Pn	$0,8476 \pm 0,0494$ (0,7494-0,9457)	$0,0074 \pm 0,0016$ (0,00418-0,0106)
C-PnxO-Eh	$0,9294 \pm 0,0442$ (0,8416-1,0172)	$0,0093 \pm 0,0018$ (0,0056-0,0129)

* Significativamente diferente ao nível de 5% de probabilidade quando não ocorre sobreposição do intervalo de confiança a 95%.

DISCUSSÃO

A taxa de parasitismo apresentou-se superior para tratamento C-PnxO-Pn e similar aos demais tratamentos C-EhxO-Pn e C-PnxO-Eh e isso é um indicativo associado ao tipo de resposta funcional III de que deve ser evitado criar o parasitoide de ovos em ovos do percevejo predador uma vez que isso pode resultar em insucesso quanto ao manejo conservativo de *P. nigrispinus*, já que o parasitoide pode causar redução da população desse predador de lagartas em campo. E ainda não poderá ser eficiente quanto ao controle do percevejo praga uma vez que o tipo de resposta funcional foi tipo I para C-

PnxO-Eh, o que demonstra não haver incremento da taxa de parasitismo a medida que existe aumento da disponibilidade de ovos hospedeiros, assim não evitaria o aumento da população da praga e consequente dano econômico da cultura em campo.

Mecanismos na natureza permitem a coexistência de espécies numa comunidade que contribuem para manutenção da biodiversidade num agroecossistema, então, *P. nigrispinus* ser hospedeiro preferencial do parasitoide não seria indicativo de perigo certo de extinção desse percevejo de um agroecossistema, embora isso, medidas de segurança para evitar o parasitoide atingir organismos não alvos são necessárias.

O parasitoide *T. brochymenae* pode apresentar 23-24 gerações durante o ano, enquanto o *P. nigrispinus* 10-11 gerações por ano, então, isso é um forte indício do potencial desse parasitoide causar impacto sobre populações do percevejo predador (Torres et al, 1997, 2002). Por isso, deve-se ter o manejo dos percevejos-pragas associado ao manejo das outras pragas da lavoura. Em campos onde não se utilizam de controle biológico de lagartas com a liberação de percevejos predadores e onde se tiver o plantio de soja transgênica que possui evento de resistência às lagartas, a liberação desses parasitoides pode se tornar uma medida viável. A presença de inimigos naturais de ser monitorada na lavoura previamente às liberações massais de agentes de controle biológico. Além disso, criação do parasitoide no hospedeiro alvo pode ser uma ação para aumento das chances de se ter êxito no manejo dos percevejos-pragas.

A interferência de diferentes espécies em condições locais de campo e o complexo de interações tri-tróficas, aspectos ecológicos e biológicos ao longo de mais gerações é uma necessidade comentada nos estudos de sobre parasitoides de ovos da mesma subfamília Telenominae a qual pertence *T. brochymenae*. Uma vez a coexistência natural de dois insetos, do mesmo nível trófico ser possível de ocorrer pelo processo local densidade-dependente (Amarasekare, 2007), pensando-se em liberações massais inundativas de *T. brochymenae* criado em *E. heros*, em um campo com surto desse percevejo, os percevejos predadores locais podem se tornar hospedeiros excluídos a medida em que a disponibilidade de hospedeiros herbívoros é muito mais abundante. Outra dimensão que não deve ser excluída da discussão é que as

variações temporais e espaciais geram o particionamento de nicho (Amarasekare, 2007) entre parasitoide e percevejo predador. A maior abundância de um percevejo predador de lagartas, como *P. nigrispinus* ocorre essencialmente quando existem lagartas, e essas por sua vez ocorrem em estágio fenológico vegetativo, ou seja, anterior ao período de maior ocorrência dos percevejos herbívoros e dos parasitoides, assim ocorre a partição temporal e possível exclusão da ocorrência de interação intraguildd. Por fim, outra forma de exclusão da interação, entre parasitoide e predador, a se considerar abrange o comportamento e característica de oviposição desse percevejo, que é de realizar suas posturas em pequenas massas de ovos soltos ou pouco agregados e em variados e espaçados estratos e partes das plantas. Isso cria mais um fator de refúgio espacial desse predador e pode permitir a coexistência de *P. nigrispinus* num sistema com o parasitoide *T. brochymenae*. Essas elencadas hipóteses de coexistência, foram somente para abordar a complexidade de comportamental e as interações multitróficas sob as quais poderão influenciar as inoculações massais de agentes de controle biológico. Os estudos atuais de diagnose de interações tritróficas vem avançando com o uso de ferramentas moleculares, isso será muito promissor para se ter rapidez na caracterização de associações hospedeiro-parasitoide, seja em ambientes com problemas endêmicos ou exóticos em estudos, pré-liberação de inimigos naturais, de análise de risco (Rougerie *et al*, 2011, Gariepay *et al*, 2014). Os estudos de resposta funcional ainda assim, acessórios necessários para o entendimento do potencial de controlar a espécie hospedeira, uma vez que a diagnose de uma relação hospedeiro-parasitoide ou uma aparente escolha por hospedeiro não significa necessariamente que o hospedeiro terá população impactada significativamente pelo inimigo natural, uma vez que pode ter sido consumidor eventual de alguns hospedeiros.

Quando criado em ovos de *E. heros*, o parasitoide mostrou-se mais eficiente na manipulação do hospedeiro, gastando menos tempo se obter mesma proporção em parasitismo relativo aos demais tratamentos, mostrando-se.

Taxa de parasitismo e escolha não são os únicos parâmetros para se determinar o quanto um parasitoide prefere uma determinada espécie ou

grupo de hospedeiros. Os estudos de adaptação para tornar mais específica o possível a escolha do parasitoide ao seu hospedeiro podem ser cruciais para o refinamento da qualidade em eficiência do agente de controle biológico, bem como a segurança em preservar os percevejos benéficos da área de liberação.

Na literatura são encontrados vários estudos de preferência de escolha, de atratividade por voláteis de longo alcance do percevejo, que o parasitoide usa para localizar e aceitar o ovo hospedeiro, como feromônios sexuais, hidrocarbonetos das secreções de defesa das glândulas metatorácicas dos insetos, (Borges et al, 1999, Laumann et al, 2009) mas experimentos que abordem a interferência de espécies de hospedeiro de hábito alimentar diferente de criação com os resultados da escolha por hospedeiro, não são vistos. Inimigos naturais de mais alta especificidade podem ser desenvolvidos, mesmo à partir de parasitoides generalistas. O efeito pré-imaginal, a memória química, condicionada em parasitoides pela criação em várias gerações num mesmo hospedeiro, pode ser a chave para obtenção desses insetos específicos, circunstanciados, na necessidade de controle de determinada espécie de percevejo-praga de ocorrência no campo. Por outro lado ainda existe a possibilidade de se induzir esse condicionamento pré-imaginal, criando-se os parasitoides por várias gerações, impregnando-se odores (da glândula metatorácica, feromônios do percevejo macho), da espécie alvo, em ovos de percevejos de outras espécies para a criação para se entender quais semioquímicos tem de fato importância nesse condicionamento. Sabendo disso, espécies de percevejo de criação mais difícil, como *P. guildinii*, por exemplo, poderão ser substituídas. Ou ainda ovos de *Podisus nigrispinus* poderão servir mesmo para manter parasitoides em laboratório para o controle de qualquer espécie de percevejo-praga, desde que os ovos desse percevejo para criação do parasitoide sejam ofertados impregnados pelo odor do inseto alvo no controle. Esse último parágrafo surgiu em consequência das reflexões, do confronto dos dados desse experimento com literatura, não se bastam, não são conclusões, são possibilidades, hipóteses testáveis.

CONCLUSÃO

Quando os ovos hospedeiros de criação e ofertados ao parasitoide foram da mesma espécie de percevejo, o parasitoide apresentou incremento em parasitismo com o aumento na densidade de ovos. A criação em laboratório,

do parasitoide em ovos de hospedeiro *Euschistus heros* é mais adequada, se essa for a praga alvo de controle. O monitoramento de percevejos predadores em campo prévio à liberação do parasitoide generalista é recomendável.

AGRADECIMENTOS

Ao Ph. D. Norman F. Johnson, professor da “Ohio State University” e à Ph. D. Luciana Musetti, curadora do “Triplehorn Insect Collection”, por identificar e catalogar os parasitoides coletados em campo, *Trissolcus brochymenae* e *Telenomus podisus*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amarasekare, P. 2007. Trade-offs, temporal variation, and species coexistence in communities with intraguild predation. *Ecology*, 88(11): 2720-2728.
- Barcelos, J.A., Zanuncio, J.C., Oliveira, A.C., Nascimento, E. 1994. Performance em duas dietas e descrição dos adultos de *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 23: 519-524.
- Borges, M., Costa, M. L. M., Sujii, E. R., Cavalcanti, M. D. G., Redigolo, G. F., Resck, I. S., & Vilela, E. F. 1999. Semiochemical and physical stimuli involved in host recognition by *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae) toward *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae). *Physiological Entomology*, 24(3): 227-233.
- Corbet, S. A. 1985. Insect chemosensory responses: a chemical legacy hypothesis. *Ecological Entomology*. 10:143–153.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 2017. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, safra 2016-2017, sétimo levantamento, abril de 2017. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, vol. 1, 162pp.
- Conti, E., Salerno, G., Bin, F., Williams, H.J. and Vinson, S.B. 2003. Chemical cues from *Murgantia histrionica* eliciting host location and recognition in the egg parasitoid *Trissolcus brochymenae*. *Journal of Chemical Ecology*, 29: 115–130.
- Corrêa-Ferreira, B. S. Utilização do parasitoide de ovos *Trissolcus basalis* (Wollaston) no controle de percevejos da soja. 1993. Londrina: Embrapa-CNPSo. 40 pp.
- Corrêa-Ferreira, B. S. & Moscardi, F. 1995 Seasonal occurrence and host spectrum of egg parasitoids associated with soybean stinkbugs. *Biological Control*, 5: 196-202.
- Gariepy, T. D., Haye, T., & Zhang, J. 2014. A molecular diagnostic tool for the preliminary assessment of host–parasitoid associations in biological control programmes for a new invasive pest. *Molecular Ecology*, 23(15): 3912-3924.
- Holling, C. S. 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *The Canadian Entomologist Journal*, 9: 385–396.

- Holling, C. S. 1960. Principles of insect predation. *Annual Review Entomology*, 6:163–182.
- Juliano, S.A. 1993. Nonlinear curve fitting: predation and functional response curves. In: Schneider, S.M., Gurevitch, J. (Eds.), *Design and Analysis of Ecological Experiments*. Chapman and Hall, New York, pp. 159–182.
- Juliano, S. A. 2001. Non-linear curve fitting: Predation and functional response curves. In: Scheiner SM and Gurevitch J, editors. *Design and analysis of ecological experiments*. 2nd edition, Chapman and Hall, New York, pp. 78-96.
- Laumann, R. A., Moraes, M. C. B., Silva, J. P. D., Vieira, A. M. C., Silveira, S. D., & Borges, M. 2010. Egg parasitoid wasps as natural enemies of the neotropical stink bug *Dichelops melacanthus*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45(5): 442-449.
- Laumann, R. A., Aquino, M. F., Moraes, M. C., Pareja, M., & Borges, M. (2009). Response of the egg parasitoids *Trissolcus basalis* and *Telenomus podisi* to compounds from defensive secretions of stink bugs. *Journal of Chemical Ecology*, 35(1): 8-19.
- Laumann, R.A.; Moraes, M.C.B.; Pareja, M.; Botelho, A.C.; Maia, A.N.A.; Leonardecz E.; Borges, M. 2008. Comparative biology and functional response of *Trissolcus* spp. (Hymenoptera: Scelionidae) and implications for stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) biological control. *Biological Control*, 44: 32-41.
- Orr, D.B., Boethel, D.J. & Jones, W.A. 1985. Development and emergence of *Telenomus chloropus* e *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae) at various temperatures and relative humidities. *Annals of the Entomological Society of America*, 78: 615-619.
- Panizzi, A. R., Bueno, A. D. F., Silva, F. D. 2012. Insetos que atacam vagens e grãos. In: Hoffmann-Campo, C. B., Corrêa-Ferreira, B. S., Moscardi, F. (2012). *Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga*. Embrapa, pp. 335-420.
- Rougerie, R., Smith, M., Fernandez-Triana, J. O. S. E., Lopez-Vaamonde, C. A. R. L. O. S., Ratnasingham, S., & Hebert, P. D. 2011. Molecular analysis of parasitoid linkages (MAPL): gut contents of adult parasitoid wasps reveal larval host. *Molecular Ecology*, 20(1): 179-186.
- Salerno, G., Frati, F., Iacovone, A., Conti, E., Peri, E., & Colazza, S. 2012. A female-produced short-range sex pheromone in the egg parasitoid *Trissolcus brochymenae*. *Invertebrate Biology*, 131(2): 144-153.
- Santos, M. F., Santos, R. L., Tomé, H. V. V., Barbosa, W. F., Martins, G. F., Guedes, R. N. C., & Oliveira, E. E. 2016. Imidacloprid-mediated effects on survival and fertility of the Neotropical brown stink bug *Euschistus heros*. *Journal of pest science*, 89(1): 231-240.
- SAS Institute. 2001. *SAS/STAT User's guide*, version 8.02, TS level 2MO. Cary: SAS Institute Inc.
- Schenk, D., Bacher, S. 2002. Functional response of a generalist insect predator to one of its prey species in the field. *Journal of Animal Ecology*, 71: 524-531.

- Silva-Torres, C. S. A., Matthews, R. W., Ruberson, J. R., Lewis, W. J. 2005. Role of chemical cues and natal rearing effect on host recognition by the parasitic wasp *Melittobia digitata*. *Entomological Science*, 8(4): 355-362.
- Sujii, E. R., Costa, M. L. M., Pires, C. S. S., Colazza, S., Borges, M. 2002. Inter and intra-guild interactions in egg parasitoid species of the soybean stink bug complex. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(11): 1541-1549.
- Talamas, E. J., Johnson, N. F., Buffington, M. 2015. Key to Nearctic species of *Trissolcus* Ashmead (Hymenoptera, Scelionidae), natural enemies of native and invasive stink bugs (Hemiptera, Pentatomidae). *Journal of Hymenoptera Research*, 43: 45-110.
- Torres, J. B., Zanuncio, J.C., Cecon, P.R., Gasperazzo, W.L. 1996. Parasitismo de ovos de *Podisus nigrispinus* (Dallas) em áreas de liberação. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 25: 465-473.
- Torres, J. B., Pratissoli, D., Zanuncio, J. C. 1997. Exigências térmicas e potencial de desenvolvimento dos parasitóides *Telenomus podisi* Ashmead e *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) em ovos do percevejo depredador *Podisus nigrispinus* (Dallas). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 26(3): 445-453.
- Torres, J.B., Musolin, D.L., Zanuncio, J.C., 2002. Thermal requeriments and parasitism capacity of *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae) under constant and fluctuating temperatures, and assessment of development in field conditions. *Biocontrol Science and Technology*, 12: 583–593.
- Torres, J. B., Zanuncio, J. C. and Moura, M. A. 2006. The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: biology, ecology and augmentative releases for lepidoperan larval control in Eucalyptus in Brazil. *Biocontrol News and Information*, 27(15): 1-18.
- Yeargan, K.V. 1979. Parasitism and predation of stinkbug eggs in soybean and alfafa yelds. *Environmental Entomology*, 8: 715-719.
- USDA - United States Department of Agriculture. 2017. World agricultural supply and demand estimates. World soybean supply and use. 40p. Disponível em: <<https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>> Acessado: 24-04-2017.
- Zhang, J., Zhang, F., Garipey, T., Mason, P., Gillespie, D., Talamas, E., & Haye, T. 2017. Seasonal parasitism and host specificity of *Trissolcus japonicus* in northern China. *Journal of Pest Science*, 1-15.
- Zanuncio, J.C., Oliveira, H.N., Torres, J.B., Zanuncio, J.S. 2000. Egg parasitoids of *Podisus sculptus* Distant (Heteroptera: Pentatomidae) in an Eucalyptus plantation in the Brazilian Amazonian region. *International Journal of Tropical Ecology*, 48: 989-992.