

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA**

**DISTRIBUIÇÃO DE PARASITOIDES (HYMENOPTERA) COM  
ÊNFASE EM PARASITOIDES DE COCHONILHAS EM DOIS  
POMARES DE CITROS NA AMAZÔNIA CENTRAL**

**BRUNO GARCIA DE OLIVEIRA**

Manaus - Amazonas

Março – 2015

**BRUNO GARCIA DE OLIVEIRA**

**DISTRIBUIÇÃO DE PARASITOIDES (HYMENOPTERA) COM  
ÊNFASE EM PARASITOIDES DE COCHONILHAS EM DOIS  
POMARES DE CITROS NA AMAZÔNIA CENTRAL**

**ORIENTADORA: DRA. BEATRIZ RONCHI TELES**

**COORIENTADOR: DR. DANIELL RODRIGO RODRIGUES  
FERNANDES**

Dissertação apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Entomologia.

Manaus – Amazonas  
Março – 2015

Oliveira, Bruno Garcia

Distribuição de parasitóides (Hymenoptera) com ênfase em parasitoides de cochonilhas em dois pomares de citros na Amazônia Central / Bruno Garcia de Oliveira – Manaus: 2015.

Dissertação (Mestrado) – INPA, Manaus, 2015

Orientador: Beatriz Ronchi Teles

Co-orientador: Daniell Rodrigo Rodrigues Fernandes

Área de concentração: Entomologia

1. Controle biológico. 2. Encyrtidae. 3. Aphelinidae. 4. Amazônia

**Sinopse:**

Foi analisada a influência da borda e da vegetação espontânea na comunidade de parasitoides em plantio de citros, dando ênfase nas espécies de importância agrícola que foram encontradas parasitando as cochonilhas do citros nos dois pomares. Também foram analisadas as relações específicas entre parasitoides e cochonilhas, incubando estas em laboratório para verificar as espécies de parasitoides que emergiram.

**Palavras-chave:** Controle Biológico, Encyrtidae, Aphelinidae, Amazônia

## DEDICATÓRIA

Durante o mestrado perdi duas pessoas que tiveram muita influência na minha vida.

Meu avô Norberto, sempre bem humorado, colocava os netos acima de tudo, me ensinou princípios e valores que levarei pelo resto da vida.

Júlio Cesar, persistente e nunca desistiu. Foi mais que um amigo, foi um irmão e deixará saudades, principalmente nos passeios de moto.

Dedico essa dissertação a eles, que estarão em minha memória para sempre.

## AGRADECIMENTOS

A minha melhor amiga e companheira Mellanie, por estar sempre ao meu lado (principalmente nos sábados e domingos, indo para o campo e fazendo etiquetas de bichos).

Aos meus pais José, Rosângela e meus irmãos Marcelo e Zé Neto que estiveram sempre presentes (on-line) e torcendo por mim.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia pela excelente infraestrutura fornecida.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Entomologia do INPA, pelos ensinamentos sobre o fantástico mundo dos insetos.

A Capes, EMBRAPA, FAPEAM e CNPQ que auxiliaram financeiramente no desenvolvimento do projeto.

A minha orientadora, Dra. Beatriz que depositou confiança nesse projeto e me apoiou desde a chegada em Manaus.

Ao “Boy” ou melhor Dr. Daniell, que depois de 2 anos lá em Jaboticabal agente foi se encontrar de novo aqui na Amazônia! Acabou sendo meu co-orientador, além de ter se tornado um grande amigo.

Ao Dr. Valmir Costa pela contribuição na confirmação das identificações dos parasitoides.

A Dra. Vera Wolff e Ana Peronetti fornecendo materiais, me dando dicas e confirmando e identificações as cochonilhas.

A todos os colegas do laboratório de entomologia agrícola do INPA que de uma forma ou de outra contribuíram.

Ao Dr. Marcos Garcia pelos conhecimentos ensinados e ajuda em campo.

Aos companheiros de Londrina, Dr. Ayres e aos “entomobrothers” Adriano Hoshino e Fernando Hata que me ensinam muito e sempre deixam saudades por estarem longe.

Aos alunos Dib e Jéssica pela ajuda durante as coletas.

Aos amigos André e Eurico que além de me ajudarem a instalar as armadilhas sempre me lembraram do ar “Londrino” em Manaus.

Ao Sr. Orlando, pelas conversas e ajudas durante as coletas e como ele dizia: “Vamos nos mexer para não coalhar o sangue”.

Aos professores, que se tornaram amigos Jorge Souza e Pedro Pequeno (Herr Klein), pelas conversas que foram muito além dos aprendizados sobre estatística.

A cada nova amizade que fiz na entomologia. Sem a amizade nós nunca vamos para frente, que elas perdurem para sempre!

Aos amigos e veteranos Jeane, Patrick, Rafael, Nikolas “Nika” e Márlon.

A todos os companheiros da turma de 2012, em especial o Gustavo “Gugona”, Vagner “Guiné” e o Zé (ainda temos que tomar uma no Carlão).

Aos minerin’s Willians e Diego, pelo bom humor, queijos e cachaças importadas (de Minas Gerais).

Em especial, aos amigos, Alexandre “Gaúcho”, Breno, Karine “Kaks”, Pedro “Tililico” e Sian “Fai café panóis”, que além de companheiros de viagem (o “imbligo” del mundo, nunca será esquecido) são grandes amigos que fiz nessa pequena jornada de dois anos e contribuíram muito para meu conhecimento em Hymenoptera!

*“Nada é suficientemente bom. Portanto, vamos fazer o que é certo, dedicar o melhor de nossos esforços para atingir o inatingível, desenvolver ao máximo os dons que Deus nos concedeu, e nunca parar de aprender.”*

Ludwig van Beethoven

## RESUMO

A vegetação tem um papel importante sobre a comunidade de Hymenoptera. O uso de algumas técnicas como consorciamento de plantas atrativas, corredores ecológicos e manutenção das bordas adjacentes, contribuem para o aumento da diversidade de parasitoides porque fornecem hospedeiros alternativos e alimento. A citricultura está em crescimento na região Amazônica e uma das pragas que prejudicam o seu desenvolvimento são as cochonilhas. Conhecer as espécies de cochonilhas presentes no citros e associá-las aos parasitoides é uma forma de contribuir para o controle biológico, reduzindo assim os danos ao meio ambiente. O objetivo com este trabalho foi contribuir com informações ecológicas sobre a comunidade de parasitoides em pomares de citros e nas matas ao entorno, dando ênfase nas espécies de parasitoides de cochonilhas do citros e nas relações tritróficas entre planta-inseto-hospedeiro. Para isso, foram coletados parasitoides e cochonilhas dos citros em dois plantios com Floresta Amazônica ao redor. Os parasitoides foram coletados em um gradiente do interior da mata até o interior do plantio e as cochonilhas foram coletadas em um gradiente da borda até o interior do plantio e levadas ao laboratório para verificar a emergência de parasitoides. As variáveis analisadas foram abundância, riqueza, diversidade e composição das famílias de parasitoides em função da distância da borda e da vegetação espontânea no plantio. Com base nas espécies de parasitoides de cochonilhas do citros emergidas em laboratório, foram analisadas abundância e riqueza em função da distância da borda, da vegetação espontânea no plantio e em função da abundância de cochonilhas nas áreas de estudo. De forma geral, a composição de famílias foi diferente entre os gradientes da mata, borda e plantio. A abundância, riqueza e diversidade de famílias de parasitoides foram influenciadas tanto pela distância da borda quanto pela vegetação espontânea no plantio. Além disso, verificou-se que a vegetação espontânea no plantio reduziu o efeito da borda e influenciou a abundância, diversidade e riqueza da maioria das famílias de parasitoides. Foram encontradas nove espécies de cochonilhas distribuídas em quatro famílias, Diaspididae, Coccidae, Pseudococcidae e Ortheziidae. As cochonilhas foram associadas a sete espécies de parasitoides, pertencentes a duas famílias, Encyrtidae e Aphelinidae. Verificou-se que a presença da vegetação espontânea no plantio não influenciou a abundância e riqueza de parasitoides de cochonilha. Porém, a abundância de parasitoides teve uma relação positiva com a abundância de cochonilhas. As causas dessa relação como inter-especificidade e atração dos parasitoides pela excreta das cochonilhas são discutidas.

**Palavras-chave:** Controle biológico, Encyrtidae, Aphelinidae, Coccoidea, Amazônia

## ABSTRACT

The vegetation plays an important role over Hymenoptera community and the use of some techniques such as intercropping attractive plants, ecological corridors and maintenance of adjacent edges contribute to increase the parasitoid diversity because it provides alternative hosts and food. The citrus industry is growing in the Amazon and one of the pests that causes significant injuries are the scale insects. Knowing the scale insect species in citrus orchard and associate them with parasitoids is a importante way to contribute with biological control, therefore reducing damage to the environment. Our objective was contribute with ecological information on parasitoid community in citrus orchards and forests around, focusing on parasitoid species of citrus scale insects and the tritrophic relationships between plant-insect-host. In this way we collected parasitoids and citrus scales insects in two orchards with Amazon rainforest around. The parasitoids were collected in a gradient comprising 80 meters inside the forest until 80 meters inside the orchard. The scale insects were collected in a gradient comprising the forest edge until 80 meters inside the orchard and than carried to laboratory to quantify the emergence of parasitoids. We tested the influence of edge distance and spontaneous vegetation on abundance, richness, diversity and composition of parasitoid families. For the parasitoids species correlated with de scales reared in laboratory we tested the influence of edge distance, spontaneous vegetation and citrus scale abundance over the abundance and richness of scale parasitoids. Overall, the composition of families was different between forest, edge and orchard and abundance, richness and diversity of parasitoid families were both influenced by edge distance and spontaneous vegetation on orchard, we also found that the spontaneous vegetation reduced the edge effect and influenced the abundance, diversity and richness of some families of parasitoids. In the rearing of scales, were found nine species belonging to four families, Diaspididae, Coccidae, Pseudococcidae e Ortheziidae associated with seven species of parasitoides belonging to two families, Encyrtidae and Aphelinidae. The spontaneous vegetation did not affect the abundance and diversity of parasitoids of scales but as the abundance of scales increase, abundance of parasitoids increased too. The causes of this positive relationship as inter-specific relations and attraction of parasitoids by the excreta of the scale insects is discussed.

**Key words:** Biological control, Encyrtidae, Aphelinidae, Coccoidea, Amazonian Rainforest

## SUMÁRIO

|  |     |
|--|-----|
| <b>LISTA DE TABELAS</b> .....  | xi  |
| <b>LISTA DE FIGURAS</b> .....  | xii |
| <b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....  | 12  |
| <b>Parasitoides no Controle biológico</b> .....  | 13  |
| <b>Citricultura</b> .....  | 14  |
| <b>OBJETIVO GERAL</b> .....  | 16  |
| <b>Capítulo 1</b> .....  | 17  |
| <b>Efeito da borda e da vegetação espontânea na composição e distribuição de himenópteros parasitoides em dois pomares de citros na Amazônia central</b> ..... | 18  |
| <b>RESUMO:</b> .....   | 18  |
| <b>INTRODUÇÃO</b> .....  | 18  |
| <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....  | 20  |
| <b>RESULTADOS</b> .....  | 22  |
| <b>Área de estudo 1 - AP</b> .....   | 23  |
| <b>Área de estudo 2 - ST</b> .....   | 28  |
| <b>DISCUSSÃO</b> .....   | 34  |
| <b>Capítulo 2</b> .....  | 39  |
| <b>Fonte de alimento e abrigo: o melhor lugar para os parasitoides de cochonilha é permanecerem próximo ao hospedeiro?</b> .....                               | 40  |
| <b>RESUMO:</b> .....   | 40  |
| <b>INTRODUÇÃO</b> .....  | 40  |
| <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....  | 42  |
| <b>RESULTADOS</b> .....  | 45  |
| <b>DISCUSSÃO</b> .....   | 49  |
| <b>SINTESE</b> .....   | 53  |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....  | 54  |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 1.</b> Total de famílias por ponto de coleta capturadas em armadilha Malaise na área de estudo AP em Rio Preto da Eva - AM. ....   | 24 |
| <b>Tabela 2.</b> Influência das variáveis distância da borda (Termos da regressão polinomial: Grad., Grad. <sup>2</sup> , Grad. <sup>3</sup> , Grad. <sup>4</sup> , Grad. <sup>5</sup> ) e vegetação espontânea (Tempo) sobre a abundância, riqueza e diversidade de parasitoides na área AP. Os números sobrescritos se referem aos termos polinomiais que foram adicionados e os números marcados com * foram significantes ( $P > 0.05$ ) ..... | 25 |
| <b>Tabela 3.</b> Total de famílias por ponto de coleta capturadas em armadilha Malaise na área de estudo ST em Rio Preto da Eva - AM. ....   | 29 |
| <b>Tabela 4.</b> Influência das variáveis distância da borda (Termos da regressão polinomial: Grad., Grad. <sup>2</sup> ) e vegetação espontânea (Tempo) sobre a abundância, riqueza e diversidade de parasitoides na área ST. O número sobrescrito se refere ao termo polinomial adicionado e os números marcados com * foram significantes ( $P > 0.05$ ). ....  | 31 |
| <b>Tabela 5.</b> Abundância total por distância de espécies de parasitoides e cochonilhas coletados em dois pomares na região de Rio Preto da Eva. ....  | 46 |
| <b>Tabela 6.</b> Influência das variáveis distância da borda e vegetação espontânea (Tempo) sobre a abundância e riqueza de parasitoides e cochonilhas e abundância de cochonilhas sobre a abundância de parasitoides. Os números marcados com * foram significativos ( $P > 0.05$ ). Para verificar se houve diferença entre as áreas foi feita análise da vegetação espontânea separadamente (Tempo AP e Tempo ST). ....                         | 48 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> Armadilha tipo Malaise com modificações em sua altura e comprimento. (A) no interior da mata e (B) no interior do plantio. ....   | 21 |
| <b>Figura 2.</b> Disposição das armadilhas no interior do plantio (P) e no interior da mata (F) nas áreas de estudo: (A) Aprisco Pasárgada - AP e (B) Santa Terezinha - ST .....                               | 21 |
| <b>Figura 3.</b> Diagrama de Venn mostrando a quantidade de famílias estritas de cada local e compartilhadas entre local na área de estudo AP em Rio Preto da Eva – AM. ....                                   | 25 |
| <b>Figura 4.</b> Diversidade de parasitoides em função do gradiente mata (80, 60, 40 e 20 metros da borda), borda e plantio (20, 40, 60 e 80 metros da borda) na área AP. ....                                 | 26 |
| <b>Figura 5.</b> Abundância (A) e riqueza (B) de parasitoides em função do gradiente mata (80, 60, 40 e 20 metros da borda), borda e plantio (20, 40, 60 e 80 metros da borda) na área AP. ....                | 26 |
| <b>Figura 6.</b> Análise de ordenação (PCoA) da composição de famílias comparando a mata, o plantio e a borda na área AP. ....   | 27 |
| <b>Figura 7.</b> Análise de ordenação (PCoA) da composição de famílias comparando a distância no interior da mata (A) e no interior do plantio (B) .....   | 28 |
| <b>Figura 8.</b> Diagrama de Venn mostrando a quantidade de famílias estritas de cada local e compartilhadas entre local na área de estudo ST em Rio Preto da Eva – AM. ....                                   | 30 |
| <b>Figura 9.</b> Abundância de parasitoides em função do gradiente mata (80, 60, 40 e 20 metros da borda), borda e plantio (20, 40, 60 e 80 metros da borda) na área ST. ....                                  | 31 |
| <b>Figura 10.</b> Riqueza (A) e diversidade (B) de parasitoides em função do gradiente mata (80, 60, 40 e 20 metros da borda), borda e plantio (20, 40, 60 e 80 metros da borda) na área ST. ....              | 32 |
| <b>Figura 11.</b> Análise de ordenação (PCoA) da composição de famílias comparando a mata, o plantio e a borda na área ST .....  | 33 |
| <b>Figura 12.</b> Análise de ordenação (PCoA) da composição de famílias comparando a distância no interior do pomar (A) e no interior da mata (B) .....  | 33 |
| <b>Figura 13.</b> Rede de interações entre as espécies de parasitoides e cochonilhas com o total de emergência por parasitoides e o total de parasitismo por cochonilhas e as interações de cada espécie. .... | 47 |
| <b>Figura 14.</b> Regressão linear mostrando a relação entre a abundância de parasitoides em função da abundância de cochonilhas .....   | 47 |
| <b>Figura 15.</b> Abundância de parasitoides em função da distância da borda. ....   | 48 |

## INTRODUÇÃO GERAL

A agricultura teve um papel fundamental para o surgimento e desenvolvimento das civilizações. Aos poucos o homem abandonou a vida nômade com hábitos de caçador/coletor e se estabeleceu em locais que possibilitavam a criação e domesticação de animais e o cultivo de alimentos e armazenamento de grãos (Diamond, 1997). Desde então a agricultura se tornou um dos pilares da civilização humana, pois além de ser responsável em alimentar mais de sete bilhões de pessoas diariamente, essa atividade exerce grande influência na economia e na sociedade, gerando milhões de empregos diretos e indiretos além de movimentar bilhões de dólares por ano (FAO, 2015).

Atualmente algumas práticas agrícolas são criticadas devido aos efeitos negativos causados à natureza no que diz respeito à diversidade ecológica e à poluição (Tilman *et al.*, 2002). A substituição de áreas naturais por monocultivos é um dos grandes responsáveis pelo desmatamento de áreas naturais. Além disso, o plantio de uma única espécie vegetal causa desequilíbrio ecológico, pois favorece o aumento populacional de determinadas espécies, principalmente de artrópodes fitófagos (Cook-Patton *et al.*, 2014; Plath *et al.*, 2011; Risch, 1981).

O controle desses organismos é feito principalmente por meio de agrotóxicos e esses produtos são nocivos ao homem e a natureza. Além de afetar as pragas, outros organismos com papéis ecológicos importantes são prejudicados. Artrópodes insetos detritívoros e polinizadores como abelhas e borboletas são susceptíveis a esses produtos, podendo desaparecer por completo do ambiente quando ocorre uso periódico (Souza *et al.*, 2012). A aplicação dos agrotóxicos também afeta artrópodes que podem contribuir para o controle de pragas na agricultura. Estes organismos recebem o nome de inimigos naturais (Cloyd e Dickinson, 2006; Vieira *et al.*, 2012).

A humanidade vive um paradoxo que consiste em alimentar a crescente população humana e ao mesmo tempo reduzir os danos que essas práticas agrícolas causam à natureza. Há mais de 50 anos grupos de pesquisa no mundo vêm realizando estudos nos diversos campos das ciências para tentar mitigar esses efeitos negativos da agricultura no ambiente natural (Conway e Barbie, 1988). Estudos com nutrição vegetal para aumentar o rendimento da produção (Fageria, 1998), programas de melhoramento genético desenvolvem variedades

de plantas com maior produção por hectare, variedades resistentes a doenças (Oliveira *et al.*, 2014; Melo *et al.*, 2012) e estudos que envolvem diversas práticas como o Manejo Integrado de Pragas (Kogan 1999), dinâmica de populações (Silva *et al.*, 2013b; Sál e Fernandes 2015), policultivo (Silva *et al.*, 2011; Comério *et al.*, 2013) e complexos de paisagens (Tschardt *et al.*, 2011; Rösch *et al.*, 2013; Batáry *et al.*, 2010), buscam melhorar e aumentar a biodiversidade, potencializando a eficiência de ferramentas naturais.

### **Parasitoides no Controle biológico**

O MIP – Manejo Integrado de Pragas é uma dessas técnicas que envolvem diversas áreas de estudo. É um sistema composto por práticas usadas em conjunto, levando em conta as consequências ecológicas, econômicas e sociais (Kogan, 1998). O controle biológico é uma das práticas do MIP que se baseia na regulação natural que ocorre entre os indivíduos no ecossistema, dando ênfase na interação entre os artrópodes. Nos agrossistemas esse controle é feito usando os inimigos naturais de pragas agrícolas que são divididos em três grupos, os agentes entomopatogênicos, os predadores e os parasitoides (Parra, 2002a).

Os agentes entomopatogênicos são compostos por micro-organismos como vírus (Elder, 2013), bactérias (Castagnola e Stock, 2014) e fungos (Silva *et al.*, 2013a) e também por nematoides (Toepfer *et al.*, 2014). Os predadores são na maioria das vezes generalistas e uma única espécie de predador, como os bichos lixeiros (Neuroptera: Chrysopidae) ou as joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) ataca diversos grupos de pragas como cochonilhas, pulgões e moscas brancas.

Já os parasitoides possuem uma relação mais específica com seus hospedeiros e diferente dos parasitas matam o hospedeiro ao passar para o estágio adulto. As larvas dos parasitoides se desenvolvem ou no interior do hospedeiro – endoparasitoides – ou na parte externa do hospedeiro – ectoparasitoides. Podem impedir o desenvolvimento do hospedeiro sendo chamados de idiobiontes, esse tipo de parasitoide ataca principalmente pupas e ovos, por exemplo indivíduos de *Conura* sp. (Chalcididae) ou *Trichogramma* sp. (Trichogrammatidae) respectivamente. Já os cenobiontes se desenvolvem junto com o hospedeiro, matando-os quando ambos ou apenas o parasitoide chega a

fase de empupar, como é o caso da *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Braconidae) em *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794).

Os parasitoides são amplamente utilizados no controle biológico, pois apresentam uma gama de características positivas que potencializam sua efetividade. A especificidade da interação entre parasitoide-hospedeiro facilita o controle das pragas (Rossinelli e Bacher, 2014). Quando se conhece a biologia do himenóptero e da praga é possível desenvolver técnicas de criação em massa no laboratório e liberação desses indivíduos no campo (Chen e Stansly, 2014).

Outra característica é que alguns grupos de idiobiontes atacam diretamente os ovos das pragas e assim impedem que as larvas eclodam e se alimentem, reduzindo os danos na cultura (Chailleux *et al.*, 2013). Além disso, alguns grupos possuem reprodução partenogenética do tipo telítoca, o que gera a formação de fêmeas em ovos não fecundados e ao emergir do hospedeiro já estão aptas a realizar a oviposição em um novo hospedeiro, aumentando exponencialmente a eficiência do controle da praga (Cantor *et al.*, 2006).

Existem quatro ordens de insetos que possuem hábito de parasitoidismo, sendo Coleoptera, Strepsiptera, Diptera e Hymenoptera (Rossinelli e Bacher, 2014). Dentre essas, os himenópteros se destacam por possuírem cerca de 70% de espécies com o hábito de parasitoidismo, fazendo com que sejam amplamente usados em programas de controle biológico no mundo todo.

## **Citricultura**

A origem das plantas cítricas em seu estado nativo é desconhecida, entretanto, presume-se que tenha sido em regiões úmidas tropicais e subtropicais do sudoeste da Ásia. Durante o século XVI com a expansão marítima dos países europeus ela foi disseminada por todo o mundo e hoje está presente em quase todas as regiões, com exceção de locais muito frios (Webber, 1967).

A cultura do citros (*Citrus* spp.) abrange frutas como laranja, limão, poncã, tangerina, pomelo e toranja. Entre estas a laranja tem grande importância mundial devido ao alto consumo em forma de “néctar”, suco e *in natura*. A produção mundial de laranja é feita principalmente por sete países: Brasil, responsável por 25% da produção total, EUA, China, Índia, México, Egito e

Espanha (FAO, 2015). No ano de 2011, o Brasil produziu cerca de 20 milhões de toneladas de laranja, sendo mais da metade dessa produção exportada como suco.

O estado do Amazonas contribuiu com aproximadamente 5% no ano em questão, algo em torno de 42 mil toneladas (Embrapa, 2012). A produção de laranja no estado amazonense se concentra principalmente na cidade de Manaus, e em municípios no seu entorno como Rio Preto da Eva, Iranduba e Manacapuru. Apesar da baixa contribuição no montante total da produção brasileira, o Amazonas apresenta um potencial para aumentar a produtividade. Coelho e Nascimento (2004) afirmaram que a produtividade de laranja no estado poderia ser mais explorada e equiparar com a produtividade de São Paulo em toneladas por hectare.

A região amazônica possui algumas características peculiares como alta pluviosidade, temperaturas e umidade o ano todo, que exercem influência direta na citricultura, alterando o período de florescimento, brotamento de ramos e maturação de frutos, favorecendo a produção de citros (Silva *et al.*, 2007).

Instituições de pesquisa e ensino como EMBRAPA, UFAM e INPA vêm contribuindo em conjunto para o crescimento da citricultura no Amazonas. Através de pesquisas em diversas áreas que envolvem desde a relação entre produtor/consumidor até o desenvolvimento de variedades que melhor se adaptam a região, enxertos com respostas mais eficientes em tempo de produção e aprimoramento do controle biológico.

## **OBJETIVO GERAL**

Com o presente trabalho objetivou-se contribuir com informações ecológicas sobre a comunidade de parasitoides em pomares de citros e nas matas ao seu redor, dando ênfase nas espécies de himenópteros parasitoides de cochonilhas do citros e nas relações tritróficas entre planta-inseto-hospedeiro.

## Capítulo 1

---

Oliveira, B.G.; Ronchi-Teles, B.; Fernandes, D.R.R. 2015.

## **Efeito da borda e da vegetação espontânea na composição e distribuição de himenópteros parasitoides em dois pomares de citros na Amazônia central**

Bruno GARCIA DE OLIVEIRA<sup>1</sup>; Beatriz RONCHI-TELES<sup>2</sup>; Daniell RODRIGO RODRIGUES FERNANDES<sup>3</sup>

### **RESUMO:**

A citricultura vem ganhando espaço no desenvolvimento agrícola do Amazonas e com isso a incidência de pragas tende a aumentar. A manutenção de corredores ecológicos, consorciamento de plantas atrativas e o uso de mosaicos entre vegetação nativa e plantio são formas de aumentar a diversidade de insetos, reduzir a incidência de pragas e melhorar a eficácia do controle biológico. O uso de parasitoides na citricultura é uma forma eficiente de controlar as pragas e reduzir o uso de agrotóxicos, assim se faz necessário o estudo dos parasitoides para conhecer a fauna regional e saber qual a influência da vegetação sobre esses insetos. O objetivo com esse trabalho foi avaliar a influência da borda e da vegetação espontânea na distribuição e composição de parasitoides no plantio e na mata adjacente. Para isso, foram realizadas coletas em duas áreas produtoras de laranja com mata ao redor. As armadilhas foram dispostas em um gradiente começando no interior da mata a 80 metros da borda até 80 metros da borda no interior do plantio. A diferença entre as duas áreas de estudo foi que em uma delas não foi realizada o manejo da vegetação rasteira no plantio. Foi analisada a abundância, riqueza, diversidade e composição em função da distância da borda e da vegetação espontânea. A composição das famílias de parasitoides foi diferente entre mata, borda e plantio na área sem vegetação espontânea, enquanto que a composição da borda se assemelhou com o plantio e ambos se diferenciaram da mata na área com vegetação espontânea. Verificou-se diferenças na riqueza, abundância e diversidade dos parasitoides no gradiente, sendo de forma geral maior no interior da mata, e na área com cobertura vegetal espontânea. Além disso verificou-se que a vegetação espontânea reduziu o efeito da borda influenciando a abundância, diversidade e riqueza de algumas famílias de parasitoides.

**PALAVRAS CHAVE:** Parasitoide, Citricultura, Floresta Amazônica

### **INTRODUÇÃO**

Ambientes de mata nativa são diversos na composição de fauna e flora, e fornecem condições que sustentam as complexas interações entre plantas, fitófagos e parasitoides. A diversidade de parasitoides está relacionada com a diversidade de insetos fitófagos, que por sua vez estão relacionados com a

diversidade de plantas, existindo assim uma relação indireta entre parasitoides e plantas (Price *et al.*, 1980; Lawton, 1983; Russel, 1989; Ebeling *et al.*, 2012).

Como a diversidade vegetal em agrossistemas é reduzida, são empregadas diferentes táticas com a finalidade de aumentar a diversidade dos parasitoides. Essas táticas envolvem desde o consorciamento de plantas atrativas (Tylianakis *et al.*, 2004), corredores ecológicos, manutenção da vegetação e borda adjacente ao plantio, (Krewenka *et al.*, 2011) até mosaicos de paisagens, intercalando o plantio de diversas culturas com mata nativa (Gardiner *et al.*, 2009; Marino e Landis, 1996).

Por meio dessas alterações no ambiente agrícola é possível aumentar a diversidade de presas e hospedeiros alternativos para predadores e parasitoides, além disso a diversidade de plantas também serve de abrigo e alimento produzindo néctar e pólen (Landis *et al.*, 2000, English-Loeb *et al.*, 2003). Essas modificações reduzem os impactos causados à natureza pela agricultura e ajudam no controle das pragas agrícolas.

Fornecer e manter essas condições são importantes para manutenção e estabilidade da população de parasitoides (Tylianakis *et al.*, 2007; Gagic *et al.*, 2011; Menalled *et al.*, 1999). Assim, a distribuição desses inimigos naturais tende a ser mais homogênea por todo o local de cultivo, evitando ou reduzindo o uso de inseticidas (Robertson *et al.*, 2012; Poveda *et al.*, 2012).

A agricultura na região amazônica está em desenvolvimento, principalmente a citricultura. Estudos a respeito dos impactos da agricultura em áreas naturais e nos grupos de artrópodes, como os parasitoides e insetos pragas, que as compõem são de grande importância. Assim, é possível desenvolver metodologias de controle que reduza os danos à natureza e aumente a eficácia dos inimigos naturais.

Esse trabalho objetivou avaliar a influência da borda e da vegetação espontânea do plantio na distribuição e composição das famílias de parasitoides em pomares de citros e na mata adjacente (floresta amazônica). Desse modo testamos a hipótese de que a composição de parasitoides é diferente entre mata, borda e plantio e a abundância, riqueza e diversidade são influenciadas positivamente pela presença de diversidade de plantas, uma vez que a vegetação tem papel fundamental para os hospedeiros e para a alimentação dos parasitoides adultos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em duas áreas produtoras de laranja e nas matas ao redor destas, situados próximos ao município de Rio Preto da Eva no estado do Amazonas, entre os quilômetros 80 e 87 da rodovia AM-010. Ambos os pomares possuíam aproximadamente 15 hectares plantados com laranja de variedade “Pera” e eram rodeados por floresta amazônica secundária do tipo ombrófila densa de terra baixa. As áreas de estudo possuíam uma composição florística semelhante no interior da mata e na borda.

A área de estudos 1 – Sítio **Aprisco Pasárgada** – AP, 2°42'24.65"S - 59°42'52.56"O, possuía um espaçamento de 6x7 metros com densidade de 238 plantas por hectare e a idade das plantas era de 7 anos. Houve aplicação de produtos químicos no talhão próximo ao que as armadilhas estavam instaladas. O pomar não teve as entrelinhas roçadas durante o estudo e em alguns locais a altura da vegetação espontânea atingiu aproximadamente 1,5 metros. Além disso, alguns pés de laranja foram retirados para o replantio.

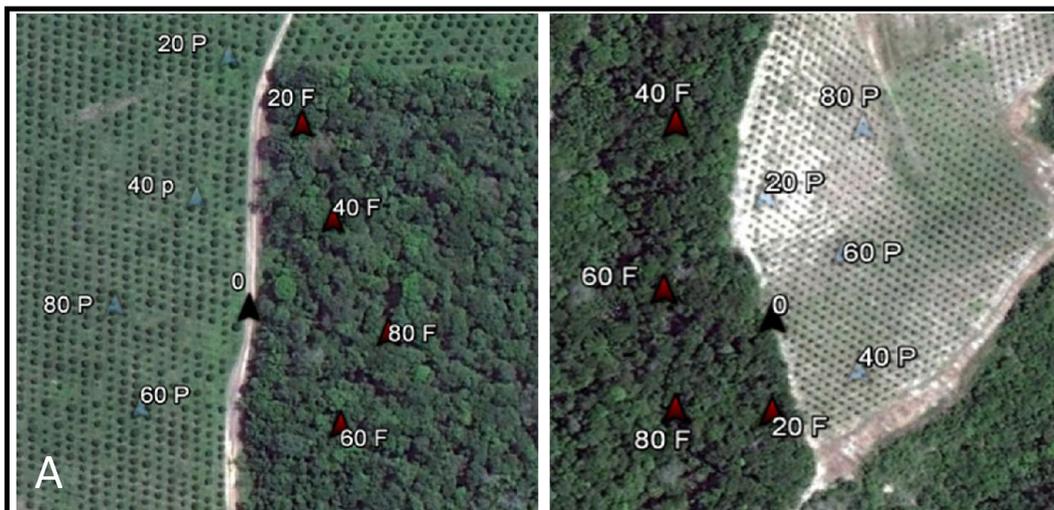
A área de estudos 2 – Sítio **Santa Terezinha** – ST, 2°40'16,68"S - 59°39'24,24"O, possuía um espaçamento de 5x8 metros com densidade de 250 plantas por hectare e a idade das plantas era de 6 anos. Não foram usados agrotóxicos e o controle de pragas era feito esporadicamente com óleo mineral. Foi realizada a roçagem das entrelinhas periodicamente para manter a vegetação rasteira sempre baixa.

Para coletar os parasitoides foi utilizado armadilha do tipo Malaise (Townes, 1972) modificada em suas dimensões (Figura 1), com altura de 2 metros e área de 1 m<sup>2</sup> e o septo de coloração preta ficou rente ao chão. Sobre ela ficou um copo coletor preenchido com 700 mL de solução composta por álcool 70% e glicerina na proporção de 9 para 1 respectivamente. A coleta de parasitoides foi feita entre os meses de setembro de 2013 a fevereiro de 2014, sendo realizado duas coletas por mês, uma vez que as armadilhas ficavam ativas durante quinze dias.



**Figura 2.** Armadilha tipo Malaise com modificações em sua altura e comprimento. (A) no interior da mata e (B) no interior do plantio.

Ao todo foram usadas 18 armadilhas, 9 por área sendo elas instaladas em um gradiente com nove pontos e intervalo de 20 metros entre cada ponto (Figura 2). Começando a 80 metros de distância da borda no interior do plantio, seguindo até a borda e terminando a 80 metros de distância da borda no interior da mata. As armadilhas não foram instaladas em linha reta e foi mantido pelo menos 60 metros de distância entre cada armadilha. Os himenópteros parasitoides coletados foram identificados em nível de família, usando a chave de Fernández e Sharkey (2006).



**Figura 1.** Disposição das armadilhas no interior do plantio (P) e no interior da mata (F) nas áreas de estudo: (A) Aprisco Pasárgada - AP e (B) Santa Terezinha - ST .

As variáveis analisadas foram diversidade, abundância, riqueza e a composição das famílias em função da distância da borda. Como na área de estudos AP não foi feita a limpeza da vegetação rasteira regularmente, e isso é um fator no qual poderia influenciar as variáveis, adicionamos o tempo como variável independente para expressar o crescimento das plantas localizadas nas entrelinhas e linhas do pomar. Foi utilizada análise de regressão polinomial para testar o efeito da distância e do tempo, uma vez que a exploração gráfica dos dados sugeriu um padrão curvilíneo. Primeiramente, foi adicionado um termo quadrático, se este termo se mostrou significativo, então foi adicionado o termo seguinte (e.g. cúbico), e assim sucessivamente, até termos adicionais não se mostrarem mais significantes.

Para os dados de composição das famílias foi utilizada análise de coordenadas principais (PCoA). Esse método de ordenação leva em conta as distâncias entre os objetos em relação a sua similaridade ou a dissimilaridade (Legendre, 2012). A posteriori foi feita análise multivariada de variância (MANOVA), pelo fato de existir mais de uma variável dependente. As análises estatísticas foram feitas usando o software R (2012) versão 2.14.2, com o auxílio do pacote Vegan.

## **RESULTADOS**

No total foram coletados 8399 indivíduos distribuídos em 35 famílias de parasitoides nas duas áreas. As mais abundantes foram Scelionidae (1621 indivíduos/ 19,3% do total de indivíduos), Mymaridae (1173/ 14%), Eulophidae (1058/ 12,6%) e Encyrtidae (1009/12%) e as mais frequentes foram Scelionidae (91% do total de coletas), Eulophidae (84,2%), Braconidae (74,4%) e Encyrtidae (63%).

Nos dois pomares de citros foram coletados 3394 indivíduos distribuídos em 31 famílias. Os grupos mais abundantes foram Encyrtidae (907/ 26,7%), Eulophidae (496/ 14.6%), Scelionidae (436/ 12,8%), Ceraphronidae (302/ 8.9%) e Aphelinidae (250/ 7,3%) e os mais frequentes foram Encyrtidae (89,6%), Scelionidae (85,4%), Eulophidae (80,2%) e Aphelinidae (63,6%). Nas duas áreas de mata foram coletados 4634 espécimes divididos em 30 famílias, sendo que as mais abundantes e frequentes foram Scelionidae (1104 indivíduos/ 23.8% do total de indivíduos e 96% do total de coletas), Mymaridae (1039/ 22,4% e 94%),

Eulophidae (531/ 15,6% e 90%) e Braconidae (342/ 7,3% e 88%). A análise de composição comparando as famílias de parasitoides entre as áreas de estudo não diferiram.

### **Área de estudo 1 - AP**

Foram coletados 4.505 parasitoides pertencentes a 35 famílias e as mais abundantes foram Scelionidae (903 indivíduos/ 20% do total de indivíduos), Mymaridae (598/ 13,2%), Eulophidae (540/ 11,9%) e Encyrtidae (441/ 9,7%) representando mais de 50% do total de indivíduos coletados (Tabela1).

As mais frequentes foram Scelionidae (93,4% do total de coletas), Eulophidae (87%), Braconidae (73,8%) e Encyrtidae (67,2%).

No plantio foram coletados 2.051 espécimes distribuídos em 29 famílias e as mais abundantes foram Encyrtidae (388/ 18,9%), Scelionidae (281/ 13,7%), Eulophidae (247/ 5,4%) e Ceraphronidae (228/ 11,1%), sendo essas representantes de cerca de 55% do valor total de indivíduos coletados. Os grupos mais frequentes foram Encyrtidae (89%), Scelionidae (87%), Eulophidae (85%) e Aphelinidae (70,8%). A distância 60 teve a maior abundância total com 950 indivíduos e a distância 40 teve a maior riqueza com 24 famílias.

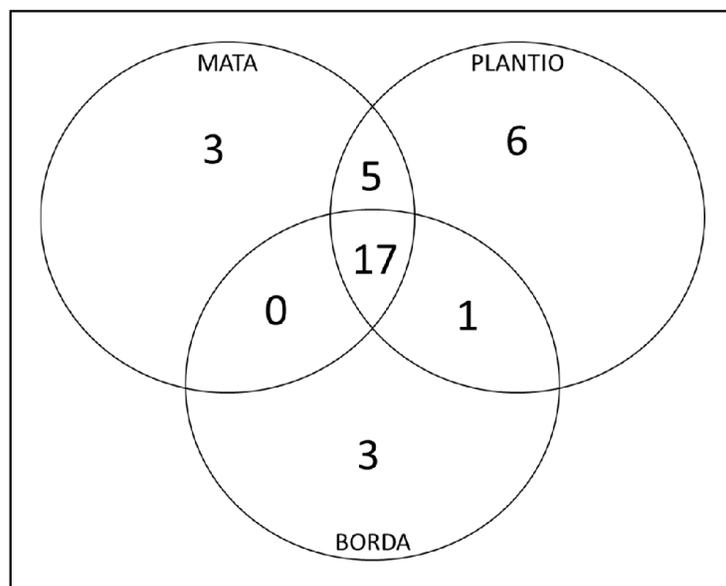
Na mata foram coletados 2.259 indivíduos, pertencentes a 25 famílias. As mais abundantes e frequentes foram Scelionidae (574 indivíduos/ 25,4% do total de indivíduos e 100% do total de coletas), Mymaridae (480/ 21,2% e 95,8%), Eulophidae (277 e 93%) e Braconidae (165 e 87%) correspondendo por 66% do total de indivíduos coletados. A distância 40 teve a maior abundância com 871 indivíduos e a distância 80 teve a maior riqueza com 23 famílias.

Foi feito um diagrama de Venn com três conjuntos (borda, mata e plantio) para melhor visualizar a presença das famílias nesses ambientes (Figura 3). O plantio teve seis famílias exclusivas, Tiphidae, Chrysididae, Scoliidae, Ampulicidae, Orussidae e Gasteruptiidae. Na mata houve três famílias exclusivas, Dryinidae, Evaniidae e Mymarommatidae, sendo essa última o primeiro registro para a Amazônia. Na borda Perilampidae, Megaspilidae e Leucospidae foram exclusivas. A borda e a mata não compartilharam famílias em comum e a borda e o plantio tiveram apenas uma família em comum, Torymidae. O plantio e a mata tiveram cinco famílias em comum, sendo elas

Aphelinidae, Bethyidae, Eucharitidae, Signiphoridae e Sphecidae. Por fim, os três locais tiveram 17 famílias em comum.

**Tabela 1.** Total de famílias por ponto de coleta capturadas em armadilha Malaise na área de estudo AP em Rio Preto da Eva - AM.

| Famílias                  | Mata (distância da borda) |            |            |            |             | Borda      | Plantio (distância da borda) |            |            |            |             | Total Geral |
|---------------------------|---------------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------------------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
|                           | 80 m                      | 60 m       | 40 m       | 20 m       | Total       |            | 20 m                         | 40 m       | 60 m       | 80 m       | Total       |             |
| Scelionidae               | 185                       | 42         | 245        | 102        | 574         | 48         | 30                           | 95         | 115        | 41         | 281         | 903         |
| Mymaridae                 | 132                       | 56         | 186        | 106        | 480         | 11         | 5                            | 42         | 45         | 15         | 107         | 598         |
| Eulophidae                | 93                        | 32         | 114        | 38         | 277         | 16         | 18                           | 99         | 89         | 41         | 247         | 540         |
| Encyrtidae                | 9                         | 2          | 8          | 9          | 28          | 25         | 21                           | 134        | 149        | 84         | 388         | 441         |
| Ceraphronidae             | 19                        | 9          | 24         | 18         | 70          | 1          | 7                            | 71         | 129        | 21         | 228         | 299         |
| Braconidae                | 85                        | 28         | 35         | 17         | 165         | 19         | 11                           | 27         | 14         | 15         | 67          | 251         |
| Aphelinidae               | 20                        | 7          | 32         | 18         | 77          | 0          | 7                            | 21         | 110        | 18         | 156         | 233         |
| Figitidae                 | 50                        | 13         | 57         | 9          | 129         | 19         | 19                           | 17         | 30         | 10         | 76          | 224         |
| Trichogrammatidae         | 27                        | 38         | 45         | 44         | 154         | 2          | 3                            | 6          | 42         | 3          | 54          | 210         |
| Pteromalidae              | 9                         | 1          | 10         | 1          | 21          | 3          | 4                            | 21         | 101        | 24         | 150         | 174         |
| Ichneumonidae             | 4                         | 2          | 23         | 1          | 30          | 17         | 14                           | 24         | 47         | 14         | 99          | 146         |
| Platygastridae            | 53                        | 4          | 21         | 9          | 87          | 4          | 9                            | 2          | 7          | 3          | 21          | 112         |
| Chalcididae               | 6                         | 2          | 15         | 2          | 25          | 4          | 6                            | 16         | 28         | 9          | 59          | 88          |
| Bethyidae                 | 16                        | 2          | 11         | 3          | 32          | 0          | 3                            | 6          | 4          | 4          | 17          | 49          |
| Diapriidae                | 13                        | 3          | 12         | 3          | 31          | 5          | 4                            | 2          | 3          | 0          | 9           | 45          |
| Eupelmidae                | 6                         | 0          | 3          | 7          | 16          | 7          | 0                            | 3          | 0          | 4          | 7           | 30          |
| Eurytomidae               | 2                         | 0          | 7          | 1          | 10          | 2          | 0                            | 4          | 12         | 0          | 16          | 28          |
| Signiphoridae             | 7                         | 1          | 7          | 0          | 15          | 0          | 0                            | 0          | 11         | 2          | 13          | 28          |
| Pompilidae                | 4                         | 1          | 3          | 2          | 10          | 6          | 1                            | 6          | 1          | 2          | 10          | 26          |
| Sphecidae                 | 4                         | 0          | 3          | 1          | 8           | 0          | 0                            | 4          | 6          | 7          | 17          | 25          |
| Eucharitidae              | 0                         | 0          | 5          | 0          | 5           | 0          | 5                            | 2          | 2          | 2          | 11          | 16          |
| Mutillidae                | 2                         | 0          | 5          | 4          | 11          | 1          | 0                            | 1          | 0          | 0          | 1           | 13          |
| Torymidae                 | 0                         | 0          | 0          | 0          | 0           | 2          | 0                            | 2          | 1          | 2          | 5           | 7           |
| Tiphidae                  | 0                         | 0          | 0          | 0          | 0           | 0          | 1                            | 0          | 0          | 3          | 4           | 4           |
| Chrysididae               | 0                         | 0          | 0          | 0          | 0           | 0          | 0                            | 0          | 3          | 0          | 3           | 3           |
| Dryinidae                 | 1                         | 0          | 0          | 1          | 2           | 0          | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0           | 2           |
| Scoliidae                 | 0                         | 0          | 0          | 0          | 0           | 0          | 0                            | 2          | 0          | 0          | 2           | 2           |
| Ampulicidae               | 0                         | 0          | 0          | 0          | 0           | 0          | 0                            | 0          | 0          | 1          | 1           | 1           |
| Evanidae                  | 1                         | 0          | 0          | 0          | 1           | 0          | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0           | 1           |
| Gasteruptiidae            | 0                         | 0          | 0          | 0          | 0           | 0          | 0                            | 1          | 0          | 0          | 1           | 1           |
| Leucospidae               | 0                         | 0          | 0          | 0          | 0           | 1          | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0           | 1           |
| Megaspilidae              | 0                         | 0          | 0          | 0          | 0           | 1          | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0           | 1           |
| Mymaromatidae             | 0                         | 0          | 0          | 1          | 1           | 0          | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0           | 1           |
| Orussidae                 | 0                         | 0          | 0          | 0          | 0           | 0          | 0                            | 0          | 1          | 0          | 1           | 1           |
| Perilampidae              | 0                         | 0          | 0          | 0          | 0           | 1          | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0           | 1           |
| <b>Total de famílias</b>  | <b>23</b>                 | <b>17</b>  | <b>22</b>  | <b>22</b>  | <b>25</b>   | <b>21</b>  | <b>18</b>                    | <b>24</b>  | <b>23</b>  | <b>22</b>  | <b>29</b>   | <b>35</b>   |
| <b>Total de espécimes</b> | <b>748</b>                | <b>243</b> | <b>871</b> | <b>397</b> | <b>2259</b> | <b>195</b> | <b>168</b>                   | <b>608</b> | <b>950</b> | <b>325</b> | <b>2051</b> | <b>4505</b> |

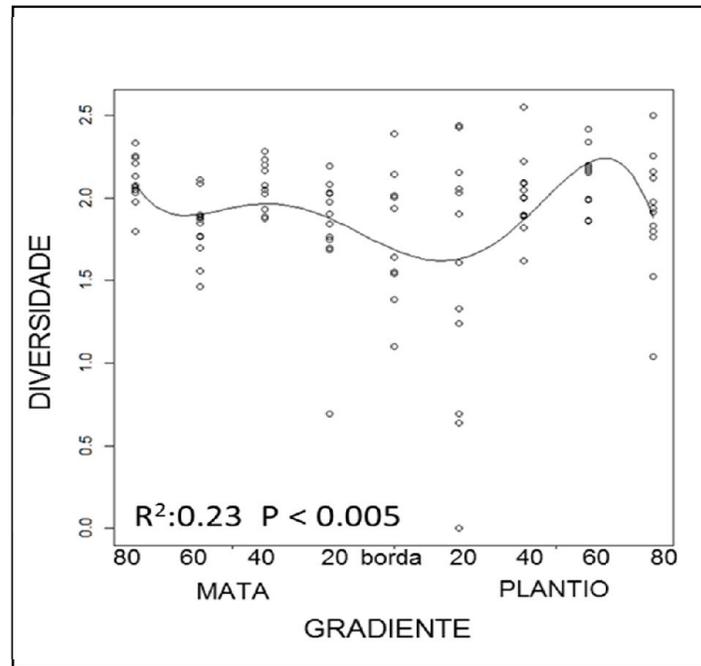


**Figura 3.** Diagrama de Venn mostrando a quantidade de famílias estritas de cada local e compartilhadas entre local na área de estudo AP em Rio Preto da Eva – AM.

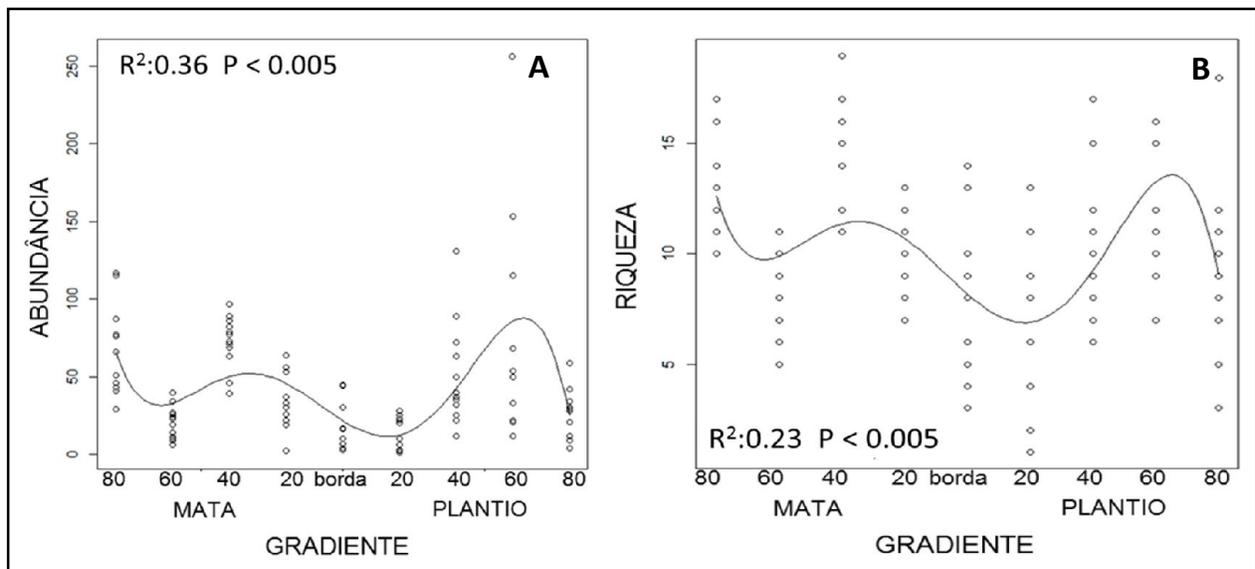
A distância da borda e a vegetação espontânea influenciaram a riqueza, abundância e diversidade (Tabela 2). A riqueza e abundância aumentaram a medida em que se distanciou da borda, mas essa variação não foi gradual tendo picos nas distâncias 60 metros no plantio e 40 e 80 metros na mata (Figura 4). Dentro da mata a diversidade média foi diminuindo a medida que se aproximou da borda e chegou ao menor valor médio na distância 20 metros no plantio. Ao adentrar no plantio, a diversidade foi aumentando atingindo um pico a 60 metros da borda (Figura 5).

**Tabela 2.** Influência das variáveis distância da borda (Termos da regressão polinomial: Grad., Grad.<sup>2</sup>, Grad.<sup>3</sup>, Grad.<sup>4</sup>, Grad.<sup>5</sup>) e vegetação espontânea (Tempo) sobre a abundância, riqueza e diversidade de parasitoides na área AP. Os números sobrescritos se referem aos termos que foram adicionados e os números marcados com \* foram significantes  $P > 0.05$ .

| Coeficientes       | ABUNDÂNCIA (F=11,15) |        |        | RIQUEZA (F=6,29) |       |        | DIVERSIDADE (3,62) |        |        |
|--------------------|----------------------|--------|--------|------------------|-------|--------|--------------------|--------|--------|
|                    | Estimado             | t      | P      | Estimado         | t     | P      | Estimado           | t      | P      |
| (Intercepto)       | 0,002                | 0,296  | 0,768  | 0,006            | 7,574 | 0,001  | 0,001              | 16,594 | 0,001  |
| Grad.              | -0,015               | -4,062 | 0,001* | -0,01            | -3,84 | 0,001* | -0,825             | -2,343 | 0,02*  |
| Grad. <sup>2</sup> | 0,019                | 3,902  | 0,001* | 0,162            | 2,900 | 0,004* | 0,174              | 2,850  | 0,005* |
| Grad. <sup>3</sup> | 0,082                | 5,240  | 0,001* | 0,076            | 4,212 | 0,001* | 0,005              | 2,784  | 0,006* |
| Grad. <sup>4</sup> | -0,002               | -3,341 | 0,001* | -0,001           | -2,29 | 0,02*  | -0,0001            | -2,217 | 0,02*  |
| Grad. <sup>5</sup> | -0,001               | -5,693 | 0,001* | -0,001           | -4,34 | 0,001* | 0,0001             | -2,915 | 0,004* |
| Tempo              | 0,003                | 3,534  | 0,001* | 0,02             | 2,134 | 0,03*  | 0,838              | 0,777  | 0,4    |

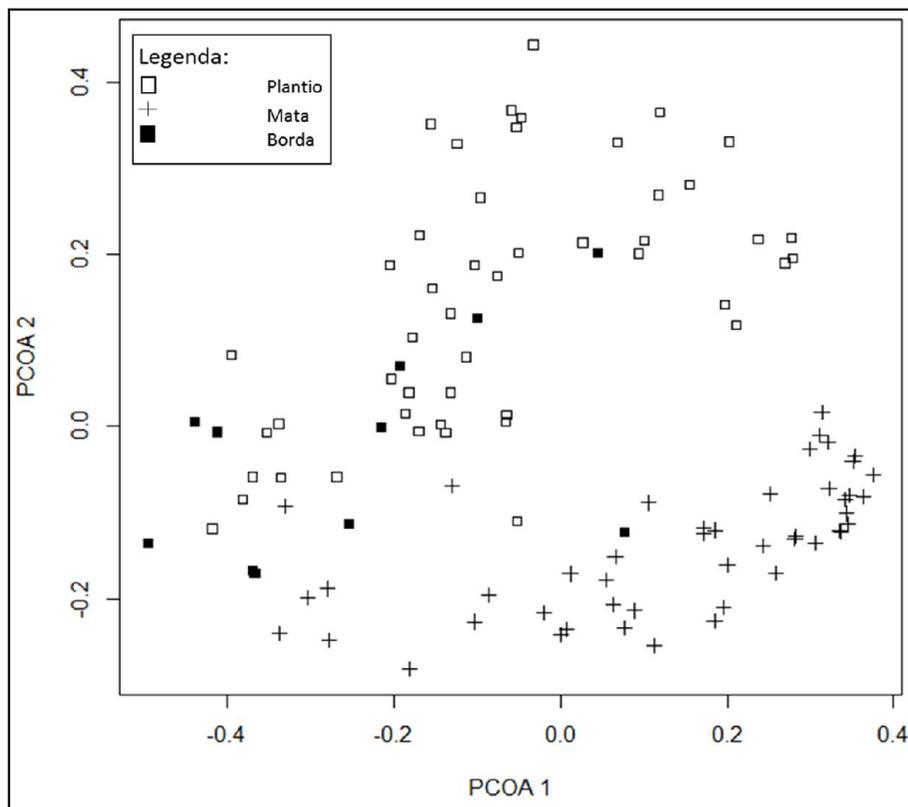


**Figura 4.** Diversidade de parasitoides em função do gradiente mata (80, 60, 40 e 20 metros da borda), borda e plantio (20, 40, 60 e 80 metros da borda) na área AP.

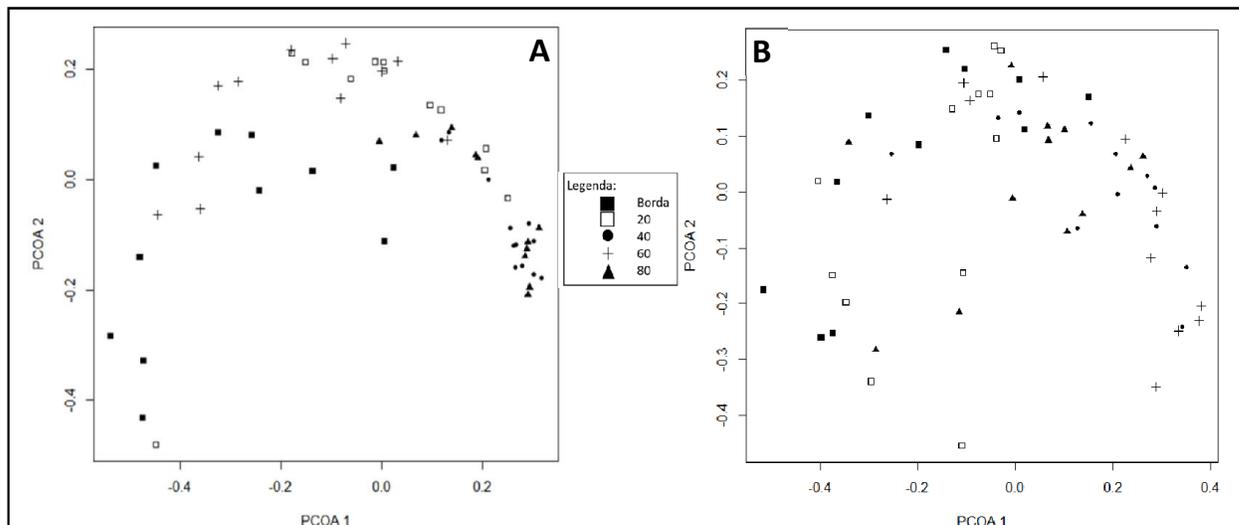


**Figura 5.** Abundância (A) e riqueza (B) de parasitoides em função do gradiente mata (80, 60, 40 e 20 metros da borda), borda e plantio (20, 40, 60 e 80 metros da borda) na área AP.

A análise de ordenação agrupou o plantio e a borda e os separou da mata (Figura 6). Além disso, mostrou que a composição de parasitoides na mata foi mais homogênea, ao passo que no plantio e na borda a composição foi mais heterogênea. No interior da mata houve diferença da composição das famílias de parasitoides entre a borda, que ficou mais espalhada com as distâncias 20, 40, 60 e 80, as quais tenderam a se agrupar (Figura 7A). No plantio não houve um gradiente de distribuição ou um agrupamento claro entre os pontos, mas foi possível observar uma tendência dos pontos 40 e 60 ficarem mais agrupados do lado direito (Figura 7 B), se diferenciando da borda.



**Figura 6.** Análise de ordenação (PCoA) da composição de famílias comparando a mata, o plantio e a borda na área AP.



**Figura 7.** Análise de ordenação (PCoA) da composição de famílias comparando a distância no interior da mata (A) e no interior do plantio (B)

## Área de estudo 2 - ST

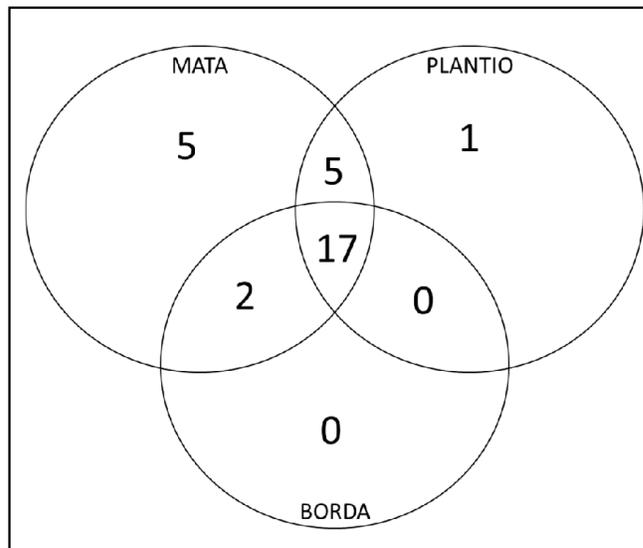
Foram coletados 3.894 parasitoides pertencentes a 31 famílias, Scelionidae (718 indivíduos/ 18,4% do total de indivíduos), Mymaridae (575/ 14,7%), Encyrtidae (568/ 14,5%) e Eulophidae (518/ 13,3%) foram as mais abundantes representando mais de 60% do total de indivíduos coletados, e Scelionidae (90% do total de coletas), Eulophidae (81%), Braconidae (75%) e Aphelinidae (64%) foram as mais frequentes (Tabela 3).

No plantio foram coletados 1.343 espécimes, distribuídos em 24 famílias sendo Encyrtidae (519/ 38,6%), Eulophidae (249/ 18,5%), Scelionidae (155/ 11,5%) e Aphelinidae (94/ 7%) as mais abundantes. Essas famílias representaram mais de 75% dos espécimes coletados e os grupos mais frequentes foram Encyrtidae (89%), Scelionidae (83%), Eulophidae (75%) e Aphelinidae (60%). O total de indivíduos coletados na mata foi de 2375 pertencentes a 30 famílias, as mais abundantes e frequentes foram Mymaridae (559 indivíduos/ 23,5% do total de indivíduos e 93,75% do total de coletas) e Scelionidae (530/ 22,3% e 93,75%) seguidas de Eulophidae (254/ 10,7%) com frequência de 87,5% e Braconidae (177/ 7,4%) com frequência de 89,6%. Esses grupos corresponderam por 64% do total de indivíduos coletados na mata.

**Tabela 3.** Total de famílias por ponto de coleta capturadas em armadilha Malaise na área de estudo ST em Rio Preto da Eva - AM.

| Famílias                  | Mata (distância da borda) |            |            |            |             | Borda      | Plantio (distância da borda) |            |            |            |             | Total Geral |
|---------------------------|---------------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------------------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
|                           | 80 m                      | 60 m       | 40 m       | 20 m       | Total       |            | 20 m                         | 40 m       | 60 m       | 80 m       | Total       |             |
| Scelionidae               | 119                       | 194        | 104        | 113        | 530         | 33         | 67                           | 19         | 39         | 30         | 155         | <b>718</b>  |
| Mymaridae                 | 162                       | 162        | 106        | 129        | 559         | 7          | 3                            | 0          | 3          | 3          | 9           | <b>575</b>  |
| Encyrtidae                | 17                        | 12         | 4          | 2          | 35          | 14         | 75                           | 43         | 145        | 256        | 519         | <b>568</b>  |
| Eulophidae                | 105                       | 80         | 33         | 36         | 254         | 15         | 89                           | 15         | 126        | 19         | 249         | <b>518</b>  |
| Braconidae                | 42                        | 63         | 43         | 29         | 177         | 29         | 8                            | 9          | 14         | 7          | 38          | <b>244</b>  |
| Ceraphronidae             | 35                        | 24         | 25         | 18         | 102         | 8          | 28                           | 4          | 13         | 29         | 74          | <b>184</b>  |
| Platygastridae            | 42                        | 39         | 40         | 33         | 154         | 3          | 6                            | 5          | 6          | 3          | 20          | <b>177</b>  |
| Aphelinidae               | 18                        | 27         | 16         | 14         | 75          | 7          | 14                           | 2          | 33         | 45         | 94          | <b>176</b>  |
| Ichneumonidae             | 10                        | 17         | 6          | 3          | 36          | 17         | 15                           | 13         | 9          | 5          | 42          | <b>95</b>   |
| Trichogrammatidae         | 16                        | 20         | 20         | 30         | 86          | 1          | 1                            | 0          | 1          | 0          | 2           | <b>89</b>   |
| Figitidae                 | 28                        | 23         | 14         | 4          | 69          | 4          | 2                            | 4          | 5          | 1          | 12          | <b>85</b>   |
| Diapriidae                | 35                        | 20         | 10         | 11         | 76          | 5          | 1                            | 1          | 1          | 0          | 3           | <b>84</b>   |
| Bethylidae                | 10                        | 15         | 4          | 12         | 41          | 0          | 0                            | 3          | 5          | 15         | 23          | <b>64</b>   |
| Pteromalidae              | 13                        | 9          | 6          | 8          | 36          | 5          | 8                            | 3          | 4          | 2          | 17          | <b>58</b>   |
| Eupelmidae                | 7                         | 6          | 7          | 12         | 32          | 13         | 1                            | 1          | 2          | 2          | 6           | <b>51</b>   |
| Signiphoridae             | 10                        | 21         | 1          | 3          | 35          | 0          | 2                            | 0          | 2          | 2          | 6           | <b>41</b>   |
| Sphecidae                 | 2                         | 1          | 5          | 3          | 11          | 2          | 14                           | 3          | 6          | 5          | 28          | <b>41</b>   |
| Chalcididae               | 2                         | 8          | 2          | 2          | 14          | 0          | 6                            | 7          | 7          | 3          | 23          | <b>37</b>   |
| Pompilidae                | 2                         | 2          | 4          | 5          | 13          | 6          | 4                            | 2          | 0          | 2          | 8           | <b>27</b>   |
| Mutillidae                | 1                         | 4          | 1          | 0          | 6           | 1          | 5                            | 0          | 0          | 0          | 5           | <b>12</b>   |
| Torymidae                 | 0                         | 5          | 0          | 6          | 11          | 0          | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0           | <b>11</b>   |
| Dryinidae                 | 1                         | 4          | 1          | 0          | 6           | 4          | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0           | <b>10</b>   |
| Eucharitidae              | 0                         | 1          | 0          | 1          | 2           | 0          | 2                            | 1          | 0          | 2          | 5           | <b>7</b>    |
| Perilampidae              | 1                         | 1          | 0          | 0          | 2           | 0          | 0                            | 0          | 2          | 0          | 2           | <b>4</b>    |
| Rhopalosomatidae          | 0                         | 0          | 3          | 1          | 4           | 0          | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0           | <b>4</b>    |
| Evanidae                  | 0                         | 0          | 2          | 0          | 2           | 0          | 0                            | 0          | 0          | 1          | 1           | <b>3</b>    |
| Eurytomidae               | 0                         | 0          | 0          | 1          | 1           | 2          | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0           | <b>3</b>    |
| Mymaromatidae             | 0                         | 1          | 0          | 2          | 3           | 0          | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0           | <b>3</b>    |
| Chrysididae               | 0                         | 0          | 0          | 0          | 0           | 0          | 2                            | 0          | 0          | 0          | 2           | <b>2</b>    |
| Megaspilidae              | 0                         | 2          | 0          | 0          | 2           | 0          | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0           | <b>2</b>    |
| Gasteruptionidae          | 0                         | 0          | 0          | 1          | 1           | 0          | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0           | <b>1</b>    |
| <b>Total de famílias</b>  | <b>22</b>                 | <b>26</b>  | <b>23</b>  | <b>25</b>  | <b>30</b>   | <b>19</b>  | <b>21</b>                    | <b>17</b>  | <b>19</b>  | <b>19</b>  | <b>24</b>   | <b>31</b>   |
| <b>Total de espécimes</b> | <b>678</b>                | <b>761</b> | <b>457</b> | <b>479</b> | <b>2375</b> | <b>176</b> | <b>353</b>                   | <b>135</b> | <b>423</b> | <b>432</b> | <b>1343</b> | <b>3894</b> |

A presença de Chrysididae foi exclusiva no pomar, e Rhopalosomatidae, Mymarommatidae, Megaspilidae, Gasteruptionidae e Torymidae foram exclusivas na mata (Figura 8). A borda não teve presença exclusiva de famílias. A Mata e o plantio tiveram cinco famílias em comum, Bethylidae, Chalcididae, Eucharitidae, Evanidae e Signiphoridae e a mata e a borda tiveram Dryinidae e Eurytomidae em comum. Por fim, os três locais tiveram 17 famílias em comum.

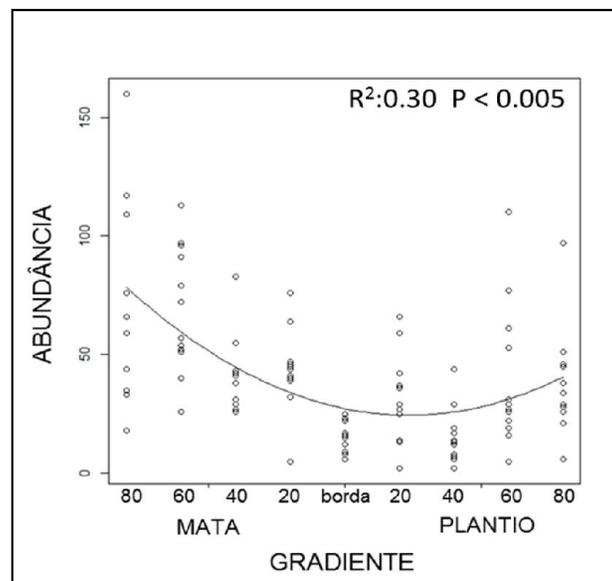


**Figura 8.** Diagrama de Venn mostrando a quantidade de famílias estritas de cada local e compartilhadas entre local na área de estudo ST em Rio Preto da Eva – AM.

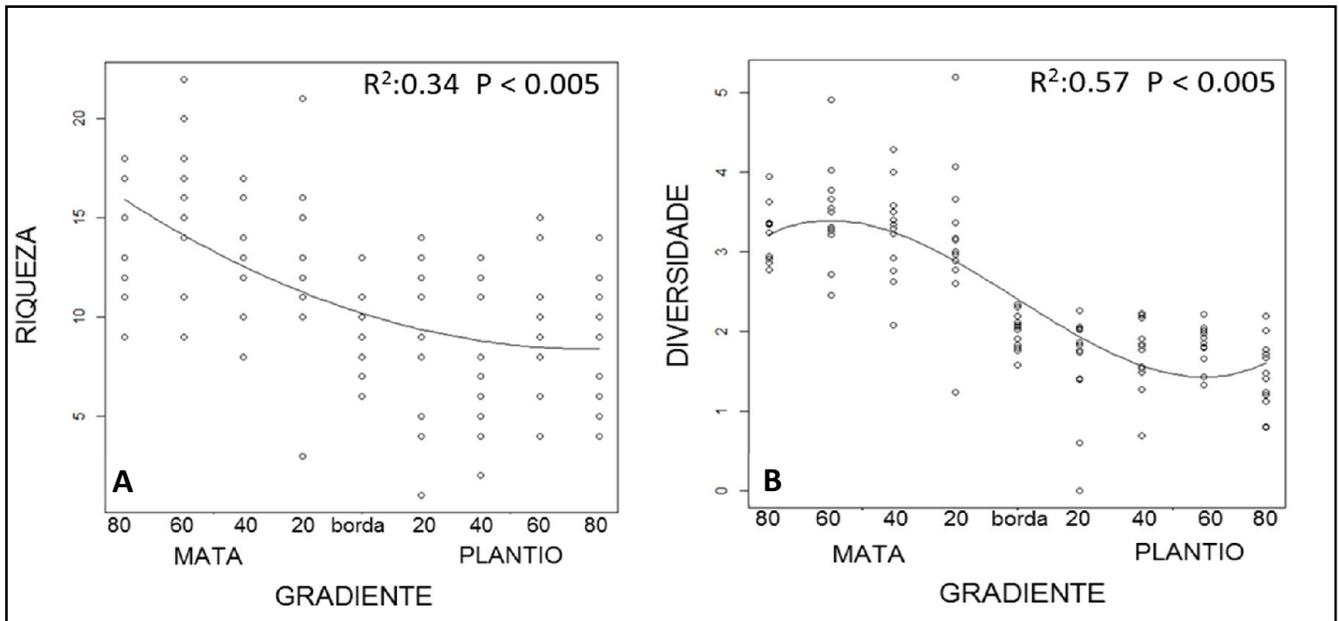
A vegetação espontânea influenciou a diversidade de parasitoides e a distância da borda teve influência na abundância, riqueza e diversidade (Tabela 4). No interior da mata a medida em que se aproximou da borda a abundância diminuiu, voltando a aumentar sutilmente no interior do plantio a medida em que se distanciou da borda, formando assim uma parábola onde o menor valor médio foi na borda (Figura 9). As curvas que expressaram a riqueza e a diversidade mostraram um decréscimo dos valores, a medida em que se deslocou do interior da mata para o interior do plantio, e de forma geral as distâncias no interior da mata tiveram maior diversidade e riqueza de famílias (Figura 10).

**Tabela 4.** Influência das variáveis distância da borda (Termos da regressão polinomial: Grad., Grad.<sup>2</sup>) e vegetação espontânea (Tempo) sobre a abundância, riqueza e diversidade de parasitoides na área ST. O número sobrescrito se refere ao termo polinomial adicionado e os números marcados com \* foram significantes  $P > 0.05$ .

| Coeficientes           | ABUNDÂNCIA (F=11,15) |        |        | RIQUEZA (F=6,29) |        |        | DIVERSIDADE (3,62) |        |        |
|------------------------|----------------------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
|                        | Estimado             | t      | P      | Estimado         | t      | P      | Estimado           | t      | P      |
| (Intercepto)           | 28,294               | 4,894  | 0,001* | 11,235           | 13,835 | 0,001* | 2,641              | 21,9   | 0,001* |
| Gradiente              | -0,236               | -5,102 | 0,001* | -0,047           | -7,207 | 0,001* | -0,024             | -8,55  | 0,001* |
| Gradiente <sup>2</sup> | 0,005                | 4,904  | 0,001* | 0,001            | 2,139  | 0,034* | 0,001              | 3,967  | 0,001* |
| Tempo                  | -0,161               | -0,234 | 0,816  | -0,162           | -1,670 | 0,098  | 0,036              | -2,168 | 0,032* |

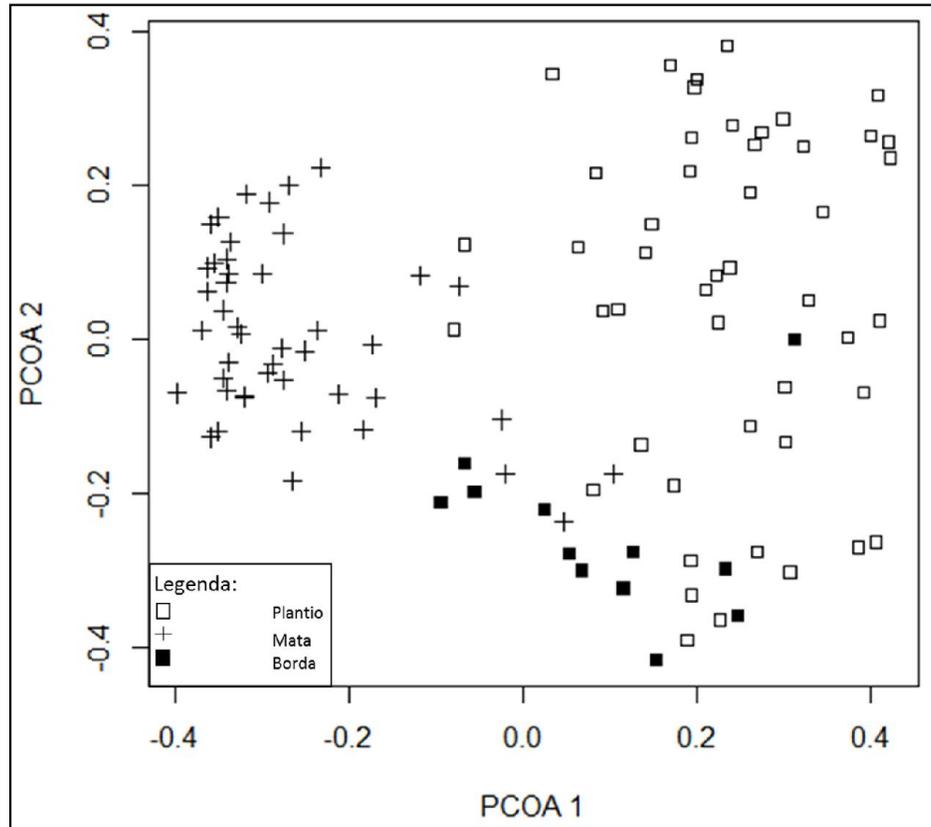


**Figura 9.** Abundância de parasitoides em função do gradiente mata (80, 60, 40 e 20 metros da borda), borda e plantio (20, 40, 60 e 80 metros da borda) na área ST.

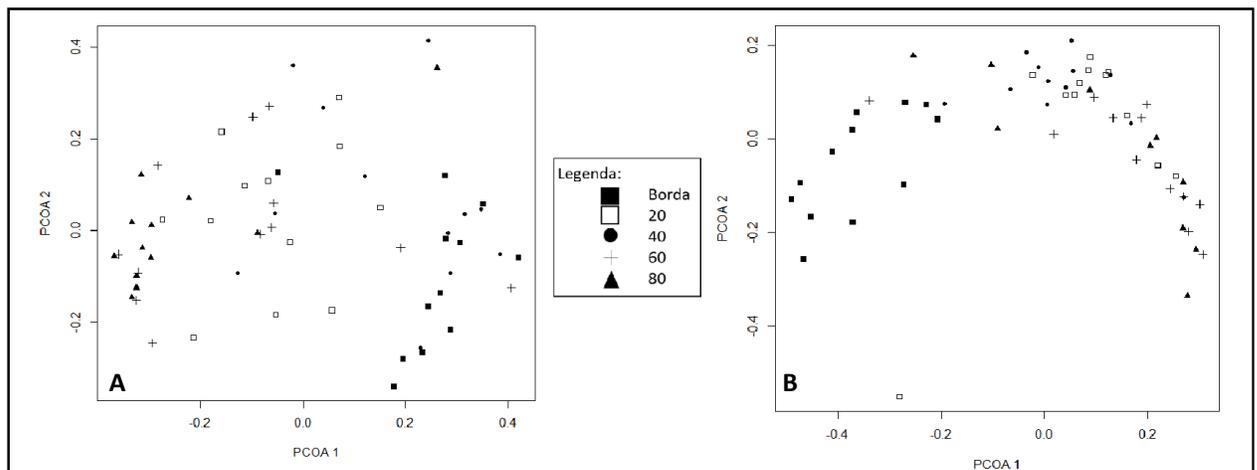


**Figura 10.** Riqueza (A) e diversidade (B) de parasitoides em função do gradiente mata (80, 60, 40 e 20 metros da borda), borda e plantio (20, 40, 60 e 80 metros da borda) na área ST.

Houve diferença na composição de famílias entre os três ambientes estudados sugerindo um gradiente entre mata, borda e plantio (Figura 11). Também foi possível verificar que a mata foi mais homogênea em sua composição, e o plantio e borda foram mais heterogêneos. A composição das famílias no interior do plantio foi diferente entre a borda e 80 com os pontos se agrupando em lados opostos, as distâncias 20 e 60 ficaram centralizadas e a borda se agrupou com a distância 40 (Figura 12 A). A composição de parasitoides no interior da mata seguiu o padrão do gradiente, ou seja, a borda diferiu de todas, 20 e 40 foram similares e 60 ficou mais próximo de 80, sendo essa última oposta a borda (Figura 12 B).



**Figura 11.** Análise de ordenação (PCoA) da composição de famílias comparando a mata, o plantio e a borda na área ST



**Figura 12.** Análise de ordenação (PCoA) da composição de famílias comparando as distância no interior do pomar (A) e no interior da mata (B)

## DISCUSSÃO

Os parasitoides são bons bioindicadores de alterações no ambientes em função de sua relação com os hospedeiros, isto é, quando existem mudanças que afetem plantas e herbívoros (hospedeiros), estas também acabam por afetar os parasitoides (Maleque *et al.*, 2009; Anderson, *et al.*, 2011; Paoletti, 1999).

Os dados de riqueza obtidos nesse trabalho tiveram um certo grau de similaridade com alguns trabalhos feitos em áreas conservadas como na Floresta Amazônica (Feitosa *et al.* 2007) ou em fragmentos naturais de Mata Atlântica no Espírito Santo (Azevedo *et al.* 2002). Sperber *et al.* (2004) realizaram um estudo em 16 agrossistemas compostos por cacau e plantas nativas de Mata Atlântica e coletaram 32 famílias (no artigo diz 33, porém as chaves usadas na identificação são antigas e a família Eucoilidae hoje é considerada subfamílias de Figitidae). No presente trabalho a riqueza geral, isto é, plantio e mata, foi de 35 famílias e a riqueza no interior da mata foi de 30 famílias, incluindo a coleta de algumas famílias raras e sensíveis a alterações ambientais como Rhopalosomatidae, Orussidae e Mymaromatidae sendo esta o primeiro registro para a Amazônia brasileira. As famílias coletadas a mais por Sperber *et al.* (2004) foram Sclerogibbidae e Liopteridae, sendo esta última já relatada no Amazonas por Olmi (2005). Esses resultados leva-nos a inferir, de forma superficial, que a mata ao redor do pomar pode estar tendo pouca influência das atividades agrícolas em virtude da riqueza de famílias e também que o bioma amazônico é diverso na comunidade de parasitoides.

Famílias com hábitos alimentares variados e uma relação menos específica com os hospedeiros são influenciadas pela vegetação (Meiners e Obermaier, 2004; Russel, 1989;). Os resultados demonstraram que a abundância total e a frequência relativa de Encyrtidae e Aphelinidae no interior dos pomares foram muito similares e tiveram valores altos ao passo que no interior das matas esses valores foram baixos. Isso sugere que famílias com hábitos mais especialistas em relação aos hospedeiros, como Encyrtidae e Aphelinidae (Noyes 1985; Wooley 1997), podem não sofrer influência direta da vegetação e outros fatores como a distribuição e a densidade dos hospedeiros podem influenciar na presença e distribuição desses grupos.

Os resultados esperados para as variáveis analisadas eram: (i) maiores valores de riqueza, abundância e diversidade no interior da mata, (ii) uma composição diferente entre mata, borda e plantio e (iii) que o plantio e a mata teriam composição diferente entre as distâncias das bordas (Connell 1978; Lassau *et al.* 2005; Somavilla *et al.* 2014).

As variações de abundância, riqueza e diversidade que houveram na área AP dentro do plantio podem ter sido influenciadas pela densidade e diversidade de vegetação espontânea que cresceu de forma desigual pelo pomar, causando picos em algumas distâncias do plantio. A vegetação pode ter agido como um corredor, composto principalmente por arbustivas e gramíneas, fazendo com que essa área tivesse cerca de 20% de indivíduos a mais do que a área ST. Provavelmente esses corredores reduziram o efeito da borda, facilitando o trânsito de insetos no interior do pomar e entre a mata e o plantio, tendo efeito sobre a abundância, riqueza e diversidade de parasitoides. Corredores de vegetação são muito importantes para os inimigos naturais e principalmente para os parasitoides, em função da alimentação dos adultos (Krewenka *et al.*, 2011; Holzschuh *et al.*, 2009). Portanto a composição de famílias (Figura 7B) pode ter sofrido influência da vegetação espontânea, pois ao fornecer diversidade de plantas no ambiente estamos fornecendo fonte de hospedeiros alternativos, mais fontes de alimento e abrigo (Altieri *et al.*, 2003).

O crescimento de forma desigual da vegetação espontânea na área AP foi uma variável inesperada. Desse modo, para um resultado mais sólido a respeito da variação da abundância, riqueza, diversidade e composição dos parasitoides em função da vegetação espontânea seria interessante que estudos futuros fossem compostos por mais áreas onde a vegetação espontânea tenham um crescimento mais homogêneo possível.

A área ST não foi influenciada pela vegetação rasteira e os resultados obtidos foram mais similares ao esperado. A abundância, riqueza e diversidade tiveram os valores mais altos na mata, o que pode ser explicado pelas interações entre as cadeias tróficas complexas que existem envolvendo plantas, insetos fitófagos e seus parasitoides (Gomez e Zamora, 1994; Soler *et al.*, 2005). A medida em que se aproximou da borda os valores médios da abundância, riqueza e diversidade diminuíram provavelmente porque a riqueza da fauna e

flora também diminuem em função dos distúrbios causados pela influência vinda do plantio (Fahrig *et al.*, 2011).

A borda é um ambiente de transição para espécies com maior capacidade de dispersão servindo como fonte de abrigo temporário, mas sua complexidade não sustenta a abundância de parasitoides, principalmente em função de sua composição florística (Woltz *et al.*, 2012; Werling *et al.*, 2011).

Já no plantio os valores mais baixos das variáveis podem ter sido em função da monocultura, uma vez que as relações planta, fitófago e hospedeiro são mais simples em monocultivo. Na maioria dos sistemas de cultivo, existe uma espécie vegetal que favorece o aumento da população de um pequeno grupo de insetos que podem se tornar pragas (Araújo *et al.*, 2014; Matson *et al.*, 1997; Russel, 1989). Esses fitófagos são atacados por apenas algumas famílias de parasitoides. Desse modo, supomos que o leve aumento na linha de tendência da abundância nas armadilhas mais distantes da borda provavelmente se deu pela influência da densidade dos insetos praga sobre a comunidade de parasitoides.

Assim como a abundância, a riqueza de parasitoides em ambientes agrícolas também depende da riqueza de hospedeiros. Como em um monocultivo essa riqueza é baixa (se comparado a ambientes naturais), conseqüentemente a riqueza de parasitoides tende a ser baixa. No presente estudo a riqueza de parasitoides foi restrita a uma média de 8 famílias e a maioria delas possivelmente estão relacionadas às pragas do citros (Parra *et al.*, 2003). Os valores da diversidade no plantio e na borda foram menores, pois o índice usado leva em conta a equitabilidade das abundâncias (Gotelli, 2007) e no plantio, a abundância relativa foi composta basicamente por duas famílias, Encyrtidae e Eulophidae indicando que a dominância desses grupos levou os valores da diversidade para baixo.

As famílias Eulophidae, Braconidae, Encyrtidae e Aphelinidae tiveram as maiores abundâncias em ambos os plantios (Tabela 1 e 2) e esse fato pode estar relacionado com as principais pragas associadas à citricultura. Essas famílias de Hymenoptera podem controlar de maneira eficiente várias espécies de Lepidoptera, Hemiptera e Diptera que atacam o citros (Parra, 2002b).

A lagarta-minadora (*Phyllocnistis citrella*, Staiton) (Lepidoptera: Gracillariidae) já teve seu registro no Amazonas e pode gerar grandes perdas

para os produtores de citros (Bentes *et al.* 2007). É uma praga que pode ser controlada de forma efetiva por espécies nativas de Eulophidae como *Galeopsomyia fausta* La Salle e Peña, (Eulophidae), *Cirrospilus floridens* Evans, (Eulophidae) *Horismenus citrus* Hansson (Eulophidae) e também pelo Encyrtidae introduzido, *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya (Yamamoto e Parra, 2005; Parra *et al.*, 2003). Outra praga de importância é a *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), que apesar de não ter ocorrência no Amazonas, pode além de danificar a planta ser vetora do *Greening*. O controle desse psílideo pode ser feito pelo microhimenoptero *Tamarixia radiata* (Waterson) (Eulophidae) (Yamamoto e Gravena, 2000; Alves, 2012).

Alguns Braconidae são eficientes no controle de pragas que atacam os frutos da citricultura ou se alimentam da seiva nos caules e folhas. Aguiar-Menezes e Menezes (2001) relatam três espécies dessa família, *Doryctobracon aureolatus* (Szépligeti), *Utetes anastrephae* (Viereck) e *Opius bellus* Gahan que podem ser usadas para reduzir a população de mosca das frutas (*Anastrepha* spp Schiner) (Diptera: Tephritidae). Outra espécie de Braconidae importante para a citricultura é *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson), que ajuda no controle do pulgão marrom do citros (*Toxopera citricida* (Kirkaldy) Hemiptera: Aphididae) (Starý *et al.*, 1988, Cocco, 2009). O principal alvo do pulgão marrom são os brotos e isso pode afetar a produção de frutos.

Encyrtidae e Aphelinidae são os principais agentes no controle de cochonilhas do citros (Kapranas e Tena, 2015). *Arrhenophagus chionaspidis* Aurivillius (Encyrtidae), *Metaphycus* spp Mercet (Encyrtidae), *Encyrtus* sp Latreille (Encyrtidae), *Aphytis* spp Howard (Aphelinidae) e *Pteroptrix smithi* (Compere) (Aphelinidae) ajudam na redução da população das principais espécies de cochonilhas (Rodrigues e Cassino, 2012; Murakami *et al.*, 1984). E além das cochonilhas, existem algumas espécies de Aphelinidae que auxiliam no controle das moscas-brancas (Aleroydidae);

Os parasitoides possuem preferência pelos ambientes em função da capacidade em que esses locais têm em disponibilizar e manter a diversidade e de hospedeiros (Sääksjärvi *et al.*, 2006). A diferença da composição de famílias encontrada no presente trabalho pode ser explicada por esse fator, e um indício dessa preferência pode ser vista na alta frequência de certas famílias como Mymaridae e Trichogrammatidae no interior de mata ou Encyrtidae e Aphelinidae

no interior do plantio. As últimas, como já discutido podem estar relacionadas com as pragas da citricultura. Já as primeiras são parasitoides exclusivos de ovos de insetos muito pequenos como Psocoptera, Thysanoptera, Embioptera e Dermaptera.

A borda, em relação ao interior da mata e ao interior do plantio é um local que está sempre sofrendo alterações em função do manejo no plantio, afetando de maneira indireta a comunidade de parasitoides. O que caracterizou a composição de famílias na borda foi a ausência de alguns grupos que foram comuns no plantio e mata como Bethyridae, Eucharitidae, Signiphoridae e Sphecidae. De forma geral essas famílias estão associadas às fases imaturas de insetos como besouros, formigas e borboletas e que são muito sensíveis a alterações (Collinge *et al.*, 2003, Hilszczajski *et al.*, 2005, Bonsall e Hassell 1999, Spector e Ayzama, 2003).

De forma geral, distancia da borda mostrou ter influência sobre a comunidade de parasitoides. A composição, riqueza, abundância e diversidade da mata, borda e plantio diferiram entre si e provavelmente, a distribuição desigual de parasitoides no plantio foi em função da vegetação espontânea que cresceu em uma das áreas. Além disso, foi visto que essa vegetação também pode ter tido influência na redução do efeito de borda para alguns grupos de parasitoides, ao passo que para outros essa influência pode estar relacionada a outros fatores.

## Capítulo 2

---

Oliveira, B.G.; Wolff, V.R.S; Peronte, A.L.B.G; Ronchi Teles, B.; Fernandes, D.R.R. 2015

## **Fonte de alimento e abrigo: o melhor lugar para os parasitoides de cochonilha é permanecerem próximo ao hospedeiro?**

Bruno GARCIA DE OLIVEIRA; Vera REGINA DOS SANTOS WOLFF; Ana LUCIA BENFATTI GONZALEZ PERONTI; Beatriz RONCHI TELES; Daniell RODRIGO RODRIGUES FERNANDES

### **RESUMO:**

A vegetação exerce papel importante na distribuição de parasitoides porque é fonte de alimento e/ou abrigo, mas além das plantas, alguns parasitoides podem se alimentar das excretas de cochonilhas, o “honeydew”. As cochonilhas são pragas importantes para a citricultura e uma forma de controlá-las é usando os parasitoides. Mas devido ao pequeno tamanho de alguns desses parasitoides a sua capacidade de voo é reduzida, dificultando a dispersão por todo o pomar. O objetivo com esse trabalho foi verificar se a distribuição de parasitoides é influenciada pela vegetação da borda e da entrelinha ou pela abundância de cochonilhas. Para isso, foram feitas coletas de parasitoides e cochonilhas em diferentes distâncias da borda e coletas de parasitoides no interior da mata. Também foi feita a associação entre parasitoide e hospedeiro. A vegetação nas entrelinhas não mostrou ter influência na distribuição das espécies de parasitoides de cochonilhas, entretanto o que influenciou na distribuição foi a distância da borda e a abundância de cochonilhas. Além disso, a não ocorrência dos parasitoides no interior da mata sugere que exista um alto grau de especificidade entre esses indivíduos e o “honeydew” pode ter um papel fundamental nessa relação.

**PALAVRAS CHAVE:** Encyrtidae, Aphelinidae, Honeydew

### **INTRODUÇÃO**

Alguns parasitoides necessitam de recursos energéticos além dos obtidos na fase de desenvolvimento. Na fase adulta os parasitoides se alimentam principalmente de néctar e pólen (Géneau *et al.* 2012) e esses carboidratos além de auxiliar na maturação de ovos também aumentam a fecundidade (Berndt e Wratten 2005). Sendo assim o estímulo ao voo está associado principalmente pela busca por hospedeiros e a busca por alimentos (Heimpel e Casas 2008).

Fornecer néctar e pólen nas entrelinhas do plantio por meio de plantas é uma forma de aumentar a eficácia no controle biológico, reduzindo o gasto de energia do parasitoide pela busca de alimentos e aumentando a taxa de parasitismo (Mills *et al.*, 2008; Heimpel *et al.*, 2008; Baalen *et al.*, 2008). Mas além de néctar e pólen os parasitoides podem se alimentar das excretas das

cochonilhas (Wäckers *et al.* 2008), na qual é constituída por um líquido açucarado e conhecido como “honeydew”.

Algumas cochonilhas (Hemiptera: Coccoidea) são pragas importantes para a citricultura. Entre elas estão Coccidae, Pseudococcidae, Asterolecaniidae, Margarodidae e Diaspididae, que é considerada a maior família dentre os cocoídeos (Claps e Terán, 2001; Gravena, 2005; Wolff *et al.*, 2004). Esses insetos causam danos diretos na planta ao inserir o estilete para se alimentar de seiva elaborada, reduzindo a produção de frutos e quando o nível de infestação é muito alto podem tornar os frutos comercialmente inviáveis (Grazia *et al.*, 2012). Também causam prejuízos indiretos, pois o “honeydew” pode favorecer o crescimento do fungo *Capnodium citri* Berk. e Desm. (Aubert, 1987) (Capnodiales: Capnodiaceae), conhecido como fumagina. Esse fungo atrapalha os processos fisiológicos da planta como transpiração, respiração e fotossíntese.

Existe diversas famílias de parasitoides que atuam no controle biológico das cochonilhas dos citros, dentre elas estão Eulophidae, Pteromalidae, Signiphoridae, Platygastriidae (Sengonca *et al.*, 1998; Tena *et al.*, 2008; Kaydam *et al.*, 2006; Bernal *et al.*, 2001). Porém, Encyrtidae e Aphelinidae são as mais usadas no controle biológico desse grupo de pragas por demonstrarem ter uma relação mais específica com as cochonilhas (Noyes 1985; Wooley, 1997; Zhang *et al.*, 2007). As espécies de parasitoides de cochonilhas possuem o tamanho diminuto, variando entre 1 mm a 5 mm e isso faz com que a capacidade de dispersão seja reduzida. Esses microhimenópteros conseguem se dispersar em média 50 metros no cultivo (Pratissoli *et al.*, 2008; Suverkropp *et al.*, 2009) e uma forma de aumentar a eficácia desses no controle biológico é fornecer alimento próximo da cultura ou nas entrelinhas.

No Brasil existem registros de alguns gêneros como *Encarsia* Förster, (Aphelinidae), *Aphytis* Howard, (Aphelinidae), *Cales* Howard, (Aphelinidae), *Pteroptrix* Westwood, (Aphelinidae), *Coccophagus* Westwood, (Aphelinidae), *Arrhenophagus* Aurivillius, (Encyrtidae) e *Metaphycus* Mercet (Encyrtidae). E de algumas associações como, *Aphytis* associado por Watanabe e Yoshi (1992) como parasitoide de *Selenaspidus articulatus* (Hemiptera: Diaspididae) (Morgan). Gravena (2005) relatou a espécie *Aphytis hispanicus* (Mercet, 1912) parasitando *Unaspis citri* Comstock (Hemiptera, Diaspididae). Porém, os

registros, associações e publicações científicas sobre a citricultura estão focadas principalmente na região Sudeste e Sul em função da maior produção de citros (Souza e Faria, 2015).

A citricultura é um cultivo relativamente novo no Amazonas, cerca de 30 anos, e está em desenvolvimento. Poucos estudos foram feitos sobre as espécies de cochonilhas, sendo registradas as espécies *Unaspis citri* Comstock, *Pinnaspis aspidistrae* (Signoret), *Selenaspidus articulatus* (Morgan) e *Coccus viridis* (Green) (Bentes et al., 2007), não existindo nenhum estudo sobre seus parasitoides. No Pará, Farias *et al.* (2012) afirmam que *Praelongorthezia praelonga* (Douglas) é a principal praga da citricultura no estado.

O objetivo desse trabalho foi verificar se a distribuição dos parasitoides de cochonilhas foi influenciada pela vegetação da borda e entrelinhas ou pela abundância de cochonilhas. Para isso foi necessário verificar quais as espécies de cochonilhas e parasitoides que ocorreram nos pomares estudados e estabelecer suas relações tritróficas. Desse modo testamos a hipótese de que a vegetação não influencia diretamente as espécies de parasitoides de cochonilhas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi conduzido em duas áreas produtoras de laranja e nas matas ao redor destas, situados próximos ao município de Rio Preto da Eva no estado do Amazonas, entre os quilômetros 80 e 87 da rodovia AM-010. Ambos os pomares possuíam aproximadamente 15 hectares plantados com laranja de variedade “Pera” e eram rodeados por floresta amazônica secundária do tipo ombrófila densa de terra baixa. As áreas de estudo possuíam uma composição florística semelhante no interior da mata e na borda.

A área de estudos 1 – Sítio **Aprisco Pasárgada** – AP, 2°42'24.65"S - 59°42'52.56"O, possuía um espaçamento de 6x7 metros com densidade de 238 plantas por hectare e a idade das plantas era de 7 anos. Houve aplicação de produtos químicos no talhão próximo ao que as armadilhas estavam instaladas. O pomar não teve as entrelinhas roçadas durante o estudo e em alguns locais a altura da vegetação espontânea atingiu aproximadamente 1,5 metros. Além disso, alguns pés de laranja foram retirados para o replantio.

A área de estudos 2 – Sítio **Santa Terezinha** – ST, 2°40'16,68"S - 59°39'24,24"O, possuía um espaçamento de 5x8 metros com densidade de 250 plantas por hectare e a idade das plantas era de 6 anos. Não foram usados agrotóxicos e o controle de pragas era feito esporadicamente com óleo mineral. Foi realizada a roçagem das entrelinhas periodicamente para manter a vegetação rasteira sempre baixa.

Para coletar os parasitoides foi utilizado armadilha do tipo Malaise (Townes, 1972) modificada em suas dimensões (Figura 1), com altura de 2 metros e área de 1 m<sup>2</sup> e o septo de coloração preta ficou rente ao chão. Sobre ela ficou um copo coletor preenchido com 700 mL de solução composta por álcool 70% e glicerina na proporção de 9 para 1 respectivamente. A coleta de parasitoides foi feita entre os meses de novembro de 2013 a maio de 2014. As armadilhas ficavam ativas por quinze dias, sendo feitas duas coletas por mês. Ao todo foram usadas 18 armadilhas, 9 por área sendo elas instaladas em um gradiente com nove pontos e intervalo de 20 metros entre cada ponto. Começando a 80 metros de distância da borda no interior do plantio, seguindo até a borda e terminando a 80 metros de distância da borda no interior da mata. As armadilhas não foram instaladas em linha reta e foi mantido pelo menos 60 metros de distância entre cada armadilha. A finalidade das armadilhas no interior foi de verificar se as espécies emergidas das cochonilhas em laboratório também estavam presentes no interior da mata.

A amostragem de cochonilhas foi realizada duas vezes por mês, nas mesmas datas das coletas dos parasitoides. Na primeira quinzena o objetivo da coleta era verificar a diversidade de espécies de cochonilhas no pomar. Para isso foram feitas caminhando pelo pomar procurando verificando a presença de cochonilhas em folhas, frutos, caules e troncos, abrangendo o máximo do pomar. As amostras foram individualizadas por área e ao chegar ao laboratório foram armazenadas em álcool para posterior identificação. Na segunda quinzena o objetivo era verificar a emergência de parasitoides das cochonilhas. A coleta de cochonilhas foi realizada seguindo o mesmo gradiente em que as armadilhas Malaise estavam instaladas no plantio. Assim coletou-se manualmente folhas, frutos e pedaços de caule contendo cochonilhas a 20 metros da borda e assim sucessivamente até 80 metros da borda, restringindo a um raio de no máximo 10 metros das armadilhas. As amostras foram individualizadas de acordo com a

distância da borda. No laboratório as folhas com cochonilhas foram cortadas, separando os morfotipos e armazenando-as em placas de petri com papel filtro umedecido e cobertas com filme plástico tipo PVC. Posteriormente os espécimes foram contabilizados por placa de petri e em seguida armazenados em câmara incubadora com temperatura de  $25^{\circ}\text{C}\pm 1$ , umidade de  $70\%\pm 5$  e foto período com 12 horas de luz e 12 horas sem luz. Para verificar as relações entre espécies de cochonilhas e parasitoides, observou-se diariamente a emergência dos parasitoides nas placas de Petri e quando isso ocorreu, estes foram contabilizados, e colocados em micro túbulos com álcool para futura identificação.

A identificação das cochonilhas e dos parasitoides foi feita a nível de espécie. As cochonilhas foram identificadas com as chaves Claps e Wolff (2003), Kozár (2004), Peronti *et al.*, (2008) e McKenzie (1960) pelas Dras. Vera Wolff e Ana Lúcia Peronti. Foram identificado apenas os himenópteros parasitoides de cochonilhas dos citros. Para se ter uma relação espécie-específica verificamos quais foram as espécies de parasitoides que emergiram das cochonilhas no laboratório. Assim, foram separadas as famílias de parasitoides e posteriormente foram identificadas as espécies com auxílio das chaves dos grupos (Noyes, 1980; Wooley, 1997). Posteriormente a identificação foi confirmada por especialista.

Para identificar as cochonilhas e algumas espécies de parasitoides foi necessário realizar a montagem de lâminas. As lâminas de cochonilhas foram montadas de acordo com a técnica de Granara de Willink (1990), onde os espécimes foram clarificados, lavados com água destilada, corados, desidratados e posteriormente montados em lâminas para microscopia com meio permanente Bálsamo do Canadá. A montagem das lâminas dos parasitoides foi feita de acordo com Querino e Zucchi (2011) onde consiste em clarificar o espécime e montá-lo em lâmina com meio permanente Bálsamo do Canadá. As lâminas identificadas de cochonilhas e parasitoides foram depositadas na Coleção de Invertebrados do INPA.

As variáveis analisadas foram abundância e riqueza de parasitoides e de cochonilhas em função da distância da borda e também a abundância de parasitoides em função da abundância de cochonilhas. Na área de estudos AP não foi realizada a limpeza da vegetação rasteira regularmente e isso é um fator

que pode influenciar as variáveis. Desse modo adicionamos o tempo como variável independente para expressar o crescimento das plantas localizadas nas entrelinhas e linhas do pomar e analisamos a abundância e riqueza de parasitoides e cochonilhas em função do tempo. Como os valores de abundância de cochonilha foram maiores que a abundância de parasitoides, os dados foram transformados em log de  $x+1$ . Para testar a relação entre as variáveis foi utilizado análise de regressão linear. As análises foram feitas usando o Software R, versão 2.1.1.

## RESULTADOS

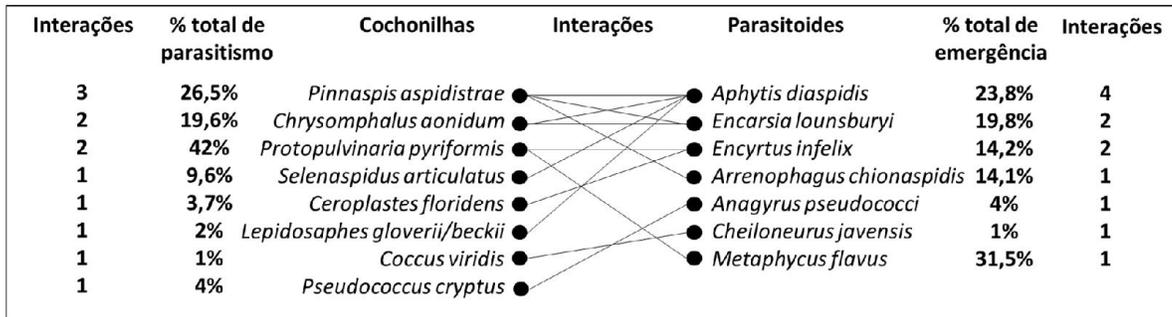
Nas armadilhas do interior do plantio e borda foram coletados 5098 indivíduos distribuídos em 40 famílias de Hymenoptera. Desses, 1083 eram parasitoides de cochonilhas e foram identificadas sete espécies: *Arrenophagus chionaspis*, *Encarsia lounsburyi*, *Aphytis diaspidis*, *Cheiloneurus javensis*, *Anagyrus pseudococci*, *Encyrtus infelix* e *Metaphycus flavus* Howard, pertencentes a duas famílias, Encyrtidae e Aphelinidae. As espécies mais abundantes foram *A. chionaspis* e *E. lounsburyi* correspondendo a 90% do total de parasitoides coletados (Tabela 5). Apesar de terem sido coletados exemplares de Encyrtidae e Aphelinidae nas armadilhas do interior da mata as espécies coletadas foram diferentes das que emergiram das cochonilhas em laboratório.

No total foram coletadas 8624 cochonilhas pertencentes a nove espécies: *Pinnaspis aspidistrae*, *Selenaspis articulatus*, *Chrysomphalus aonidum*, *Lepidosaphes gloverii*, *Lepidosaphes beckii*, *Coccus viridis*, *Ceroplastes floridensis*, *Protospulvinaria pyriformis*, *Pseudococcus cryptus* e *Praelongorthezia praelonga* distribuídas em quatro famílias, Diaspididae, Coccidae, Pseudococcidae e Ortheziidae. As espécies mais abundantes foram *P. aspidistrae* com 8082 espécimes e *S. articulatus* com 187 espécimes, essas duas espécies corresponderam por 95% do total de indivíduos (Tabela 5).

**Tabela 5.** Abundância total por distância de espécies de parasitoides e cochonilhas coletados em dois pomares na região de Rio Preto da Eva.

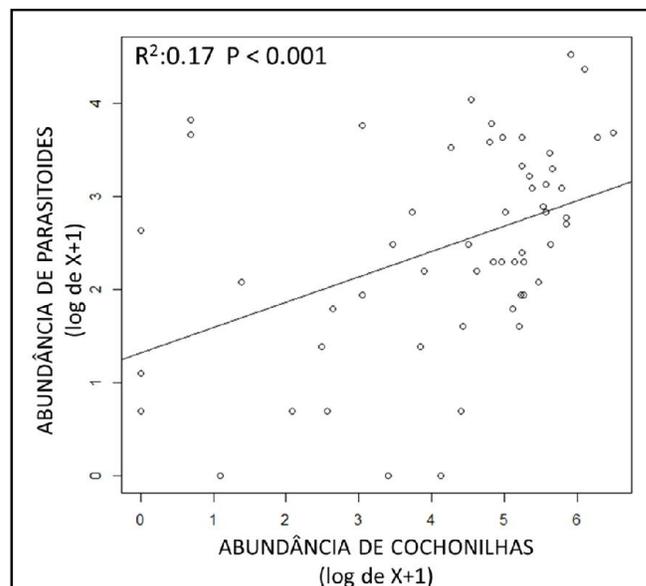
| Parasitoides                        | Distância da borda |           |           |           |           |
|-------------------------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                     | 0                  | 20        | 40        | 60        | 80        |
| <i>Anagyrus pseudococci</i>         | 1                  | 0         | 1         | 4         | 4         |
| <i>Arrenophagus chionaspidis</i>    | 10                 | 121       | 88        | 160       | 284       |
| <i>Cheiloneurus javensis</i>        | 0                  | 11        | 1         | 13        | 3         |
| <i>Encyrtus infelix</i>             | 0                  | 3         | 1         | 1         | 2         |
| <i>Metaphycus flavus</i>            | 1                  | 1         | 0         | 2         | 1         |
| <i>Aphytis diaspidis</i>            | 1                  | 4         | 24        | 3         | 23        |
| <i>Encarsia lounsburyi</i>          | 22                 | 37        | 120       | 72        | 64        |
| <b>Cochonilhas</b>                  |                    | <b>20</b> | <b>40</b> | <b>60</b> | <b>80</b> |
| <i>Pinnaspis aspidistrae</i>        | -                  | 2461      | 1887      | 2082      | 1652      |
| <i>Selenaspis articulatus</i>       | -                  | 37        | 35        | 57        | 58        |
| <i>Chrysomphalus aonidum</i>        | -                  | 7         | 16        | 18        | 10        |
| <i>Lepidosaphes gloverii/beckii</i> | -                  | 7         | 6         | 22        | 16        |
| <i>Coccus viridis</i>               | -                  | 0         | 36        | 79        | 57        |
| <i>Ceroplastes floridens</i>        | -                  | 15        | 2         | 9         | 1         |
| <i>Protopulvinaria pyriformis</i>   | -                  | 4         | 2         | 5         | 8         |
| <i>Pseudococcus cryptus</i>         | -                  | 6         | 2         | 0         | 0         |
| <i>Praelongorthezia praelonga</i>   | -                  | 0         | 11        | 16        | 0         |
| <b>Total de parasitoides</b>        | 35                 | 177       | 235       | 255       | 381       |
| <b>Total de cochonilhas</b>         | -                  | 2537      | 1997      | 2288      | 1802      |

Nas criações feitas em laboratório verificou-se que algumas espécies de parasitoides foram especialistas (Figura 13). *C. javensis* emergiu de *C. viridis*, *A. chionaspidis* emergiu de *P. aspidistrae*, *A. pseudococci* emergiu de *P. cryptus* e *M. flavus* emergiu apenas de *P. pyriformis*. Algumas espécies de parasitoides emergiram de mais de uma espécie de cochonilha, *A. diaspidis* emergiu de quatro espécies de cochonilhas, *E. infelix* emergiu de duas espécies e *E. lounsburyi* emergiram de duas. As espécies de cochonilhas com maior porcentagem de parasitismo foram *P. pyriformis*, *P. aspidistrae* e *C. aonidum* com 42%, 26,5% e 19,6%, respectivamente, e a espécie com a menor taxa de parasitismo foi *C. viridis* (Figura 13). As espécies com maior porcentagem de emergência foram *M. flavus*, *A. diaspidis* e *E. lounsburyi*, com 31,5%, 23,8% e 19,8%.

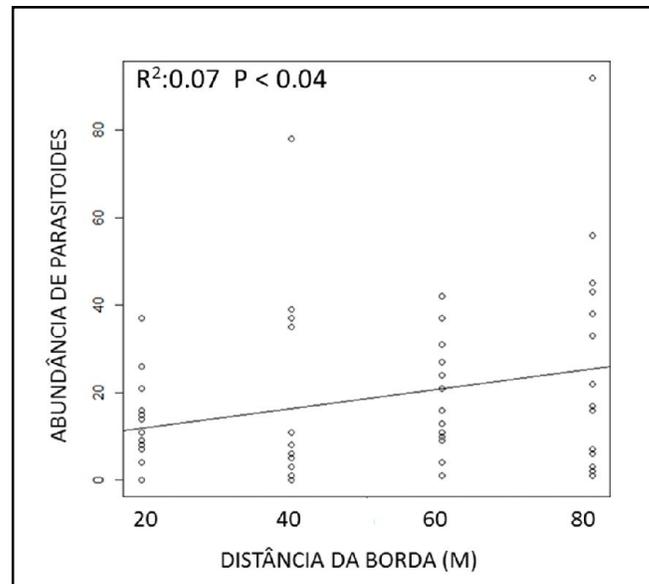


**Figura 13.** Rede de interações entre as espécies de cochonilhas e parasitoides com o total de emergência por parasitoides e o total de parasitismo por cochonilhas e as interações de cada espécie.

A análise de regressão mostrou que a abundância de parasitoides aumentou a medida em que a abundância de cochonilhas aumentou ( $R^2=0,17$  e  $P=0,01$ ) (Figura 14) e a medida em que se distanciou da borda ( $R^2=0,07$  e  $P=0,04$ ) (Figura 15). A distância da borda não influenciou a abundância de cochonilhas nem a riqueza de parasitoides e de cochonilhas. Assim como a vegetação espontânea que também não influenciou nem a riqueza e abundância de parasitoides ou a abundância de cochonilhas. A vegetação espontânea influenciou a riqueza de cochonilhas. (Tabela 6).



**Figura 14.** Regressão linear mostrando a relação entre a abundância de parasitoides em função da abundância de cochonilhas.



**Figura 15.** Abundância de parasitoides em função da distância da borda.

**Tabela 6.** Influência das variáveis distância da borda e vegetação espontânea (Tempo) sobre a abundância e riqueza de parasitoides e cochonilhas e abundância de cochonilhas sobre a abundância de parasitoides. Os números marcados com \* foram significativos ( $P > 0.05$ ). Para verificar se houve diferença entre as áreas foi feito análise da vegetação espontânea separadamente (Tempo AP e Tempo ST).

| Coefficientes      | PARASITOIDES |       |        |          |       |        |
|--------------------|--------------|-------|--------|----------|-------|--------|
|                    | ABUNDÂNCIA   |       |        | RIQUEZA  |       |        |
|                    | Estimado     | T     | P      | Estimado | t     | P      |
| Intercepto         | 101,07       | 1,47  | 0,15   | 1,57     | 4,36  | 0,0001 |
| <b>Tempo AP</b>    | 0,58         | 0,38  | 0,70   | 0,07     | 0,88  | 0,38   |
| Intercepto         | 29,67        | 3,40  | 0,002  | 3,25     | 5,69  | 0,001  |
| <b>Tempo ST</b>    | -1,17        | -0,6  | 0,55   | -0,02    | -0,21 | 0,83   |
| Intercepto         | 7,42         | 1,21  | 0,22   | 1,82     | 4,43  | 0,001  |
| <b>Distância</b>   | 0,22         | 2,02  | 0,048* | 0,01     | 1,81  | 0,07   |
| Intercepto         | 2,62         | 5,06  | 0,001  | -        | -     | -      |
| <b>Abund. Coch</b> | 0,65         | 3,41  | 0,001* | -        | -     | -      |
| Coefficientes      | COCHONILHAS  |       |        |          |       |        |
|                    | ABUNDÂNCIA   |       |        | RIQUEZA  |       |        |
|                    | Estimado     | t     | P      | Estimado | t     | P      |
| Intercepto         | 121,35       | 2,37  | 0,02   | 1,75     | 3,11  | 0,01   |
| <b>Tempo AP</b>    | 1,63         | 0,14  | 0,88   | 0,15     | 1,21  | 0,23   |
| Intercepto         | 68,36        | 1,04  | 0,30   | 0,78     | 1,34  | 0,19   |
| <b>Tempo ST</b>    | 27,94        | 1,91  | 0,06   | 0,53     | 4,10  | 0,001* |
| Intercepto         | 188          | 4,00  | 0,001  | 2,75     | 5,31  | 0,001  |
| <b>Distância</b>   | -0,68        | -0,79 | 0,42   | -0,002   | -0,22 | 0,82   |

## DISCUSSÃO

As espécies de parasitoides e cochonilhas coletadas neste trabalho são comuns nas demais regiões produtoras de citros no Brasil (Gravena, 2005; Parra, 2003; Yamamoto e Parra, 2005). Na região Amazônica o registro das espécies de parasitoides e das espécies de cochonilhas *C. aonidum*, *L. gloverii*, *L. beckii*, *C. floridens* *P. pyriformis* e *P. cryptus* são novas, uma vez que na literatura existem dois trabalhos feitos na região amazônica, um realizado no Amazonas (Bentes *et al.* 2007) e outro no Pará (Farias *et al.*, 2012), que tratam a respeito das cochonilhas dos citros e citam as demais espécies encontradas nesse trabalho.

As espécies de parasitoides e cochonilhas não são nativas da região amazônica sendo provavelmente do mesmo centro de origem do citros. A migração natural desses indivíduos das demais regiões do Brasil até o Amazonas pode ser inviável em virtude de várias barreiras biológicas. Tanto as espécies de cochonilhas como as de parasitoides que foram coletadas possuem uma restrita capacidade de dispersão. As fêmeas de cochonilhas são ápteras e após o segundo instar, espécies como *Pinnaspis aspidistrae* ou *Chrysomphalus aonidum*, se fixam na planta. Os machos quando alados não possuem grande capacidade de voo (Miller e Kosztarab, 1979), assim como alguns microhimenópteros (Pratissoli *et al.*, 2008; Suverkropp *et al.*, 2009).

A inter-especificidade entre os parasitoides e as cochonilhas e entre cochonilhas e plantas também pode restringir a dispersão desses insetos. As duas famílias de parasitoides coletadas possuem um alto grau de inter-especificidade com as cochonilhas, chegando em alguns casos a ser espécie-específico (Noyes, 1980 e Wooley, 1997). As cochonilhas na maioria das vezes estão relacionadas a um grupo de plantas e apesar de não possuírem uma relação espécie-específica com as plantas, existe um nível de especificidade na maioria das vezes em nível de família (Gullan e Kosztarab, 1997). Tais fatores em conjunto dificultam a migração desses insetos através da floresta amazônica e provavelmente a introdução desse grupo de insetos na região está associada à chegada de mudas de citros e outras frutíferas como goiaba, café e acerola, já infestadas com cochonilhas e/ou parasitoides.

A introdução de espécies exóticas pode causar desequilíbrio no ecossistema afetando a diversidade e outros fatores (Rosenzweig, 2001). Mas alguns estudos de interação entre parasitoides e hospedeiros afirmam que exista um alto nível de especificidade (Smith *et al.*, 2006; Ngumbi *et al.*, 2012), principalmente quando comparado aos predadores (Strand e Obrycki, 1996). Essa relação específica pode restringir o ataque desses parasitoides à poucas ou nenhuma espécie nativa (Charles *et al.*, 2014; Funasaki *et al.*, 1988), tornando-os excelentes espécies a serem introduzidas nos locais onde a praga é um problema para a agricultura.

Hawkins e Marino (1997) fizeram um levantamento de espécies de parasitoides introduzidas na América do Norte e apenas 16.3% destas se desenvolveram em hospedeiros nativos. No caso dos Encyrtidae supõem que essa especificidade seja evolutiva (Askew e Shaw, 1985). Uma vez que os indivíduos se desenvolvem no interior do hospedeiro sem interromper o ciclo de desenvolvimento, matando-os apenas no final, na transformação de larva para adulto.

O fato de ter sido realizado coletadas durante seis meses no interior da mata e não ter sido encontrado nenhuma das espécies que emergiram das cochonilhas incubadas em laboratório também colabora com a idéia de que parasitoides de cochonilhas introduzidos dificilmente atacam outros hospedeiros. Além disso, as espécies que emergiram são todas exóticas e quase todas as associações que tivemos dos Encyrtidae foram específicas (Figura 13). Nosso estudo propõem duas ideias que devem ser exploradas em trabalhos futuros. A ausência de parasitoides no interior da mata sugere que (i) os parasitoides não estão se desenvolvendo em hospedeiros nativos, (ii) as espécies de cochonilhas exóticas estão ausentes na mata e sua distribuição pode ser restrita ao plantio.

A relação entre parasitoides e cochonilhas pode ter um fator chave que contribui para tal especificidade. As cochonilhas excretam “honeydew”, rico em dissacarídeos e oligossacarídeos, e a sua composição está relacionada com a espécie de planta na qual os coccoídeos se alimentam (Gullan e Kosztarab, 1997). Esse líquido pode ter duas funções para os parasitoides. A primeira está relacionada com a procura dos parasitoides pelos hospedeiros. Alguns estudos mostram que a composição química do “honeydew” pode ser atrativa para os parasitoides e funcionar como um cairomônio que ajuda na localização do

hospedeiro e no estímulo da oviposição (Budenberg, 1990; Bouchard e Cloutier, 1984; Shaltiel e Ayal, 1998; Hågvar e Hofsvang 1991; Mandour *et al.*, 2005). As duas espécies de Aphelinidae foram as mais generalistas dentre as sete que coletamos e na literatura estão associadas a mais de 10 gêneros diferentes de cochonilhas de carapaça (Hemiptera: Diaspididae) (Noyes, 2015). Portanto, o “honeydew” pode funcionar como caíromônio para as duas espécies de Aphelinidae e mesmo elas sendo mais generalistas, ainda foram restritas a Diaspididae (Gullan e Kosztarab, 1997).

A segunda função pode ser a alimentação, não são todos os insetos que conseguem sintetizar os açúcares presentes no “honeydew”, porém os parasitoides o fazem (Wäckers *et al.* 2006) e junto com a vegetação agregam mais uma fonte de alimento (Wäckers, 2001) ou ainda, podem utilizar o “honeydew” como fonte única de alimento, sem depender da vegetação.

Esse trabalho sugere que a vegetação rasteira e a distância da borda não tenha tanta influencia comunidade de parasitoides de cochonilhas como o “honeydew”. Provavelmente porque as espécies que encontramos não usam o néctar como fonte principal de alimento. Tena *et al.* (2013) afirmam que parasitoides do gênero *Aphytis* alimentam-se do “honeydew” de diversas espécies de cochonilhas, inclusive os de seus hospedeiros. A relação positiva que encontramos entre abundância de cochonilha e abundância de parasitoide não só demonstra que as cochonilhas são hospedeiros, mas também podem ser fonte de alimento para os parasitoides, uma vez que não foi encontrado nenhuma relação entre a abundância e riqueza de parasitoides e a vegetação espontânea. Conseguir o alimento próximo de seu hospedeiro é uma excelente estratégia evolutiva para economia de energia e êxito reprodutivo, uma vez que o hábito de forrageio e a reprodução são duas atividades diretamente relacionadas com gasto energético (Baalen *et al.*, 2008; Heimpel *et al.*, 2008).

Algumas formigas estabelecem relação de mutualismo com os coccoídeos em função do “honeydew” (Styrsky e Eubanks, 2007). As formigas fornecem proteção, reduzindo a taxa de mortalidade por ataque de predadores e parasitoides (Hanks e Sadof, 1990; Bach, 1991) e em troca se alimentam do líquido açucarado. Essa interação pode ser o fator que contribuiu para o baixo índice de parasitismo de *C. viridis*.

A maior taxa de emergência dentre os parasitoides (*M. flavus*, 35,5%) ocorreu possivelmente em virtude da poliembriõnia que algumas espécies de Encyrtidae possuem (Noyes, 1980) e em laboratório constatamos a emergência de quatro a seis indivíduos por cochonilha dessa espécie. Além disso, o clima da região Amazônica pode ter influência no desenvolvimento, pois Blumberg (1991) verificou que a capacidade de encapsular de *M. stanleyi* no hospedeiro foi inferior no inverno, com temperaturas entre 7° e 23°C e aumentou no verão com temperaturas entre 20° e 28°C. As temperaturas altas são constantes o ano todo na Amazônia. Além dessa espécie, observamos também que *E. infelix* foi poliembriônico em ambas as espécies de cochonilhas que parasitou e o valor inferior de emergência em relação a *M. flavus* pode estar relacionado com a baixa quantidade de hospedeiros que obtivemos em campo.

A poliembriogênese é vantajosa para o controle biológico, uma vez que diversos parasitoides emergem do mesmo hospedeiro, fazendo com que a população cresça. Craig *et al.* (1997) propõe que a poliembriogênese em animais é um mecanismo evolutivo em virtude de dois fatores associados. Os genitores não conseguem prever as condições do jovem em relação ao tamanho do hospedeiro e a capacidade de produção de ovos do genitor é reduzida.

A vegetação espontânea da área ST influenciou na riqueza de cochonilhas. Vale ressaltar que nessa área foram feitas as roçadas periódicas e o crescimento da vegetação foi expresso pelo tempo. Portanto, esse resultado pode ser a influência do tempo, demonstrando que existiu flutuação populacional das famílias desse grupo de pragas. Porém, nosso trabalho não teve como objetivo verificar a flutuação populacional de cochonilhas e parasitoides, apesar de ser interessante estudos com essa finalidade, uma vez que parasitoides mais generalistas como *A. diaspidis* ou *E. lounsburyi* podem sempre ter hospedeiros presentes e manter sua população em níveis altos.

De maneira geral, a borda e a vegetação não influenciaram na distribuição das espécies de parasitoides de cochonilhas e o que influenciou essa distribuição foi a abundância de seus hospedeiros. Além disso, a não ocorrência desses grupos no interior da mata sugere que exista um alto grau de especificidade entre esses indivíduos e o “honeydew” pode ter um papel fundamental nessa relação, já que ele é usado para alimentação do parasitoide e localização do hospedeiro.

## SÍNTESE

A agricultura é uma atividade fundamental para a existência humana, e são necessários esforços para reduzir seus impactos na natureza. O controle biológico é uma peça chave nesse desenvolvimento e buscar novas técnicas e ampliar o conhecimento sobre as pragas e seus inimigos naturais é a melhor maneira de contribuir para o desenvolvimento da agricultura.

Sabe-se que existe influência das plantas nas relações entre parasitoides e hospedeiros e que, além disso, outros fatores também podem ter importância nessa relação. Conhecer cada vez mais, em níveis específicos, essas relações pode ser a chave para um sistema mais efetivo de controle de pragas e assim, obter uma produção agrícola de forma mais consciente, com menos agressão ao meio ambiente e maior preservação da diversidade.

Esse estudo contribuiu com conhecimentos a respeito das famílias de himenópteros parasitoides em pomares de citros da região amazônica. Foi verificado que a borda exerceu influência sobre a comunidade desses organismos e a composição da mata, borda e plantio foram diferentes. A presença de algumas famílias específicas no interior da mata sugere que o efeito negativo do pomar na mata pode estar sendo reduzido pela borda.

Além disso, foi observado que a cobertura vegetal espontânea no plantio reduziu o efeito de borda para alguns grupos de parasitoides, porém quando analisado em nível mais específico e estabelecendo uma relação entre parasitoide e hospedeiro, essa influência da vegetação não teve o mesmo efeito, sendo a abundância das cochonilhas a principal responsável pela distribuição dos parasitoides no pomar, provavelmente em virtude da produção de “honeydew”, que além de servir como caíromônio também pode ser fonte de alimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar-menezes, E. D. L., Menezes, E. B. 2001. Parasitismo sazonal e flutuação populacional de Opiinae (Hymenoptera: Braconidae), parasitóides de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) em Seropédica, RJ. *Neotropical Entomology*, Londrina, 30(4): 613-623.
- Altieri, M. A., do N. S.; Nicholls, C. I. 2003. *O papel da biodiversidade no manejo de pragas*. Ribeirão Preto: Holos.
- Alves, G. R. 2012. Relações tritróficas: Variedades de Citros x *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Psyllidae) x *Tamarixia radiata* (Waterson, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae) *Tese de doutorado*, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.
- Anderson, A., McCormack, S., Helden, A., Sheridan, H., Kinsella, A., & Purvis, G. 2011. The potential of parasitoid Hymenoptera as bioindicators of arthropod diversity in agricultural grasslands. *Journal of Applied Ecology*, 48(2): 382-390.
- Araújo Neto, S. E. D.; Campos, P. A.; Tavella, L. B.; Solino, A. J. D. S.; Silva, I. F. D. 2014. Organic polyculture of passion fruit, pineapple, corn and cassava: the influence of green manure and distance between espaliers. *Ciência e Agrotecnologia*, 38(3): 247-255.
- Askew, R.R.; Shaw, M.R. 1985: Parasitoid communities: their size, structure and development. In: Waage, J.; Greathead, D. (Eds). *Insect parasitoids*. Academic Press, London, UK. Pp. 225-264.
- Aubert, B. 1987. *Trioza erytrae* Del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psylloidea), the two vectors of citrus greening disease: Biological aspects and possible control strategies. *Fruits*, 42(3): 149-162.
- Azevedo, C. O.; Santos, H. S. 2000. Perfil da fauna de himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) em uma área de Mata Atlântica da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, ES, Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, 11(12): 117-126.
- Baalen, M.; Hemerik, L. 2008. Parasitoid fitness: from a simple idea to an intricate concept. Behavioral ecology of insect parasitoids: from theoretical approaches to field applications. In: Wajnber, E.; Berstein, C.; Alphen, J.; (Eds). *Behavioral ecology of insect parasitoids*. Blackwell, 31-50.
- Bach, C. E. 1991. Direct and indirect interactions between ants (*Pheidole megacephala*), scales (*Coccus viridis*) and plants (*Pluchea indica*). *Oecologia*, 87(2): 233-239.
- Batáry, P.; Matthiesen, T.; Tschardtke, T. 2010 Landscape-moderated importance of hedges in conserving farmland bird diversity of organic vs. conventional croplands and grasslands. *Biological Conservation*, 143(9): 2020-2027.
- Bentes, J.L.S.; Silva, N.M.; Teles, B.R.; Verás, S.; Jansen, T.C. 2007. *Citros: pragas e doenças*. Manaus, EDUA, 60p.
- Bernal, J.S.; Luck, R.F.; Morse, J.G.; Drury, M.S. 2001. Seasonal and scale size relationships between citricola scale (Homoptera: Coccidae) and its parasitoid complex (Hymenoptera: Chalcidoidea) on san joaquin valley citrus. *Biological Control*, 20: 210 – 221.

- Bonsall, M. B.; Hassell, M. P. 1999. Parasitoid-mediated effects: apparent competition and the persistence of host-parasitoid assemblages. *Researches on Population Ecology*, 41(1): 59-68.
- Bouchard, Y., & Cloutier, C. 1984. Honeydew as a source of host-searching kairomones for the aphid parasitoid *Aphidius nigripes* (Hymenoptera: Aphidiidae). *Canadian Journal of Zoology*, 62(8): 1513-1520.
- Blumberg, D. 1991. Seasonal variations in the encapsulation of eggs of the encyrtid parasitoid *Metaphycus stanleyi* by the pyriform scale, *Protopulvinaria pyriformis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 58(3): 231-237.
- Budenberg, W. J. 1990. Honeydew as a contact kairomone for aphid parasitoids. *Entomologia experimentalis et applicata*, 55(2): 139-148.
- Cantor, F.; Cure, J. R.; López-Ávila, A. 2006. Hymenoptera (Parasitica) como agentes de control biológico em Colombia. In: Fernández, F.; Sharkey, M.J. (Eds). *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Bogotá eD. CDC: Sociedad Colombiana de Entomología.
- Castagnola, A.; Stock, S. P. 2014. Common Virulence Factors and Tissue Targets of Entomopathogenic Bacteria for Biological Control of Lepidopteran Pests. *Insects*, 5(1): 139-166.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199(4335): 1302-1310.
- Chailleux, A.; Biondi, A.; Han, P.; Tabone, E.; Desneux, N. 2013. Suitability of the pest-plant system *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) tomato for *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitoids and insights for biological control. *Journal of economic entomology*, 106 (6): 2310-2321.
- Charles, J. G.; Forgie, S. A.; Chhagan, A.; Edwards, R. D. 2014. Field study demonstrates that exotic parasitoids (Hymenoptera: Encyrtidae) of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) are absent from a native forest habitat in New Zealand. *BioControl*, 1-13.
- Chen, X.; Stansly, P. A. 2014. Effect of Holding Diet on Egg Formation of *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae), Parasitoid of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psylloidea). *Florida Entomologist*, 97(2): 491-495.
- Claps, L. E.; Teran, A. L. 2001. Diaspididae (Hemiptera: Coccoidea) asociadas a cítricos en la provincia de Tucumán (República Argentina). *Neotropical Entomology*, 30: 391-402.
- Cloyd, R. A.; Dickinson, A. 2006. Effect of insecticides on mealybug destroyer (Coleoptera: Coccinellidae) and parasitoid *Leptomastix dactylopii* (Hymenoptera: Encyrtidae), natural enemies of citrus mealybug (Homoptera: Pseudococcidae). *Journal of economic entomology*, 99(5):1596-1604.
- Cocco, A., Jeyaprakash, A., & Hoy, M. A. 2009. Parasitism of the brown citrus aphid in dominica by *Lysiphlebus testaceipes* and *Lipolexis oregmae* (Hymenoptera: Aphidiinae). *Florida Entomologist*, 92(3): 497-499.
- Coelho, Y. D. S.; Nascimento, H.G. 2004. Citricultura no Amazonas: problemas, potencial produtivo e qualidade dos frutos. *Embrapa Mandioca e Fruticultura*.

- Collinge, S. K.; Prudic, K. L.; Oliver, J. C. 2003. Effects of local habitat characteristics and landscape context on grassland butterfly diversity. *Conservation biology*, 17(1): 178-187.
- Comério, E. F.; Benassi, V. L. R. M.; Perioto, N. W. 2013. Influência de plantas invasoras na abundância de himenópteros parasitoides (insecta, Hymenoptera) coletados em cultura de coqueiro anão verde, em linhares, ES, Brasil. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, 80(1): 117-123.
- Conway, G. R.; Barbie, E. B. 1988. After the green revolution: Sustainable and equitable agricultural development. *Futures*, 20(6): 651-670.
- Cook-Patton, S. C.; LaForgia, M.; Parker, J. D. 2014. Positive interactions between herbivores and plant diversity. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281: 2014-2026.
- Craig, S. F., Slobodkin, L. B., Wray, G. A., & Biermann, C. H. 1997. The 'paradox' of polyembryony: a review of the cases and a hypothesis for its evolution. *Evolutionary Ecology*, 11(2): 127-143.
- Diamond, J. 1997. *Armas, Germes e Aço: Os Destinos das Sociedades Humanas*. W.W. Norton & Company, March. 395p.
- Ebeling, A.; Klein, A. M.; Weisser, W. W.; Tschardtke, T. 2012. Multitrophic effects of experimental changes in plant diversity on cavity-nesting bees, wasps, and their parasitoids. *Oecologia*, 169(2): 453-465.
- Elder, B. D. 2013. Developing models of disease transmission: insights from ecological studies of insects and their baculoviruses. *PLoS pathogens*, 9(6): e1003372.
- Embrapa, 2012. Produção brasileira de laranja de 2011. ([http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Laranja\\_Brasil\\_2011.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Laranja_Brasil_2011.pdf)) Acesso em 09/09/2013.
- English-Loeb, G.; Rhoads, M.; Martinson, T.; Ugine, T. 2003. Influence of flowering cover crops on *Anagrus parasitoids* (Hymenoptera: Mymaridae) and *Erythroneura leafhoppers* (Homoptera: Cicadellidae) in New York vineyards. *Agricultural and Forest Entomology*, 5(2): 173-181.
- Fageria, N. K. 1998. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2(1): 6-16.
- Fahrig, L.; Baudry, J.; Brotons, L.; Burel, F. G.; Crist, T. O.; Fuller, R. J.; Martin, J. L. 2011. Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology letters*, 14(2): 101-112.
- FAO 2015 <http://www.fao.org/economic/ess/en/#.VNU5up3F9jl>
- Farias, P.R.S.; Silva, A.G.; Silva, J.B.; Brandão, A.D.S.; Silva, E.B.M.; Boiça Junior, A.L. 2012. Dinâmica populacional de cochonilha-de-placas em pomares de citros em sistemas agroflorestais e monocultura. *Rev. Cienc. Agrar.* 55(4): 269-276.
- Feitosa, M. C. B.; Querino, R. B.; Henriques, A. L. 2009. Perfil da fauna de vespas parasitoides (Insecta: Hymenoptera) em reserva florestal na Amazônia, Amazonas, Brasil. *Entomotropica*, 22(1): 37-43.

- Fernández, F.; Sharkey, M. J. 2006. *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. F. Fernández (Ed.). Bogotá^ eD. CDC: Sociedad Colombiana de Entomología.
- Funasaki, G. Y.; Lai, P. Y.; Nakahara, L. M.; Beardsley, J. W.; Ota, A. K. 1988. A review of biological control introductions in Hawaii: 1890 to 1985.
- Gagic, V.; Tschamntke, T.; Dormann, C. F.; Gruber, B.; Wilstermann, A.; Thies, C. 2011. Food web structure and biocontrol in a four-trophic level system across a landscape complexity gradient. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278: (1720) 2946-2953.
- Gardiner, M. M.; Landis, D. A.; Gratton, C.; DiFonzo, C. D.; O'neal, M.; Chacon, J. M.; Heimpel, G. E. 2009. Landscape diversity enhances biological control of an introduced crop pest in the north-central USA. *Ecological Applications*, 19(1): 143-154.
- Géneau, C. E.; Wäckers, F. L.; Luka, H.; Daniel, C.; Balmer, O. 2012. Selective flowers to enhance biological control of cabbage pests by parasitoids. *Basic and applied ecology*, 13(1): 85-93.
- Gomez, J. M.; Zamora, R. 1994. Top-down effects in a tritrophic system: parasitoids enhance plant fitness. *Ecology*, 1023-1030.
- Gotelli, N. J. 2007. Capítulo 9 – Medindo a biodiversidade de espécies. In: Gotelli, N. J. (Ed.). *Ecologia*. Ed. Planta. p. 209-213.
- Goulet, H. & J.T. Huber 1993. *Hymenoptera of the world: an identification guide to families*. Research Branch Agriculture Canada Publication, Ottawa, 668p.
- Granara de Willink, M.C. 1990. Conociendo nuestra fauna I. Superfamilia Coccoidea (Homoptera; Sternorrhyncha). Série Monográfica y Didáctica). Universidad Nacional de Tucumán San Miguel de Tucumán. 6: 1-43.
- Gravena, S. 2005. *Manual práctico de manejo ecológico de pragas dos citros*. Jaboticabal, 372p.
- Grazia, J.; Cavichioli, R.R.; Wolff, V.R.S.; Fernandes, J.A.M.; Takiya, D.M.; In: Rafael, S.A.; Melo, G.A.R.; Carvalho, C.J.B.; Casari, S.A.; Constatino, R.; (Eds). *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. Holos Editora, 2012.
- Gullan, P. J.; Kosztarab, M. 1997. Adaptations in scale insects. *Annual review of entomology*, 42(1): 23-50.
- Hågvar, E. B.; Hofsvang, T. 1991. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Aphidiidae): biology, host selection and use in biological control. *Biocontrol news and Information*, 12(1): 13-42.
- Hanks, L. M.; Sadof, C. S. 1990. The effect of ants on nymphal survivorship of *Coccus viridis* (Homoptera: Coccidae). *Biotropica*, 210-213.
- Hawkins, B. A.; Marino, P. C. 1997. The colonization of native phytophagous insects in North America by exotic parasitoids. *Oecologia*, 112(4): 566-571.
- Heimpel, G. E., & Casas, J. 2008. Parasitoid foraging and oviposition behavior in the field. In: Wajnber, E.; Berstein, C.; Alphen, J.; (Eds). *Behavioral ecology of insect parasitoids*. Blackwell, Oxford, 51-70.

- Hilszczaski, J.; Gibb, H.; Hjältén, J.; Atlegrim, O.; Johansson, T.; Pettersson, R. B.; Danell, K. 2005. Parasitoids (Hymenoptera, Ichneumonoidea) of saproxylic beetles are affected by forest successional stage and dead wood characteristics in boreal spruce forest. *Biological Conservation*, 126(4): 456-464.
- Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., & Tschardtke, T. 2009. Grass strip corridors in agricultural landscapes enhance nest-site colonization by solitary wasps. *Ecological Applications*, 19(1): 123-132.
- Kapranas, A., & Tena, A. 2015. Encyrtid Parasitoids of Soft Scale Insects: Biology, Behavior, and Their Use in Biological Control. *Annual review of entomology*, 60: 195-211.
- Kaydam, M.B.; Kilincer, N.; Uygun, N.; Japoshvilli, G.; Gaimari, S. 2006. Parasitoids and predators of Pseudococcidae (Hemiptera: Coccoidea) in Ankara, Turkey. *Phytoparasitica*, 34(4): 331-337.
- Kogan, M. 1998. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annual review of entomology*, 43(1): 243-270.
- Kogan, M., & Bajwa, W. I. 1999. Integrated pest management: a global reality? *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 28(1): 01-25.
- Kozár, F. 2004. *Ortheziidae of the world*. Hungarian Academy of Sciences, Plant Protection Institute.
- Krewenka, K. M.; Holzschuh, A.; Tschardtke, T.; Dormann, C. F. 2011. Landscape elements as potential barriers and corridors for bees, wasps and parasitoids. *Biological Conservation*, 144(6): 1816-1825.
- Landis, D. A.; Wratten, S. D.; Gurr, G. M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual review of entomology*, 45(1): 175-201.
- Lassau, S. A., Hochuli, D. F., Cassis, G., & Reid, C. A. 2005. Effects of habitat complexity on forest beetle diversity: do functional groups respond consistently? *Diversity and distributions*, 11(1): 73-82.
- Lawton, J. H. 1983. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. *Annual review of entomology*, 28(1): 23-39.
- Legendre, P., Legendre, L. F. 2012. *Numerical ecology* (Vol. 24). Elsevier.
- Maleque, M. A., Maeto, K., & Ishii, H. T. 2009. Arthropods as bioindicators of sustainable forest management, with a focus on plantation forests. *Applied entomology and zoology*, 44(1): 1-11.
- Mandour, N.S.; Shunxiang, R.; Baoli, Q.; Wäckers, F.L., 2005. Arrestment response of Eretmocerus species (Hymenoptera: Aphelinidae) near Furuhashiito Honeydew of Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae) and its component carbohydrates. In: Proceedings of the Sixth Arabian Conference for Horticulture, vol. 6, Ismailia, Egypt, pp. 311–319.
- Marino, P. C.; Landis, D. A. (1996). Effect of landscape structure on parasitoid diversity and parasitism in agroecosystems. *Ecological Applications*, 276-284.
- Matson, P. A.; Parton, W. J.; Power, A. G.; Swift, M. J. 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, 277(5325): 504-509.

- McKenzie, H. L. 1967. *Mealybugs of California: With Taxonomy, Biology, and Control of North American Species (Homoptera, Coccoidea, Pseudococcidae)*. Univ of California Press. 527p.
- Meiners, T.; Obermaier, E. 2004. Hide and seek on two spatial scales—vegetation structure effects herbivore oviposition and egg parasitism. *Basic and Applied Ecology*, 5(1): 87-94.
- Melo, R.; Cordeiro, Z.; Iedo, C. D. S. 2012. Controle da Sigatoka-Amarela da bananeira mediante consórcio de variedades resistentes e suscetíveis. Embrapa Mandioca e Fruticultura-Artigo em anais de congresso. *In: Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 22.20 12, Bento Gonçalves. SBF.
- Menalled, F. D.; Marino, P. C.; Gage, S. H.; Landis, D. A. 1999. Does agricultural landscape structure affect parasitism and parasitoid diversity. *Ecological applications*, 9(2): 634-641.
- Miller, D. R.; Kosztarab, M. 1979. Recent advances in the study of scale insects. *Annual review of entomology*, 24(1): 1-27
- Mills, N. J.; Wajnberg, E. 2008. Optimal foraging behaviour and efficient biological control methods *In: Wajnber, E.; Berstein, C.; Alphen, J.; (Eds). Behavioral ecology of insect parasitoids*. Blackwell, Oxford pp. 3-30.
- Murakami, Y.; Abe, N.; Cosenza, G. W. 1984. Parasitoids of scale insects and aphids on citrus in the Cerrados region of Brazil (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Applied Entomology and Zoology*, 19(2): 237-244.
- Ngumbi, E.; Jordan, M.; Fadamiro, H. 2012. Comparison of associative learning of host-related plant volatiles in two parasitoids with different degrees of host specificity, *Cotesia marginiventris* and *Microplitis croceipes*. *Chemoecology*, 22(4): 207-215.
- Noyes, J. S. 1980. A review of the genera of Neotropical Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Bulletin of the British Museum (Natural History), Entomology*, 41(3): 107-253.
- Noyes, J.S. 2015. Universal Chalcidoidea Database. World Wide Web electronic publication. <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>
- Oliveira, B. G., Gomes, S. M. D. T. P., & Romano, E. D. B. 2014. Caracterização de Raças de *Colletotrichum lindemuthianum* no Estado do Paraná. *Iniciação Científica Cesumar*, 16(2).
- Olmi, M. 2005 A revision of the world Sclerogibbidae (Hymenoptera Chrysidoidea). *Frústula Entomologia*, Pisa, n. s., v.26-28: p.46-193.
- Paoletti, M. G. 1999. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. *Agriculture, ecosystems & environment*, 74(1): 1-18.
- Parra, J. R. P. (Ed.). 2002a. *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. Editora Manole Ltda.
- Parra, J. R. P. 2002. Controle biológico das pragas de citros. Bebedouro, Estação Experimental de Citros de Bebedouro (EECB), 37p. Boletim Citrícola.
- Parra, J. R. P.; Oliveira, H. N.; de Sene Pinto, A. 2003. *Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos dos citros*. Piracicaba, 139p.

- Peronti, A. L. B. G., Sousa-Silva, C. R., & Willink, M. C. G. D. 2008. Revision of the species of Ceroplastinae Atkinson (Hemiptera, Coccoidea, Coccidae) from the state of São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(2): 139-181.
- Perović, D. J., & Gurr, G. M. 2012. Geostatistical analysis shows species-specific habitat preferences for parasitoids. *Biocontrol Science and Technology*, 22(2): 243-247.
- Plath, M.; Mody, K.; Potvin, C.; Dorn, S. 2011. Establishment of native tropical timber trees in monoculture and mixed-species plantations: small-scale effects on tree performance and insect herbivory. *Forest ecology and management*, 261(3): 74 1-750.
- Poveda, K.; Martínez, E.; Kersch-Becker, M. F.; Bonilla, M. A.; Tschardtke, T. 2012. Landscape simplification and altitude affect biodiversity, herbivory and Andean potato yield. *Journal of Applied Ecology*, 49(2): 513-522.
- Pratissoli, D.; Zanuncio, J. C.; Vianna, U. R.; Andrade, J. S.; Zinger, F. D.; Alencar, J. R. D. C. C.; Leite, G. L. D. 2008. Parasitism capacity of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* (Hym: Trichogrammatidae) on eggs of *Sitotroga cerealella* (Lep: Gelechiidae) *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51(6): 1249-1254.
- Price, P. W.; Bouton, C. E.; Gross, P.; McPheron, B. A.; Thompson, J. N.; Weis, A. E. 1980. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Annual review of Ecology and Systematics*, 41-65.
- Querino, R. B.; Zucchi, R. A. 2011. Guia de identificação de Trichogramma para o Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. (<http://livraria.sct.embrapa.br>) . Acesso em 30/01/2015.
- R Development Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0.
- Risch, S. J. 1981. Insect herbivore abundance in tropical monocultures and polycultures: an experimental test of two hypotheses. *Ecology*, 1325-1340.
- Robertson, B. A.; Porter, C.; Landis, D. A.; Schemske, D. W. 2012. Agroenergy crops influence the diversity, biomass, and guild structure of terrestrial arthropod communities. *BioEnergy Research*, 5(1), 179-188.
- Rodrigues, W. C., & Cassino, P. C. R. 2012. Parasitóides Associados a Cochonilhas e Aleirodídeos (Sternorrhyncha) de Plantas Cítricas no Estado do Rio de Janeiro. *EntomoBrasilis* 5 (1): 33-36.
- Rösch, V.; Tschardtke, T.; Scherber, C.; Batary, P. 2013. Landscape composition, connectivity and fragment size drive effects of grassland fragmentation on insect communities. *Journal of Applied Ecology*, 50(2): 387-394.
- Rosenzweig, M. L. 2001. The four questions: what does the introduction of exotic species do to diversity. *Evolutionary Ecology Research*, 3(3): 361-367.
- Rossinelli, S.; Bacher, S. 2014. Higher establishment success in specialized parasitoids: support for the existence of trade-offs in the evolution of specialization. *Functional Ecology*. DOI: 10.1111/1365-2435.12323.
- Russell, E. P. 1989. Enemies hypothesis: a review of the effect of vegetational diversity on predatory insects and parasitoids. *Environmental entomology*, 18(4): 590-599.

- Sääksjärvi, I. E.; Ruokolainen, K.; Tuomisto, H.; Haataja, S.; Fine, P. V., Cárdenas, G.; Vargas, V. 2006. Comparing composition and diversity of parasitoid wasps and plants in an Amazonian rain-forest mosaic. *Journal of Tropical Ecology*, 22(02): 167-176.
- Sál, V. A.; Fernandes, M. G. 2015. Himenópteros parasitoides associados a ninfas de *Triozoida limbata* na cultura da goiabeira, em Ivinhema, MS, Brasil. *Ciência Rural*, 45(1).
- Sengonca, C.; Uygun, N.; Karaca, I.; Schade, M. 1998. Primary studies on the parasitoid fauna of Coccoidea in cultivated and non-cultivated areas in the east Mediterranean region of Turkey. *Anz. Schädlingkunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 71: 128-131.
- Shaltiel, L., & Ayal, Y. 1998. The use of kairomones for foraging decisions by an aphid parasitoid in small host aggregations. *Ecological Entomology*, 23(3): 319-329.
- Silva, A. G. D.; Boiça Junior, A. L.; Farias, P. R. S.; Barbosa, J. C. 2011. Infestation of citrus blackfly in citrus (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) orchards conventional and agroforestry. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(1): 053-060.
- Silva, A. L.; Peres-Filho, O.; Dorval, A. 2013. Dinâmica Populacional de *Glycaspis brimblecombei* e Inimigos Naturais em *Eucalyptus* spp., Cuiabá-MT. *Floresta e Ambiente*, 20(1): 80-90.
- Silva, R. A. D. Lima, A. L.; Deus, E. D. G. D. 2013. Controle biológico de moscas-das-frutas na Amazônia: um caminho para desenvolvimento sustentável da fruticultura. *Inclusão Social*, 6(2).
- Silva, S. E. L., Souza, A., Berni, R., de Souza, M. G., & Cunha Sobrinho, A. D. C. 2007. Comportamento de citros no Amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos 55, 28p.
- Smith, M. A.; Woodley, N. E.; Janzen, D. H.; Hallwachs, W.; Hebert, P. D. 2006. DNA barcodes reveal cryptic host-specificity within the presumed polyphagous members of a genus of parasitoid flies (Diptera: Tachinidae) *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(10): 3657-3662.
- Soler, R.; Bezemer, T.; Van Der Putten, W. H.; Vet, L. E.; Harvey, J. A. 2005. Root herbivore effects on above ground herbivore, parasitoid and hyperparasitoid performance via changes in plant quality. *Journal of Animal Ecology*, 74(6): 1121-1130.
- Somavilla, A., Oliveira, M. L. D., & Silveira, O. T. 2014. Diversity and aspects of the ecology of social wasps (Vespidae, Polistinae) in Central Amazonian "terra firme" forest. *Revista Brasileira de Entomologia*, 58(4): 349-355.
- Souza, C. R.; Sarmiento, R. A.; Venzon, M.; Barros, E. C.; dos Santos, G. R.; Chaves, C. C. 2012. Impact of insecticides on non-target arthropods in watermelon crop. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(5): 1789-1802.
- Souza, C. D., & Faria, L. I. L. 2014. Análise da pesquisa científica no setor citrícola a partir de indicadores bibliométricos. InCID: *Revista de Ciência da Informação e Documentação*, 5(2): 128-141.
- Spector, S.; Ayzama, S. 2003. Rapid Turnover and Edge Effects in Dung Beetle Assemblages (Scarabaeidae) at a Bolivian Neotropical Forest Savanna Ecotone1. *Biotropica*, 35(3): 394-404.

- Sperber, C. F.; Nakayama, K.; Valverde, M. J.; Siqueira Neves, F. 2004. Tree species richness and density affect parasitoid diversity in cacao agroforestry. *Basic and Applied Ecology*, 5(3): 241-251.
- Starý, P., Lyon, J. P., & Leclant, F. 1988. Biocontrol of aphids by the introduced *Lysiphlebus testaceipes* (Cress.) (Hym., Aphidiidae) in Mediterranean France. *Journal of Applied Entomology*, 105(1-5): 74-87.
- Strand, M. R.; Obrycki, J. J. 1996. Host specificity of insect parasitoids and predators. *BioScience*, 422-429.
- Styrsky, J. D.; Eubanks, M. D. 2007. Ecological consequences of interactions between ants and honeydew-producing insects. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1607): 151-164.
- Suverkropp, B. P.; Bigler, F.; van Lenteren, J. C. 2009. Dispersal behaviour of *Trichogramma brassicae* in maize fields. *Bulletin of insectology*, 62(1): 113-120.
- Tena, A.; Llácer, E.; Urbaneja, A. 2013. Biological control of a non-honeydew producer mediated by a distinct hierarchy of honeydew quality. *Biological Control*, 67(2): 117-122.
- Tena, A.; Soto, A.; Garcia-Marí, F. 2008. Parasitoid complex of black scale *Saissetia oleae* on citrus and olives: parasitoid species composition and seasonal trend. *BioControl*, 53: 473-487.
- Tilman, D.; Cassman, K. G.; Matson, P. A.; Naylor, R.; Polasky, S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418(6898): 671-677.
- Toepfer, S.; Knuth, P.; Glas, M.; Kuhlmann, U. 2014. Successful application of entomopathogenic nematodes for the biological control of western corn rootworm larvae in Europe—a mini review. *Julius-Kühn-Archiv*, (444): 59.
- Townes, Henry. A light-weight Malaise trap. *Entomological news* 83 (1972): 239-247.
- Tscharntke, T.; Batáry, P.; Dormann, C. F. 2011. Set-aside management: How do succession, sowing patterns and landscape context affect biodiversity? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 143(1): 37-44.
- Tylianakis, J. M.; Didham, R. K.; Wratten, S. D. 2004. Improved fitness of aphid parasitoids receiving resource subsidies. *Ecology*, 85(3): 658-666.
- Tylianakis, J. M.; Tscharntke, T.; Lewis, O. T. 2007. Habitat modification alters the structure of tropical host-parasitoid food webs. *Nature*, 445(7124): 202-205.
- Vieira, S. S.; Boff, M. I. C.; Bueno, A. F.; Gobbi, A. L.; Lobo, R. V.; de Freitas Bueno, R. C. O. 2012. Efeitos dos inseticidas utilizados no controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B e sua seletividade aos inimigos naturais na cultura da soja. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(5): 1809-1818.
- Wäckers, F. L. 2001. A comparison of nectar- and honeydew sugars with respect to their utilization by the hymenopteran parasitoid *Cotesia glomerata*. *Journal of Insect Physiology*, 47(9): 1077-1084.
- Wäckers, F. L.; Lee, J. C.; Heimpel, G. E.; Winkler, K.; Wagenaar, R. 2006. Hymenopteran parasitoids synthesize 'honeydew-specific oligosaccharides'. *Functional Ecology*, 20(5): 790-798.

- Watanabe, M. A., C. Yoshi, C.; 1992. Parasitismo em cochonilha pardinha *Selenaspidus articulatus* (Hemiptera-Homoptera, Diaspididae) por *Aphytis* sp. (Hymenoptera, Aphelinidae). *Revista de Agricultura*, 67(1): 63-65.
- Webber, H.J. 1697. History and development of the Citrusindustry. In: Reuther, W. et al. The Citrus Industry (Eds.) Chap. 1, 1-39 (University of California Press, 1967).
- Werling, B. P.; Meehan, T. D.; Gratton, C.; Landis, D. A. 2011. Influence of habitat and landscape perennality on insect natural enemies in three candidate biofuel crops. *Biological Control*, 59(2): 304-312.
- Wolff, V.R.; Pulz, C.E.; Silva, D.C.; Mezzomo, J.B.; Prade, C.A. 2004. Inimigos naturais associados à Diaspididae (Hemiptera, Sternorrhyncha), ocorrentes em *Citrus sinensis* (Linnaeus) Osbeck, no Rio Grande do Sul, Brasil: I – Joaninhas e fungos entomopatogênicos. *Arquivo do Instituto Biológico*, 71(3): 355-361.
- Woltz, J. M.; Isaacs, R.; Landis, D. A. 2012. Landscape structure and habitat management differentially influence insect natural enemies in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 152: 40-49.
- Wooley, J. 1997 In: Gibson, G. A., Huber, J. T., & Woolley, J. B. (Eds.). (1997). *Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea* (Hymenoptera) (Vol. 40392). Ottawa: NRC Research Press.
- Yamamoto, P. T., & Gravena, S. A. N. T. I. N. 2000. Espécies e abundância de cigarrinhas e psilídeos (Homoptera) em pomares cítricos. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29(1): 169-176.
- Yamamoto, P. T.; Parra, J. R.P. Capítulo 24 - Manejo integrado de pragas dos citros. In: Mattos Junior, D.; Negri, J. D.; Pompeu Junior, R. M. P.; Pompeu Junior J. (Org.). Citros. 1ed. Campinas: Instituto Agronômico e FUNDAG, 2005, 1: 731-768.
- Zhang, Y.; Huang, D.; Fu, Y.; Peng, Z. 2007. A new species of *Metaphycus* Mercet (Hymenoptera: Encyrtidae) from China, parasitoid of *Parasaissetia nigra* (Nietner) (Homoptera: Coccoidea). *Entomological News*, 118(1): 68-72.