

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

**HIMENÓPTEROS PARASITOIDES COLETADOS EM CULTIVO CONVENCIONAL E  
ORGÂNICO DE GUARANÁ (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) EM MANAUS,  
AMAZONAS, BRASIL**

**KARINE SCHOENINGER**

**MANAUS, AMAZONAS  
FEVEREIRO, 2014**

Karine Schoeninger

**HIMENÓPTEROS PARASITOIDES COLETADOS EM CULTIVO CONVENCIONAL E  
ORGÂNICO DE GUARANÁ (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) EM MANAUS,  
AMAZONAS, BRASIL**

Orientador: Dr. Marcio Luiz de Oliveira (INPA)

Co-orientadora: Dra. Cristiane Krug (EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL)

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 em Entomologia.

Manaus, Amazonas

Fevereiro, 2014

**Dissertação aprovada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia, no Programa de Pós-Graduação em Entomologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia, pela comissão formada pelas doutores (as):**

**Dr<sup>a</sup>. Beatriz Ronchi-Teles**

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

Membro titular

**Dr<sup>a</sup>. Vívian Dutra**

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

Membro titular

**Dr<sup>a</sup>. Márcia Pena Reis**

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Membro titular

**Dr. Marcos Vinícius Bastos Garcia**

Embrapa Amazônia Ocidental

Suplente

**Dr<sup>a</sup>. Flávia Gomes**

Embrapa Amazônia Ocidental

Suplente

## FICHA CATALOGRÁFICA

S365 Schoeninger, Karine  
Himenópteros parasitoides coletados em cultivo convencional e orgânico de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) em Manaus, Amazonas, Brasil / Karine Schoeninger. --- Manaus : [s.n], 2014. xii, 73 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus, 2014.

Orientador : Márcio Luiz de Oliveira.

Coorientador : Cristiane Krug.

Área de concentração : Entomologia.

1. *Aprostocetus*. 2. *Platygastridae*.. 3. Himenópteros. I. Título.

CDD 595.79

### SINOPSE:

Foi estudada a composição de himenópteros parasitoides associados a dois cultivos de guaraná, um de manejo convencional e um orgânico, e também a das áreas de mata adjacente, a fim de verificar o quanto essas áreas contribuem para fornecer himenópteros para os cultivos mencionados.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Aprostocetus*, inimigos naturais, mata adjacente, manejo orgânico, *Platygastridae*.

*“Passava os dias ali, quieto, no meio das coisas miúdas.*

*E me encantei.”*

*Manoel de Barros*

## Agradecimentos

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia pela oportunidade concedida;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pela bolsa de mestrado concedida;

Ao Dr. Márcio L. de Oliveira pela confiança depositada em minha pessoa para a realização deste trabalho de mestrado e pela sua orientação;

À Dra. Cristiane Krug pela co-orientação, ajuda e amizade ao longo destes dois anos de mestrado;

Em especial, ao Dr. Jorge Souza por toda a sua ajuda, compreensão, dedicação, ensinamentos e principalmente pela sua amizade. Quisera eu ser capaz de lhe agradecer o suficiente.

Ao Msc. Alexandre Somavilla mais conhecido como “Gaúcho”, “Soma” ou “Xan” o que dizer a você. Tu já me agentas a oito anos, oitos anos de amizade, confidências, compreensão, festas, bebedeiras...em fim!!! Obrigada por estimular o que há de melhor em mim e por ser a minha referência e obrigada por todo o apoio que me destes para a realização de mais este trabalho. Valeu Xannnn.

À Lidianne Salvatierra pelas correções e xingamentos. Muito obrigada.

À todo Laboratório de Hymenoptera, Diego, Sian, Pedro e Breno por toda a contribuição ao meu trabalho. Estendo os meus agradecimentos ao Patrik Barcelos, Bruno de Oliveira, Leandro Leal e Rafael Sovano.

Ao seu Afonso e ao seu Neca e a Dr. Flávia Gomes pela ajuda em campo e na realização de minhas coletas.

E a todos que de alguma forma contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, em especial, para a turma de mestrado em Entomologia de 2012.

## Resumo

Himenópteros parasitoides constituem um importante elemento da fauna devido a sua diversidade e importância biológica, ecológica e econômica, principalmente no manejo de pragas agrícolas. Com relação ao cultivo de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) o conhecimento dos inimigos naturais associados nativamente poderá servir de base para programas de controle biológico na cultura. Assim, foi estudada a composição de himenópteros parasitoides associados a dois cultivos de guaraná, um de manejo convencional e um orgânico, e também a das áreas de mata adjacente, a fim de verificar o quanto essas áreas contribuem para fornecer himenópteros para os cultivos mencionados. Foi determinado um ponto de amostragem na mata adjacente, na borda do cultivo e no interior do cultivo, nos quais foram instaladas uma armadilha de Malaise e quatro Möerick. As coletas foram realizadas por quatro dias, quinzenalmente, no período de setembro de 2012 a fevereiro de 2013. Foi coletado um total de 25.951 himenópteros parasitoides distribuídos em 12 superfamílias e 38 famílias. Deste total, 10.828 parasitoides foram coletados no manejo convencional e 15.123 foram coletados no manejo orgânico. Na mata adjacente, Platygasteridae foi a família mais abundante, enquanto Encyrtidae foi na borda do cultivo e interior do cultivo. Em relação à Eulophidae foi coletado um total de 1.455 indivíduos, destes, 463 pertencendo a 38 gêneros no manejo convencional e 992 (37 gêneros) coletados no manejo orgânico. No manejo convencional, a mata adjacente obteve a maior riqueza e abundância, destacando-se o gênero *Holcopelte*. No manejo orgânico, obteve-se maior riqueza na borda do cultivo e no interior do cultivo a maior abundância de indivíduos, sendo *Aprostocetus* o gênero mais representativo em todos os pontos de amostragem. Neste estudo, ficou evidente a importância da vegetação adjacente, sendo esta considerada um ponto de refúgio e distribuição de parasitoides.

**Palavras-chave:** *Aprostocetus*, inimigos naturais, mata adjacente, manejo orgânico, Platygasteridae.

## Abstract

Hymenopterans parasitoids are an important element of the fauna due to its diversity and biological, ecological and economic importance, especially in the management of agricultural pest. Regarding the cultivation of guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) knowledge of natural enemies associated natively can be the basis for biological control programs in culture. Thus, the composition of hymenopteran parasitoids associated with two crops of guarana, one of organic management and one of conventional, as well as forested areas adjacent to verify how these areas contribute to provide Hymenoptera for crops mentioned, was studied. A sampling point was determined in the adjacent forest, in the border of the crop and inside of crop, in which have been installed a trap Malaise and four Möeric. The samples were held for four day, fortnightly, from September 2012 to February 2013. A total of 25.951 Hymenoptera parasitoids distributed in 12 superfamilies and 38 families were collected. Of this total, 10.828 parasitoids were collected in conventional management and 15.123 were collected in organic management. In the adjacent forest, Platygasteridae was the most abundant family while Encyrtidae in border of culture and crop of culture. Regarding Eulophidae a total of 1.455 individuals were collected, of whom 463 belong to 38 genera were collected in conventional management and 992 (37 genera) were collected in organic management. In conventional management, the adjacent forest had the highest richness and abundance, highlighting the genus *Holcopelte*. In organic management yielded greater wealth at the border of cultivation and inside of culture within the greater abundance of individuals, being more representative the genus *Aprostocetus* at all sampling points. In this study it was clear the importance of adjacent vegetation, which is considered a point of refuge and distribution of parasitoids.

**Keywords:** Adjacent forest, *Aprostocetus*, natural enemies, organic management, Platygasteridae.

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>01</b>
1.1. Considerações sobre a ordem Hymenoptera .....	01
1.1.1. Himenópteros parasitoides .....	01
1.1.2. Considerações sobre Eulophidae .....	03
1.2. Aspectos gerais da cultura do guaraná .....	04
1.2.1. Pragas do guaraná .....	05
1.3. Sistemas de produção convencional .....	06
1.4. Sistemas de produção orgânico e sustentável .....	07
1.5. O papel da biodiversidade nos agroecossistemas .....	08
1.6. Himenópteros parasitoides associados a cultivos agrícolas no Brasil .....	09
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
2.1. Geral .....	12
2.2. Específicos .....	12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
3.1. Caracterização das áreas de estudo .....	13
3.1.1. Área experimental com cultivo de guaraná de manejo orgânico .....	13
3.1.2. Área experimental com cultivo de guaraná de manejo convencional .....	14
3.1.3. Caracterização da vegetação adjacente aos cultivos de guaraná de manejo orgânico e convencional .....	14
3.2. Métodos de amostragem .....	15
3.2.1. Armadilha Malaise .....	15
3.2.2. Armadilha Möerick .....	16
3.3. Triagem, conservação e identificação dos himenópteros parasitoides .....	16
<b>CAPÍTULO I - Diversidade de parasitoides em cultivo convencional e orgânico de guaraná (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke) em Manaus, Amazonas, Brasil .....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO II - Diversidade de Eulophidae (Hymenoptera: Cahlcidoidea) coletados em cultivo de guaraná (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke) sob manejo convencional e orgânico na Amazônia .....</b>	<b>35</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS .....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>53</b>

## Lista de tabelas

### INTRODUÇÃO GERAL

**Tabela 01.** Levantamentos faunísticos das comunidades de inimigos naturais em diferentes culturas agrícolas no Brasil. .... 09

**Tabela 02.** Principais espécies de parasitoides empregadas no controle de pragas, seus hospedeiros e respectivas plantas hospedeiras no Brasil. .... 10

### CAPÍTULO I

**Tabela 03.** Abundância e frequência relativa (FR) de himenópteros parasitoides coletados em cultivo de guaraná de manejo convencional e orgânico, em Manaus, Amazonas, Brasil. ... 22

**Tabela 04.** Número total de himenópteros parasitoides coletados em diferentes pontos (mata adjacente, borda e interior do cultivo) em cultivo de guaraná de manejo convencional e orgânico, Manaus, Amazonas, Brasil. .... 25

**Tabela 05.** Similaridade de Mantel e índice de correlação de Pearson entre os pontos de coletas (mata adjacente, borda do cultivo e interior do cultivo) dispostos nos cultivos de guaraná de manejo convencional e orgânico. Nível de significância  $p \leq 0,001^*$ . .... 28

### CAPÍTULO II

**Tabela 06.** Número total de eulofídeos parasitoides coletados em “mata adjacente”, borda do cultivo” e “interior do cultivo” de guaraná de manejo convencional e orgânico, na Amazônia, Brasil. .... 42

**Tabela 07.** Similaridade de Mantel e índice de correlação de Pearson entre os ambientes (mata adjacente, borda do cultivo e interior do cultivo) em guaraná de manejo convencional e orgânico. Nível de significância  $p \leq 0,001^*$ . .... 46

## Lista de figuras

### MATERIAL E MÉTODOS

- Figura 01.** Localização das áreas experimentais de cultivo de guaraná de manejo convencional (à esquerda) e orgânico (à direita) situadas nas dependências da Embrapa Ocidental, no município de Manaus, Amazonas, Brasil. Fonte: modificado de Google maps e Google Earth. .... 13
- Figura 02.** (A) Área experimental de guaraná de manejo orgânico; (B) Área experimental de guaraná de manejo convencional, localizadas nas propriedades da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Amazonas, Brasil. Foto: K. Schoeninger (2012). .... 14
- Figura 03.** Croqui da metodologia de amostragem de himenópteros parasitoides na cultura do guaraná orgânico e convencional. Figura: Karine Schoeninger (2012). .... 15

### CAPÍTULO I

- Figura 04.** Ordenação de Escalonamento Multi-dimensional não-métrico (MNDS) indicando a distribuição da composição faunística de himenópteros parasitoides entre os manejos convencional e orgânico no cultivo de guaraná com dados de presença/ausência (A) e abundância de parasitoides (B). .... 24
- Figura 05.** Ordenação de Escalonamento Multi-dimensional não-métrico (MNDS) indicando a distribuição da composição faunística de himenópteros parasitoides entre os pontos de coletas (mata adjacente, borda do cultivo e interior do cultivo) no guaraná de manejo convencional e orgânico em relação a presença/ausência (A) e abundância de parasitoides (B). .... 27
- Figura 06.** Ordenação de Escalonamento Multi-dimensional não-métrico (MNDS) indicando a distribuição da composição faunística de himenópteros coletados com Möerick e Malaise quanto à presença/ausência (A) e abundância de parasitoides (B). .... 29

### CAPÍTULO II

- Figura 07.** Riqueza de gêneros de Eulophidae e curva de rarefação gerada em 12 amostras em cultivos de guaraná de manejo convencional (A) e orgânico (B) localizados nas propriedades da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Amazonas. .... 40

<b>Figura 08.</b> Ordenação de Escalonamento Multi-dimensional não-métrico (MNDS) indicando a distribuição da composição faunística de Eulophidae entre os manejos convencional e orgânico no cultivo de guaraná em relação à (A) presença/ausência e (B) abundância de parasitoides. ....	41
<b>Figura 09.</b> Ordenação de Escalonamento Multi-dimensional não-métrico (MNDS) indicando a distribuição da composição faunística de eulofídeos entre os ambientes de mata adjacente, borda do cultivo e interior do cultivo no guaraná de manejo convencional e orgânico em relação à (A) presença/ausência e (B) abundância. ....	44
<b>Figura 10.</b> Ordenação de Escalonamento Multi-dimensional não-métrico (MNDS) indicando a distribuição da composição faunística de himenópteros coletados com armadilhas de Möerick e Malaise quanto à (A) presença/ausência e (B) abundância. ....	47

## Apêndice

<b>Apêndice A</b> – Imagens do guaraná ( <i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> ) de um cultivo experimental localizado nas propriedades da Embrapa Amazônia Ocidental. Foto: K. Schoeninger (2012), C. Krug (2012), T. Mahlmann (2013). .....	65
<b>Apêndice B</b> – Lista de famílias e espécies que compõem a vegetação adjacente a cultura do guaraná ( <i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> ) de manejo orgânico e convencional, localizadas nas dependências da Embrapa Amazônia Ocidental. ....	66

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

### 1.1. Considerações sobre a ordem Hymenoptera

Os insetos da ordem Hymenoptera (*hymeno*, do grego, membrana; *ptera*, do grego, asas) compreendem uma das formas de vida dominantes na Terra, tanto em termos de números de espécies quanto na diversidade de estilos de vida que se desenvolveram neste grupo (Austin e Dowton 2000). LaSalle e Gauld (1993) e Gaston (1993) estimam que o número de espécies descritas de Hymenoptera esteja em torno de 115.000, no entanto, com novos estudos esse número pode chegar a 250.000 espécies.

Nas classificações tradicionais, Hymenoptera é dividida em duas subordens Symphyta e Apocrita (Riek 1970; Brandão 1999). Os Symphyta, insetos basicamente fitófagos, são considerados os himenópteros mais primitivos, nos quais o abdômen (metasoma) se prende ao tórax (mesosoma) por uma ampla conexão; nos Apocrita ocorre uma forte constrição entre o primeiro e segundo segmentos abdominais em que o primeiro terço abdominal está fundido ao tórax, formando o propódeo (Goulet e Huber 1993). Dentre os representantes mais conhecidos de Apocrita estão as vespas, abelhas e formigas (Mason *et al.* 2006).

Apocrita, por sua vez, é dividida em dois grupos, Parasitica e Aculeata (Brandão, 1999). Os insetos pertencentes à Parasitica são usualmente parasitoides de larvas de artrópodos em todos os estádios de vida (de ovos a adultos), entretanto, neste grupo ainda podem ser encontradas espécies fitófagas, como é o caso de alguns cinipóideos e calcidóideos. Estes insetos se utilizam de um ovipositor que é uma estrutura capaz de provocar perfurações em tecidos, vegetal e animal ou em madeira. Em Aculeata, porém, o ovipositor foi modificado em um ferrão injetor de veneno, usado para se defender e paralisar presas (Goulet e Huber 1993; Brandão 1999).

Os indivíduos desta ordem desempenham diversas funções ecológicas. Eles podem atuar como herbívoros, polinizadores, predadores e parasitoides, o que os tornam de extrema importância nas cadeias alimentares, contribuindo para o equilíbrio dos ambientes que ocupam (Grissel 1999).

#### 1.1.1. Himenópteros parasitoides

Dentre os Hymenoptera, os de comportamento parasitoide constituem um importante elemento da fauna por seu papel no controle da população de outros insetos que interferem de forma direta ou indireta nas cadeias tróficas de grande parte dos agroecossistemas (Perioto *et al.* 2004). Ainda de acordo com os mesmos autores, devido a sua capacidade de regular

populações de insetos considerados como pragas agrícolas, muitas espécies de himenópteros parasitoides são utilizados com sucesso em programas de controle biológico e/ou Manejo Integrado de Pragas – MIP.

Segundo Godfray (1994), são considerados himenópteros parasitoides aquelas espécies cujas larvas se desenvolvem no corpo de outro artrópode, usualmente um inseto, em uma massa única ou gregária de hospedeiros, como ootecas ou massas de larvas galhadoras, acarretado a morte do hospedeiro ao final do desenvolvimento do parasitoide.

As fêmeas de himenópteros parasitoides depositam seus ovos em outros artrópodes e em função do local de deposição, estes insetos têm sido classificados em ectoparasitoides e endoparasitoides (Melo *et al.* 2012). Os ectoparasitoides colocam os ovos sobre o hospedeiro e as larvas permanecem externamente durante todo o desenvolvimento, as quais irão se alimentar inicialmente de líquidos do hospedeiro, posteriormente de seus tecidos, permanecendo ao final somente o exoesqueleto. No caso dos endoparasitoides, os ovos são inseridos pelas fêmeas com auxílio do ovipositor, diretamente dentro do corpo do hospedeiro, sendo que no período de alimentação a larva pode permanecer dentro do corpo do hospedeiro ou nas fases finais, sair e completar a alimentação externamente (Melo *et al.* 2012).

Os parasitoides têm sido classificados também quanto ao efeito imediato do parasitismo sobre o desenvolvimento do hospedeiro, em idiobiontes e cenobiontes. Os idiobiontes causam paralisia permanente ou mesmo morte do hospedeiro e assim o impedem de continuar o seu desenvolvimento. Já os cenobiontes permitem que o hospedeiro continue se desenvolvendo, pelo menos por certo tempo após ter sido parasitado (Melo *et al.* 2012).

Himenópteros parasitoides possuem uma vasta diversidade em termos de espécies descritas e em quantidade de indivíduos, além disso, possuem uma grande importância biológica, ecológica e econômica (LaSalle e Gauld 1993). Sem a ação controladora dos parasitoides, haveria uma explosão nas populações de herbívoros, o que levaria à destruição das espécies vegetais por elas consumidas. Esse efeito regulador ocorre graças a grande diversidade de adaptações fisiológicas e comportamentais, resultantes de uma longa evolução no processo fitófago/parasitoide (Onody 2009).

A complexidade da comunidade de parasitoides associados a diferentes sistemas de cultivos é determinada por fatores biológicos, ambientais e de manejo. Em monoculturas de larga escala, a diversidade de parasitoides é eliminada através do uso contínuo de agrotóxicos, por simplificação da vegetação e de outros distúrbios ambientais. Já em agroecossistemas menos perturbados e com ausência de pesticidas, a diversidade de parasitoides parece estar relacionada com a diversidade de culturas, cobertura do solo, presença de ervas daninhas e de vegetação nativa adjacente às culturas (Estrada 2008). De acordo com Waage e Greathead (1986), os poucos estudos sobre esse tema indicam que a

vegetação associada a uma determinada cultura influencia o tipo, a abundância e o tempo de colonização dos parasitoides. Portanto, quanto mais complexo o ambiente circundante, maior será a diversidade de parasitoides. Assim, o conhecimento desta fauna, bem como a conservação do meio ambiente, dos locais de reprodução e das fontes de alimentos, tornam-se imprescindíveis para o sucesso de sua conservação nos locais em que ocorrem (Onody 2009).

Atualmente os grupos de parasitoides mais utilizados em programas de controle biológico são Braconidae e Ichneumonidae, pertencentes à superfamília Ichneumonoidea e ainda, Eulophidae, Pteromalidae, Encyrtidae e Aphelinidae, pertencentes à superfamília Chalcidoidea (Estrada 2008).

### **1.1.2. Considerações sobre Eulophidae**

No presente trabalho deu-se ênfase à família Eulophidae (Hymenoptera: Chalcidoidea), tendo em vista que muitas de suas espécies são relatadas parasitando tripes. Além disso, o conhecimento da fauna de eulofídeos presentes na cultura do guaraná potencializa a utilização de espécies adaptadas a esse ecossistema em programas de controle biológico.

Eulophidae é considerada monofilética e compreende uma das maiores famílias de vespas parasitoides com 332 gêneros e 5.416 espécies, a qual é subdividida em cinco subfamílias, sendo elas Entiinae, Eulophinae, Entedoninae, Tetrastichinae e Ophelminae (Noyes 2013). Eulofídeos são insetos que possuem uma grande variabilidade morfológica, ocorrendo nos trópicos e regiões temperadas (Gauthier *et al.* 2000).

Seus indivíduos são caracterizados por tarsos tetrasegmentados; antena geralmente com dois a quatro flagelômeros, e inseridas abaixo da margem inferior dos olhos; esporão protibial curto e reto; gáster constricto na base; veia marginal longa e estendida até a metade do comprimento da asa anterior; veias estigmal e pós-marginal frequentemente curtas (Schauff *et al.* 1997).

A biologia desta família é extremamente diversificada, sendo conhecidos com ectoparasitoides ou endoparasitoides de uma ampla gama de hospedeiros, desde aranhas, ovos de insetos, nematoides, ácaros, tripes e mesmo outros Hymenoptera, englobando mais de 100 famílias em 10 ordens de artrópodos (LaSalle 1994). Eulofídeos atacam comumente larvas de insetos holometábolos de Lepidoptera, Coleoptera, Diptera e Hymenoptera (Schauff *et al.* 2006), contudo também ocorre parasitismo em ovos (Hansson 1988) e alguns grupos podem atacar pré-pupas e pupas (Brown 1968).

Devido a sua grande diversidade e grande quantidade de hospedeiros que parasitam, muitas espécies de Eulophidae têm sido utilizadas em programas de controle biológico, com destaque para os gêneros *Pediobius*, cujas espécies parasitam uma grande variedade de espécies de Lepidoptera e Coleoptera, e *Chrysocharis* e *Diglyphus*, que parasitam larvas minadoras de folhas (LaSalle *et al.* 2006).

No combate aos minadores de folhas, os eulofídeos são os agentes de controle biológicos mais importantes. Nos Neotrópicos, por exemplo, as espécies de *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae), verdadeiras pragas polífagas, são parasitadas por *Chrysocharis flacilla* Walker, *C. ignota* Hansson, *C. tristis* Hansson, *C. venones* Walker, *Closterocerus pulcher* Girault, *Neochrysocharis diastatae* Howard, *Proacrias thysanoides* De Santis, *P. xenodice* Walker, *Diaulinopsis callichroma* Crawford, *Diglyphus begini* Ashmead, *D. intermedius* Girault, *D. websteri* Crawford, *Zagrammosoma lineaticeps* Girault, e por muitas outras (LaSalle e Parrella 1991; Acosta e Cave 1994; Patel *et al.* 2003).

Alguns representantes da tribo Eulophini parasitam lepidópteros pragas. *Elachertus ceramidia* Burks, por exemplo, ataca *Antichloris viridis* Druce (Arctiidae), que é uma mariposa praga da banana; *Euplectrus comstockii* Howard e *Euplectrus plathypenae* Howard parasitam *Spodoptera* sp. e outros Noctuidae e *Euplectrus puttleri* Gordh parasita *Anticarsia gemmatalis* Hübner (LaSalle *et al.* 2006).

Os Eulophidae também são empregados para combater Thysanoptera, na qual *Ceranisus menes* Walker (Entedoninae) parasita eficazmente a espécie *Thrips palmi* Karny (Loomans e Muarai 1997) que é uma praga de várias culturas hortícolas (Seal e Sabines 2012). E por último, *Aprostocetus hagenowii* Ratzeburg (Tetrastichinae) é bastante conhecido por parasitar os ovos da barata *Periplaneta americana* Linnaeus (Blattidae) (Cárcamo *et al.* 2009).

## 1.2. Aspectos gerais da cultura do guaraná

Descoberto em 1826 pelo botânico alemão Carl Friedrich Philipp von Martius, o guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) é uma espécie nativa da Amazônia e caracteriza-se por ser uma liana lenhosa pertencente à família Sapindaceae, adotando porém a forma de arbusto semi-ereto quando cultivado em espaços abertos. Seu fruto é relativamente pequeno e, quando maduro, possui uma casca de cor vermelha ou vermelho-alaranjada e polpa branca (Castro 1992) (ver Apêndice A). Sua colheita é feita de forma manual, retirando-se cacho por cacho, entre os meses de outubro a dezembro (Pereira 2005).

Do fruto do guaraná é possível extrair a semente, que posteriormente passa por um processo de fermentação e secagem, resultando no grão do guaraná torrado. A partir dos

grãos torrados podem ser obtidos o xarope (consumido diretamente como bebida energética ou usado para a produção de refrigerantes gaseificados), o bastão (usado para ralar e obter o pó) ou o pó concentrado (Pereira 2005). A utilização do guaraná foi descoberta pelos indígenas amazônicos que o empregavam para a fabricação de bebidas, a partir das sementes moídas, para aplacar a sede, a fome e o cansaço, além de outros usos medicinais (Castro 1992). Em virtude da propagação de suas propriedades benéficas o guaraná se tornou importante matéria-prima para as indústrias químicas, de refrigerantes e de cosméticos. De acordo com o levantamento feito pela Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA 2003), a produção de sementes de guaraná no Brasil está estimada em 4.300 toneladas por ano, sendo que desse total, 70% é adquirida pela indústria de refrigerante (sob a forma de xarope) e os 30% restantes abastecem o mercado interno e externo, na forma de pó, xarope e bastão (Pereira 2005).

O Brasil é praticamente, o único produtor mundial de guaraná, com exceção de algumas pequenas propriedades de cultivo na Amazônia venezuelana e peruana para fins comerciais. No país, a produção de guaraná ficou concentrada durante muito tempo, no estado do Amazonas (Castro 1992). Posteriormente, o plantio foi estendido para os estados do Pará, Acre e Rondônia, e nos últimos anos para os de Mato Grosso e Bahia, que também dinamizaram suas plantações comerciais visando atender a demanda do xarope do guaraná pelas indústrias de refrigerantes gaseificados (SUFRAMA 2003).

Segundo o IBGE (2012), a área plantada no Brasil é de 14,952 ha, com rendimento médio de 304 Kg/ha de sementes secas, sendo que os maiores produtores são os estados da Bahia (6.913 ha e 404 Kg/ha) e Amazonas (8.039 ha e 206 Kg/ha). No estado do Amazonas, a produção atual de guaraná concentra-se no município de Maués e em escala bem menor, nos municípios de Uruará, Presidente Figueiredo, Coari e Parintins (Castro 1992; SUFRAMA 2003). O município de Maués, localizado 365 Km a leste de Manaus, produziu cerca de 300 toneladas na safra de 2012, sendo responsável por uma arrecadação de R\$ 7,5 milhões. Atualmente, a cidade de Maués tem 1,6 mil famílias que vivem da produção do guaraná (IBGE 2012).

Desta forma, a produção de guaraná passou a ser uma importante fonte de renda para pequenos produtores rurais da região Amazônica, tendo em vista que o seu cultivo envolve mão de obra familiar, evidenciando a importância socioeconômica desta cultura (Tavares e Garcia 2009).

### **1.2.1. Pragas do guaraná**

Vários são os artrópodes que estão associados ao cultivo do guaraná, no entanto do ponto de vista econômico, somente uma espécie da classe Insecta é causadora de danos neste tipo de cultura, *Liothrips adisi* zur Strassen (Tavares *et al.* 2007). Trata-se de um inseto diminuto, popularmente conhecido como tripes ou lacerdinha, pertencente à ordem Thysanoptera e família Phlaeothripidae, cujas altas taxas de infestações podem causar sérios prejuízos às plantas e diminuir significativamente a produção (Tavares *et al.* 2003; Pereira 2005; Tavares *et al.* 2007).

Os indivíduos de *L. adisi* interferem na produção de guaraná por meio da herbivoria, que no período vegetativo do guaraná causa alterações morfofisiológicas, impedindo o desenvolvimento das folhas. Prejudica o crescimento dos ramos e a produção de flores e por ocasião do início do período de menor pluviosidade, multiplica-se rapidamente, estabelecendo grandes populações na cultura durante a floração e frutificação (Garcia 1998; Tavares e Garcia 2009).

O tripes do guaraná foi relatado pela primeira vez em 1976, em plantios situados ao longo da Rodovia Manaus – Boa Vista (BR 174) (Tavares *et al.* 2007). Contudo, a presença de *L. adisi* em cultivos de guaraná não ocorre em toda a região do Estado do Amazonas, entretanto é preocupante o aumento de áreas colonizadas por essa espécie. Em observações recentes, Vidal (2005) verificaram a crescente presença de *L. adisi* em cultivos de guaraná em Maués, constatando índice de 32,05% das propriedades que apresentam infestações desse inseto.

Ultimamente o controle de *L. adisi* passou a ser feito por meio do Manejo Integrado de Pragas (MIP), uma vez que este é baseado em princípios que incluem conhecimento da autoecologia, sinecologia, bionomia, ciclo de vida, relação inseto-planta e sua interação com as condições abióticas (Kogan 1998; Tavares *et al.* 2007; Tavares e Garcia 2009). Contudo, a falta de informações sobre a bioecologia de *L. adisi* tem dificultado a tomada de decisões para a implantação de estratégias alternativas de controle desta espécie em sistemas de produção de guaraná convencional e orgânico (Tavares *et al.* 2007).

### **1.3. Sistemas de produção convencional**

O modelo convencional de produção é baseado na revolução verde, um ideário produtivo proposto e implantado após o término da Segunda Guerra Mundial, cuja meta era o aumento da produção e da produtividade das atividades agrícolas, apoiando-se para isso no uso intensivo de agrotóxicos, insumos químicos, aumento das variedades geneticamente melhoradas de alto rendimento, da irrigação e da motomecanização (Altieri *et al.* 2003; Altieri 2004).

As evidências têm demonstrado que a dependência dos monocultivos por insumos agroindustriais tem impactado de forma negativa o meio ambiente e a sociedade rural. Atualmente estão sendo detectadas uma série de “enfermidades ecológicas” associadas à intensificação da produção agrícola (Altieri e Nicholls 2000). Estas enfermidades podem ser agrupadas em duas categorias: enfermidades do ecótopo/biótopo, as quais incluem erosão, perda da fertilidade do solo, esgotamento das reservas de nutrientes, salinização e alcalinização, poluição dos sistemas de águas, etc, e enfermidades da biocenose, as quais incluem a perda da agrobiodiversidade, de recursos genéticos, eliminação dos inimigos naturais, reaparição de pragas, resistência genética aos inseticidas e destruição dos mecanismos de controle natural (Gliessman 1997; Altieri e Nicholls 2000).

Desde a última década, entretanto, a busca por qualidade em produtos agroindustriais vem mostrando um crescimento constante, traduzida por mudanças nas preferências dos consumidores, motivadas principalmente por preocupações com a saúde (Assis *et al.* 1995; Cuperschmid 1999). Além disso, também houve um crescimento da consciência ecológica, aliada à desconfiança no sistema de produção e distribuição de alimentos convencionais (Feiden *et al.* 2002). Devido a isso, pode ser observado o desenvolvimento de processos alternativos para a produção agrícola numa perspectiva orgânica e sustentável, sem perder os rumos da produtividade e viabilidade econômica (Gliessman 2001).

#### **1.4. Sistemas de produção orgânico e sustentável**

De acordo com a Lei 10.831 (Art. 1º) considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente.

De acordo com Altieri (1999), a produção orgânica oferece diversas vantagens como a viabilidade em pequenas áreas, favorecimento da diversificação produtiva, menor dependência dos insumos externos, eliminação do uso de agrotóxicos e tendência de valorização dos produtos. Esse sistema de produção exclui o uso de fertilizantes químicos, agrotóxicos, além dos reguladores de crescimento e aditivos (Campanhola e Valarini 2001).

Baseia-se no uso de dejetos de animais, rotação de culturas, adubação verde, compostagem e controle biológico de pragas e doenças, buscando manter a estrutura e a produtividade do solo em harmonia com a natureza (Onody 2009).

Em sistemas de produção orgânica, a busca por métodos alternativos no controle de pragas agrícolas tem se tornado cada vez mais relevante (Onody 2009). Resultados de experimentos delineados para evitar ou reverter as consequências negativas da utilização de agroquímicos e práticas de manejo em agroecossistemas modernos, indicam que a biodiversidade pode ser usada para melhorar o manejo de pragas (Altieri *et al.* 2003).

### **1.5. O papel da biodiversidade nos agroecossistemas**

O termo biodiversidade refere-se a todas as espécies de plantas, animais e microrganismos existentes e interagindo dentro de um ecossistema (Mcneely *et al.* 1990). A biodiversidade abrange desde a variação dentro de cada espécie até o número e a abundância relativa das diferentes espécies no espaço e no tempo em um sistema definido (Altieri *et al.* 2003). Cada vez mais, cientistas de todo o mundo estão começando a reconhecer o papel da biodiversidade no funcionamento de sistemas agrícolas (Swift *et al.* 1996).

Em sistemas agrícolas, a biodiversidade proporciona serviços ecológicos que vão além da produção de alimentos, fibras, energia e renda. Exemplos incluem a reciclagem de nutrientes, controle do microclima local, regulação dos processos hídricos locais, regulação da abundância de organismos indesejáveis e detoxificação de químicos nocivos. Porém, quando se perdem esses serviços naturais, devido à simplificação biológica, os danos podem ser bastante significativos (Altieri *et al.* 2003)

Cabe ressaltar que em nenhum outro aspecto da agricultura as consequências da redução da biodiversidade são tão evidentes quanto na esfera do manejo de pragas agrícolas. Além da simplificação da estrutura do ambiente, a biodiversidade também é afetada através das externalidades associadas ao uso intensivo de agroquímicos e tecnologias mecânicas utilizadas para aumentar a produção agrícola (Altieri *et al.* 2003).

Em agroecossistemas modernos, as evidências experimentais sugerem que a biodiversidade pode auxiliar na regulação da abundância de organismos indesejáveis, através da utilização de predadores, parasitoides ou patógenos (Andow 1991; Altieri 1994). Na natureza, cada população de insetos é atacada por um ou mais inimigos naturais (Estrada 2008). Assim, predadores, parasitoides ou patógenos atuam como agentes de controle natural que quando são adequadamente manejados, podem determinar a regulação de populações de pragas em um agroecossistema particular (Altieri e Nicholls 2000).

## 1.6. Himenópteros parasitoides associados a cultivos agrícolas no Brasil

Atualmente no Brasil, estão sendo desenvolvidas pesquisas sobre o controle biológico de insetos em diversas culturas, tornando-se assim uma estratégia que pode auxiliar na qualidade da produção, principalmente numa cultura orgânica que tem como vantagens a diminuição dos custos de produção, impactos ambientais e exposição do homem a produtos químicos, sendo possível reduzir o uso dos mesmos em até 60% (EMBRAPA, 2006).

Nesse sentido, levantamentos faunísticos das comunidades de inimigos naturais associadas a culturas agrícolas e suas interações com outros animais e com o ambiente têm sido realizados, embasando programas de Controle Biológico e MIP (Perioto *et al.* 2002a, 2002b, 2004; Souza *et al.* 2006) (Tabela 01).

**Tabela 01.** Levantamentos faunísticos das comunidades de inimigos naturais em diferentes culturas agrícolas no Brasil.

<b>Autores</b>	<b>Cultura</b>	<b>Abundância de parasitoides / riqueza de famílias</b>	<b>Famílias mais abundantes</b>
Perioto <i>et al.</i> (2002a)	Soja ( <i>Glycine Max</i> L.)	4.969 / 15 famílias	Platygastridae, Encyrtidae, Aphelinidae e Trichogrammatidae
Perioto <i>et al.</i> (2002b)	Algodão ( <i>Gossypium hirsutum</i> L.)	16.166 / 22 famílias	Encyrtidae, Trichogrammatidae, Mymaridae e Platygastridae
Perioto <i>et al.</i> (2004)	Café ( <i>Coffea arabica</i> L.)	5.228 / 21 famílias	Encyrtidae, Platygastridae, Ichneumonidae, Mymaridae e Braconidae
Souza <i>et al.</i> (2006)	Sorgo ( <i>Sorghum bicolor</i> L.), milho ( <i>Zea mays</i> L.), feijão ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) e trigo ( <i>Triticum aestivum</i> L.)	5.308 / 22 famílias	Mymaridae, Encyrtidae, e Platygastridae
Ferreira <i>et al.</i> (2013)	Café orgânico ( <i>Coffea arabica</i> L.)	4.817 / 22 famílias	Encyrtidae, Ceraphronidae, Braconidae e Figitidae

Algumas dessas famílias citadas na tabela acima são compostas por espécies importantes e que atualmente são utilizadas em programas de Controle Biológico no Brasil (Corrêa-Ferreira 1993; Corrêa-Ferreira e Moscardi 1995; Zucchi e Monteiro 1997; Parra 2002) (Tabela 02).

**Tabela 02.** Principais espécies de parasitoides empregadas no controle de pragas, seus hospedeiros e respectivas plantas hospedeiras no Brasil.

<b>Agente (parasitoide)</b>	<b>Praga</b>	<b>Cultura</b>
<i>Ageniaspis citricola</i> Logvinoskaya, 1983 (Hymenoptera, Encyrtidae)	<i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton, 1856 (Lepidoptera, Gracillariidae)	Citros
<i>Trichogramma galloi</i> Zucchi, 1988 (Hymenoptera, Trichogrammatidae)	<i>Diatraea saccharalis</i> (Fabricius, 1794) (Lepidoptera, Crambidae)	Cana-de-açúcar
<i>Trichogramma pretiosum</i> Riley, 1879 (Hymenoptera, Trichogrammatidae)	<i>Alabama argillaceae</i> (Hueb, 1818) (Lepidoptera, Noctuidae) <i>Heliothis virescens</i> (Fabricius, 1781) (Lepidoptera, Noctuidae) <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae)	Algodão
<i>T. pretiosum</i>	<i>Anticarsia gemmatalis</i> Hübner, 1818 (Lepidoptera, Noctuidae)	Soja
<i>T. pretiosum</i>	<i>Erinnyis ello</i> Linnaeus, 1758 (Lepidoptera, Sphingidae)	Mandioca
<i>T. pretiosum</i>	<i>Helicoverpa zea</i> Boddie, 1850 (Lepidoptera, Noctuidae)	Milho
<i>T. pretiosum</i>	<i>Tuta absoluta</i> Meyrick, 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae)	Tomateiro
<i>Telenomus remus</i> Nixon, 1937 (Hymenoptera, Platygasteridae)	<i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae)	Milho
<i>Telenomus podisi</i> Ashmead, 1893 (Hymenoptera, Platygasteridae)	<i>Nezara viridula</i> (Linnaeus, 1758) (Hemiptera, Pentatomidae) <i>Piezodorus guildinii</i> (Westwood, 1837) (Hemiptera, Pentatomidae)	Soja e algodão
<i>Trissolcus basalus</i> (Wollaston, 1858) (Hymenoptera, Platygasteridae)	<i>Nezara viridula</i> (Linnaeus, 1758) (Hemiptera, Pentatomidae)	Soja e mamona
<i>Cotesia flavipes</i> Cameron, 1891 (Hymenoptera, Braconidae)	<i>Diatraea saccharalis</i> (Fabricius, 1794) (Lepidoptera, Crambidae)	Cana-de-açúcar

Estudos com parasitoides em culturas com manejos distintos (orgânico e convencional) são muito importantes, pois facilitam a compreensão da fauna associada, além de possibilitar a implantação do controle biológico em ambos os manejos. Dorfey (2011) realizou um levantamento de himenópteros parasitoides em cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) com manejo orgânico e convencional, sendo coletados 31.574 e 7.913 parasitoides, respectivamente. Apesar da grande diferença em relação à quantidade de parasitoides coletados, as famílias Ichneumonidae, Braconidae, Eucilidae e Scelionidae foram as mais abundantes em ambos os manejos.

Em levantamento de parasitoides na cultura do café (*Coffea arabica* L.), Santos (2008) coletou 5.537 parasitoides no café orgânico e 5.432 parasitoides no convencional. Nos dois manejos foram coletadas oito famílias, sendo Ichneumonidae a mais abundante.

O manejo de culturas diferentes pode resultar em uma fauna de pragas distinta e isso pode se repetir na cultura do guaraná. Além disso, como existe uma tendência mundial na redução da utilização de agrotóxicos, o controle biológico, com o emprego de parasitoides, pode ser uma nova alternativa no controle de insetos pragas.

Para tanto, o presente estudo é pioneiro na abordagem da fauna de parasitoides em sistemas de produção de guaraná orgânico e convencional, e também em verificar o quanto a vegetação adjacente contribui para a riqueza de parasitoides nos mesmos, tendo em vista que parasitoides caracterizam-se como um elemento fundamental para o controle de pragas-chaves e poderiam ser utilizados no controle biológico de pragas na cultura em questão.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Verificar a diferença entre a composição de himenópteros parasitoides associados ao cultivo de guaraná orgânico e convencional.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Verificar a composição de himenópteros parasitoides associados ao interior e à borda dos cultivos orgânico e convencional.
- Analisar a importância de se manter áreas de mata adjacentes aos cultivos de guaraná através de sua composição de himenópteros parasitoides.
- Estudar a similaridade da composição dos parasitoides, entre as áreas de manejo orgânico e convencional do guaraná, bem como a similaridade destas com a mata adjacente.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em duas áreas de cultivo de guaraná experimentais, sendo uma com cultivo de guaraná de manejo orgânico e outra de manejo convencional. Estas áreas estão localizadas nas dependências da Embrapa Amazônia Ocidental-AM, situada na rodovia AM 010, km 24, no município de Manaus, Amazonas, Brasil (Fig. 01). O relevo é caracterizado por planícies, baixos planaltos e terras firmes, com uma altitude média inferior a 100 metros. O clima na classificação de Köppen (1936) é considerado tropical úmido, tipo Am, com temperatura média anual de 26,5°C, tendo uma umidade relativa elevada durante o ano, com médias mensais entre 76 e 89% (IBGE 2012). O período chuvoso se estende de novembro a maio, com uma redução perceptível nos outros meses, notadamente nos meses de agosto e setembro (Marques Filho *et al.* 1981).



**Figura 01.** Localização das áreas experimentais de cultivo de guaraná de manejo convencional (à esquerda) e orgânico (à direita) situadas nas dependências da Embrapa Amazônia Ocidental, no município de Manaus, Amazonas, Brasil. Fonte: modificado de Google maps e Google Earth.

#### 3.1. Caracterização das áreas de estudo

##### 3.1.1. Área experimental com cultivo de guaraná de manejo orgânico

Este plantio, localizado sob a coordenada geográfica 2°53'29.14"S / 59°58'45.80"O, foi instalado em 2003, com 1.595 plantas em uma área de 3,9 ha as quais foram cultivadas em espaçamento de 5m x 5m (Fig. 02A). Nesta área, o manejo seguiu as recomendações de Pereira (2005). No início deste estudo (setembro de 2012) foi realizado o coroamento das plantas de guaraná, ou seja, a retirada de plantas daninhas e a limpeza da área num raio de aproximadamente meio metro da planta, bem como a roçagem da vegetação das entrelinhas

do cultivo. Já no início de janeiro de 2013, foi efetuada uma poda de limpeza para retirada dos ramos secos, quebrados e doentes das plantas, bem como a roçagem das entrelinhas.

Cabe ressaltar que neste tipo de manejo não ocorre à aplicação de inseticidas e herbicidas para o controle de pragas e plantas daninhas, respectivamente.

### 3.1.2. Área experimental com cultivo de guaraná de manejo convencional

Este plantio experimental, localizado sob a coordenada geográfica 2°53'42.18"S / 59°59'10.58"O foi instalado em 1996, com 710 plantas cultivadas em espaçamento de 5m x 5m, em uma área de 1,6 ha (Fig. 02B). Nesta área, o manejo realizado é o convencional, que também segue as recomendações de Pereira (2005). Assim como no cultivo orgânico, neste cultivo também foram realizados o coroamento e a roçagem, bem como a poda para a limpeza das plantas, no mesmo período que o realizado no cultivo orgânico. Porém, no dia 25.01.2013 houve aplicação de inseticida para o controle do trips *Liothrips adisi*, sendo aplicado o produto Acephate 75% (40g do produto comercial diluído em 20L de água).



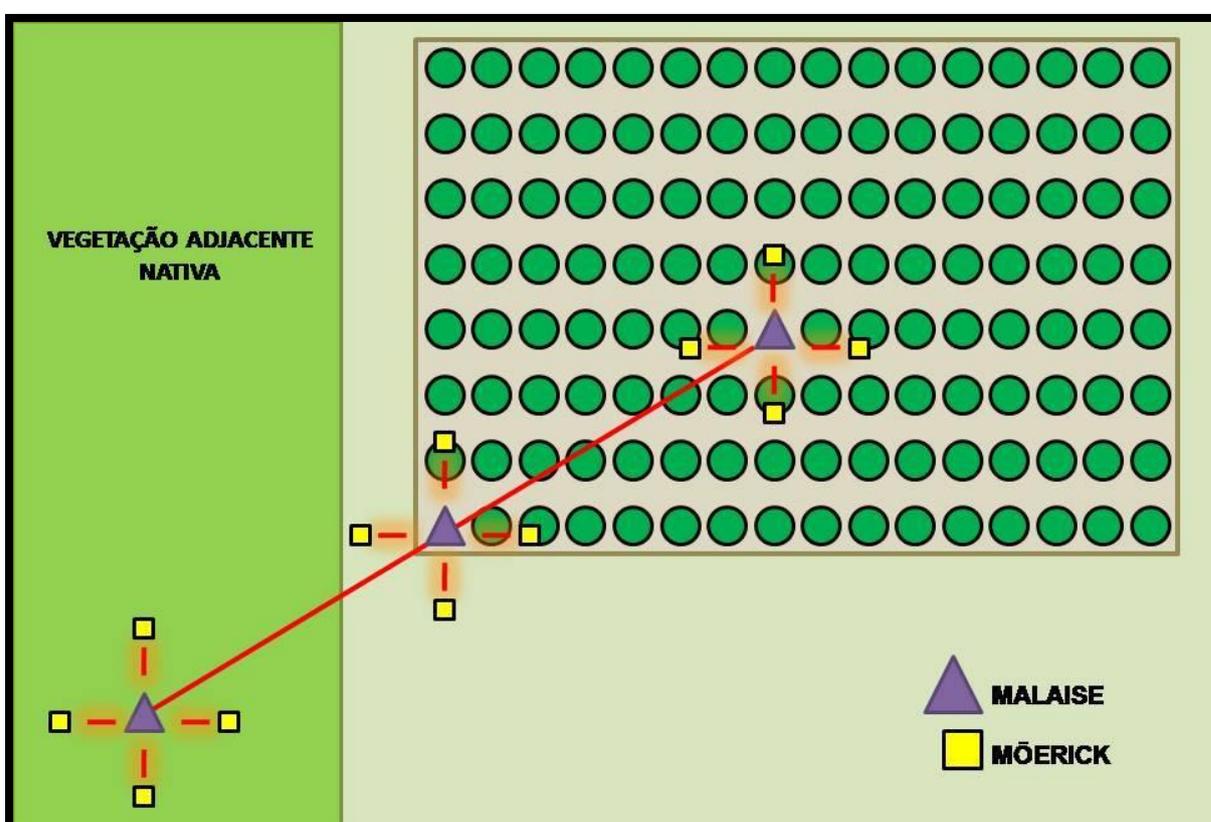
**Figura 02.** (A) Área experimental de guaraná de manejo orgânico; (B) Área experimental de guaraná de manejo convencional, localizadas nas propriedades da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Amazonas, Brasil. Foto: K. Schoeninger (2012).

### 3.1.3. Caracterização da vegetação adjacente aos cultivos de guaraná de manejo orgânico e convencional

Para uma melhor caracterização das áreas de mata adjacentes em ambos os cultivos de guaraná, foi realizada a identificação das plantas que as compõem. A vegetação adjacente ao cultivo de guaraná orgânico é composta por 61 espécies vegetais distribuídas em 27 famílias e a do cultivo convencional é constituída por 42 espécies distribuídas em 23 famílias. Ambas possuem ainda espécies vegetais exóticas (lista de espécies Apêndice B).

### 3.2. Métodos de amostragem

Em cada área experimental de cultivo de guaraná foi delimitada uma linha de amostragem diagonal à cultura, na qual foram estabelecidos três pontos de coleta. O primeiro foi estabelecido fora do cultivo, na mata adjacente, o segundo ponto foi estabelecido na borda do cultivo e o terceiro no interior do cultivo. A distância entre cada ponto de coleta estabelecido foi de 60 m. Em cada ponto de coleta foi instalada uma armadilha de *Malaise* e quatro armadilhas de Möerick, as quais estavam dispostas ao redor da *Malaise* a uma distância de 5 metros (Fig. 03).



**Figura 03.** Croqui da metodologia de amostragem de himenópteros parasitoides na cultura do guaraná orgânico e convencional. Figura: Karine Schoeninger (2012).

#### 3.2.1. Armadilha *Malaise*

A armadilha do tipo *Malaise* (modelo Townes, 1972) permite a captura de insetos por meio de interceptação de voo, além de ser uma técnica permanente, independente de atrativos para obter resultados satisfatórios (Lewis e Whitfield 1999). A armadilha de *Malaise* (1,80m x 3m x 3m) permaneceu no campo durante quatro dias, por quinzena, de setembro de 2012 a fevereiro de 2013, totalizando 12 amostragens. A escolha deste período deveu-se,

principalmente pela fase de floração e frutificação, que corresponde a maior incidência de tripes no guaraná.

### **3.2.2. Armadilha Möerick**

Armadilhas de Möerick consistem em bandejas plásticas brancas, com aproximadamente 20cm x 10cm x 5cm, cujo interior foi pintado com tinta spray amarela. Essas armadilhas foram dispostas sobre o solo, contendo uma solução de água + 2 ml de detergente, as quais permaneceram em campo durante quatro dias por quinzena, simultaneamente à *Malaise*. Durante os quatro dias em que permaneceram em campo, foram realizadas trocas de água e detergente a cada 24 horas para evitar a deterioração do material.

### **3.3. Triagem, conservação e identificação dos himenópteros parasitoides**

Após cada coleta, o material foi encaminhado ao Laboratório de Hymenoptera do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) onde as triagens e identificações foram realizadas com o auxílio de microscópio estereoscópico e chaves dicotômicas. Os himenópteros parasitoides foram triados até o nível de família seguindo as chaves de Goulet e Huber (1993) e Hanson e Gauld (2006), contudo a sistemática seguida foi a de Sharkey (2007) que, com estudos cladísticos e pré-cladísticos moleculares e morfológicos propôs uma nova classificação para Hymenoptera, sendo esta a mais aceita pela comunidade científica. Posteriormente, apenas os indivíduos pertencentes à Eulophidae foram identificados até gênero, tendo em vista que muitas de suas espécies são relatadas parasitando tripes. As chaves utilizadas para a identificação dos gêneros de Eulophidae foram as de Schauff *et al.* (1997) e Hansson (2013).

Em seguida, o material foi devidamente etiquetado (com as informações da coleta e identificação), o qual foi armazenado em microtubos de 1,5 mL, contendo álcool 70%. Os microtubos contendo os parasitoides, por sua vez, foram colocados dentro de recipientes maiores contendo álcool 70%, para evitar a evaporação rápida do álcool.

Todos os indivíduos foram depositados, na Coleção Zoológica de Invertebrados do INPA.

---

## CAPÍTULO I

**DIVERSIDADE DE PARASITÓIDES EM CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO DE GUARANÁ (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) EM MANAUS, AMAZONAS, BRASIL.**

*Manuscrito em preparação para Pesquisa Agropecuária Brasileira*

## **Diversidade de parasitoides em cultivo convencional e orgânico de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) em Manaus, Amazonas, Brasil**

Karine Schoeninger<sup>1\*</sup>, Márcio Oliveira<sup>1</sup> e Cristiane Krug<sup>2</sup>

1. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis, Manaus, Amazonas, Brasil;

2. Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM-010, Km 29, Manaus, Amazonas, Brasil.

\*Autor para correspondência: karine.schoeninger@gmail.com

**Resumo** - Himenópteros parasitoides são considerados um importante elemento da fauna por seu papel no controle de populações de insetos considerados pragas em diversas culturas. Contudo, pouco se conhece a respeito da composição faunística de himenópteros parasitoides em agroecossistemas, em especial para a cultura do guaraná, para a qual não há registros na literatura de levantamentos da fauna associada em geral. Para tanto, foi estudada a composição de himenópteros parasitoides associados a dois cultivos de guaraná, um de manejo convencional e um orgânico e também a das áreas de mata adjacente, a fim de verificar o quanto essas áreas contribuem para fornecer himenópteros para os cultivos mencionados. Foram determinados pontos de coleta na mata adjacente, na borda do cultivo e no interior do cultivo, nos quais foram instaladas uma armadilha de Malaise e quatro Möerick. As coletas foram realizadas por quatro dias, quinzenalmente, no período de setembro de 2012 a fevereiro de 2013. Foi coletado um total de 25.951 himenópteros parasitoides distribuídos em 12 superfamílias e 38 famílias. Deste total, 10.828 parasitoides foram coletados no manejo convencional e 15.123 foram coletados no manejo orgânico. No cultivo de guaraná de manejo convencional foi registrada a maior abundância (4.395) e riqueza de parasitoides (34 famílias). Já no cultivo de guaraná de manejo orgânico a maior abundância (7.738) e riqueza (35 famílias) foi obtida na borda do cultivo. Encyrtidae e Platgastridae foram as famílias mais abundantes em ambos os manejos, sendo coletadas principalmente na borda do cultivo e em sua mata adjacente, respectivamente. Dentre os métodos de coleta, Malaise foi a mais eficiente, capturando maior riqueza e abundância de himenópteros parasitoides. Através deste trabalho podemos inferir que a presença de matas adjacentes aos cultivos contribuiu para uma alta diversidade de inimigos naturais tanto no manejo orgânico quanto no convencional, uma vez que as maiores abundâncias e riqueza foram obtidas tanto na mata adjacente como na borda dos cultivos.

**Palavras-chave:** Agroecossistemas, Encyrtidae, Hymenoptera, Platygastridae.

**Abstract** - Hymenoptera parasitoids are considered an important element of the fauna for her role in controlling populations of insects considered pests in various crops. However, little is known about the faunal composition of Hymenoptera parasitoids in agroecosystems, especially for the culture of guarana, for which there are no records of the associated fauna in literature. For this, the composition of hymenopteran parasitoids associated with two crops of guarana, one of an organic and conventional management, as well as forested areas adjacent to verify how these areas contribute to provide Hymenoptera for crops mentioned was studied. Sampling points were determinate in the adjacent forest, border of culture and inside of culture, in which have been installed one Malaise trap and four Möerick. The samples were held for four day, fortnightly, from September 2012 to February 2013. A total of 25.951 Hymenoptera parasitoids distributed in 12 superfamilies and 38 families were collected. Of this total, 10.828 parasitoids were collected in conventional management and 15.123 were collected in organic management. In conventional management was registered greater abundance (4.395) and richness of parasitoids (34 families) in the adjacent forest. In organic management the greatest abundance (7.738) and richness (35 families) was obtained at the edge of cultivation. Encyrtidae and Platgastridae were the most abundant families in both managements, being collected mainly at the border of cultivation and adjacent forest, respectively. Among the methods of collection, Malaise was the most efficient, capturing greater richness and abundance of hymenopteran parasitoids. Through this work we can infer that the presence of forests adjacent to crops contributed to a high diversity of natural enemies in both managements, since the greatest abundance and richness were obtained both in the woods adjacent as to the border of the crops.

**Keywords:** Agroecosystem, Encyrtidae, Hymenoptera, Platygastridae

## Introdução

Muitas paisagens naturais têm sido moldadas pela agricultura ao longo dos séculos (Purtauf et al., 2005), e os impactos no ambiente, que vão desde a qualidade da água, erosão do solo e remoção de coberturas vegetais para atividades socioeconômicas, tem sido amplamente reconhecido (Hadjicharalampous et al., 2002). Agricultura convencional com a utilização de insumos químicos e agrotóxicos, afeta diretamente e negativamente os artrópodes através da toxicidade e indiretamente diminuindo a disponibilidade de alimentos e qualidade do habitat (Kromp, 1999; Holland & Luff, 2000). A agricultura orgânica por sua vez, esta embasada em práticas de gestão sustentáveis, contribuindo para a manutenção da

biodiversidade, em especial de seus elementos chaves que são os polinizadores e inimigos naturais (Dritschilo & Erwin, 1982; Paoletti, 1995; The Soil Association, 2000; Reganold et al., 2001; Hyvönen et al., 2003; Altieri & Nicholls, 2004).

Dentre os inimigos naturais, os himenópteros parasitoides, compreendem o grupo mais rico de espécies da ordem Hymenoptera (Sharkey, 2007). São comuns e abundantes em todos os ecossistemas terrestres e por serem parasitoides, constituem um importante elemento da fauna para o controle das populações de artrópodes, devido a sua habilidade de responder à densidade das populações de seus hospedeiros (LaSalle, 1993). Também são muito utilizados em programas de controle biológico (Parra et al., 2002).

Pouco se conhece a respeito da composição faunística de himenópteros parasitoides em agroecossistemas, em especial para a cultura do guaraná, para a qual não há registros na literatura de levantamentos da fauna associada em geral.

O guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) é uma planta nativa da Amazônia, pertencente à família das sapindáceas e encontrada nas regiões compreendidas entre os rios Amazonas, Maués, Paraná dos Ramos e rio Negro (no estado do Amazonas) e bacia do rio Orinoco (Venezuela) (Pereira, 2005). Segundo o IBGE (2012), a área plantada no Brasil é de 14,952 ha, com rendimento médio de 304 Kg/ha de sementes secas, e os maiores produtores são os estados da Bahia (6.913 ha e 404 Kg/ha) e Amazonas (8.039 ha e 206 Kg/ha). Estima-se que do total da produção, 70% seja absorvido pelas indústrias de refrigerantes gaseificados, sob a forma de xarope, e os 30% restantes são comercializados sob a forma de pó, bastão e extrato para consumo interno e para a exportação (Pereira, 2005). Deve-se salientar que o mercado de guaraná, tanto interno como externo exigem, “em volume crescente”, a oferta de produtos orgânicos (Taveres et al., 2003; Tavares & Garcia, 2009).

A principal praga do guaraná, *Liothrips adisi* zur Strassen, (Thysanoptera: Phlaeotripidae), é controlada com defensivos agrícolas devido a inexistência de métodos de controle biológico capazes de controlar as espécies pragas que ocorrem neste cultivo (Tavares et al., 2007).

Com base no exposto acima, buscamos com este estudo: (1) determinar a diferença existente entre a composição de himenópteros parasitoides associados ao interior e a borda de um cultivo de guaraná orgânico e um convencional; (2) verificar o papel da vegetação adjacente no abrigo e fornecimento de himenópteros parasitoides a esses cultivos; (3) estimar a similaridade faunística dos parasitoides nos dois tipos de manejo, bem como a similaridade entre os pontos de coleta estabelecidos em cada manejo (mata, borda do cultivo e interior do cultivo) e (4) verificar a eficiência das armadilhas Malaise e Møerick na captura de himenópteros parasitoides.

## **Material e Métodos**

A descrição da área de estudo, o delineamento amostral, os procedimentos de coleta, obtenção e identificação dos organismos constam na seção “Material e métodos” (página 13) desta dissertação.

### **Análises estatísticas**

Para as análises estatísticas, foram utilizados dados de incidência (presença/ausência) e abundância de himenópteros parasitoides. Todas as análises foram realizadas no Programa R versão 3.0.2 (R Development Core Team, 2011), pacote Vegan (Oksanen et al., 2008).

Foi utilizado o teste MANOVA não-paramétrico (Anderson, 2011) para testar as diferenças de incidência e abundância de himenópteros parasitoides entre os cultivos de guaraná de manejo convencional e orgânico, bem como os diferentes pontos de amostragem (“mata adjacente”, “borda do cultivo” e “interior do cultivo”) e técnicas de coletas. Em seguida, ordenamos a composição dos dados de cada cultivo (manejo convencional e orgânico), bem como para os pontos de amostragem e técnicas de coleta, através da Ordenação de Escalonamento Multi-dimensional não-métrico (NMDS), com base na dissimilaridade de Sørensen para dados de presença e ausência e dissimilaridade de Bray-Curtis para dados de abundância.

Para a análise de similaridade entre os manejos (convencional e orgânico) e pontos de amostragem (“mata adjacente”, “borda do cultivo” e “interior do cultivo”) foi utilizado o teste de correlação de Mantel com o coeficiente de correlação de Pearson e 1000 permutações, para um nível de significância igual ou menor que 5%.

## **Resultados**

Foram coletados 25.951 himenópteros parasitoides distribuídos em 12 superfamílias e 38 famílias. As superfamílias mais abundantes foram Chalcidoidea e Platygastroidea, representando mais de 65% de todo material de ambos os cultivos. Encyrtidae, Platygastridae, Diapriidae, Mymaridae e Eulophidae corresponderam às famílias com maior quantidade de indivíduos coletados no total (Tabela 03).

## Riqueza e abundância de himenópteros parasitoides em cultivo de guaraná de manejo convencional e orgânico

No cultivo de guaraná convencional foram coletados 10.828 himenópteros parasitoides, distribuídos em 35 famílias e 11 superfamílias. Já o cultivo de guaraná orgânico foi mais abundante com um total de 15.123 parasitoides, distribuídos em 37 famílias e 12 superfamílias. Em ambos os cultivos às famílias mais abundantes e frequentes foram Encyrtidae e Platygastriidae (Tabela 03).

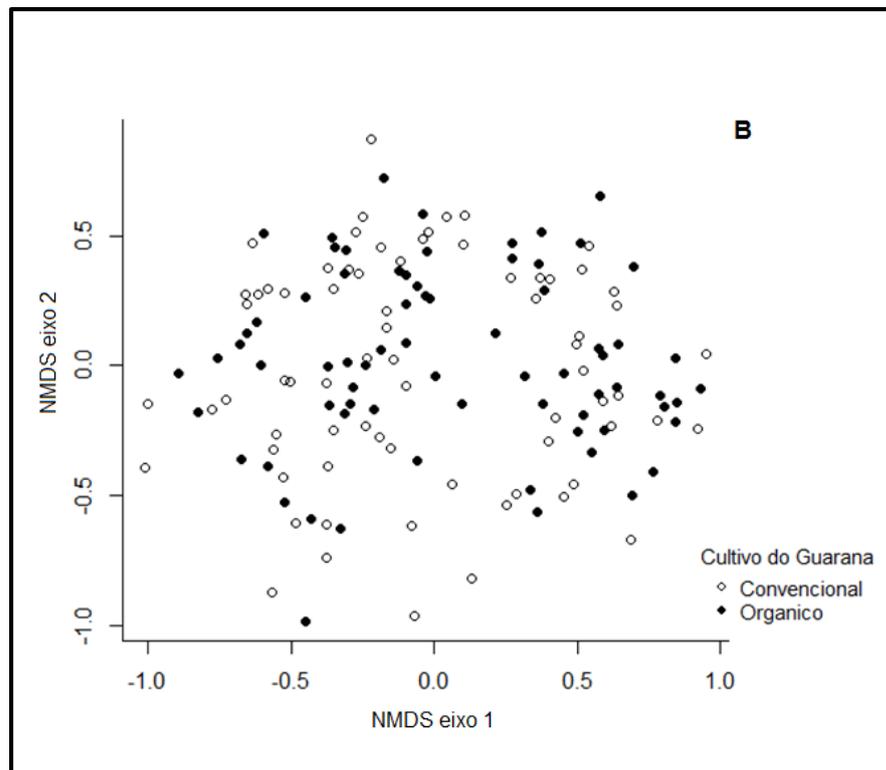
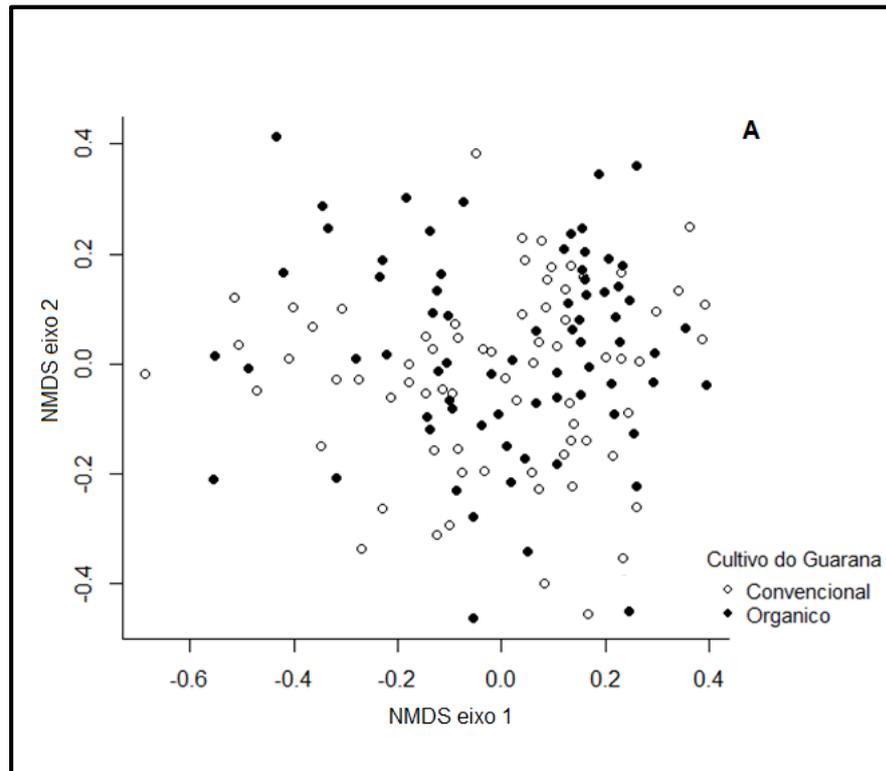
**Tabela 03.** Abundância e frequência relativa (FR) de himenópteros parasitoides coletados em cultivo de guaraná de manejo convencional e orgânico, em Manaus, Amazonas, Brasil.

Superfamília	Família	Manejo convencional		Manejo orgânico		Total
		Total	FR (%)	Total	(FR%)	
<b>Apoidea</b>						
	Ampulicidae	3	0,02	0	0	<b>3</b>
	Crabronidae	197	1,81	173	1,14	<b>370</b>
	Sphecidae	40	0,36	29	0,19	<b>69</b>
<b>Ceraphronoidea</b>						
	Ceraphronidae	455	4,2	725	4,79	<b>1.180</b>
	Megaspilidae	1	0,01	2	0,01	<b>3</b>
<b>Chalcidoidea</b>						
	Agaonidae	11	0,1	45	0,29	<b>56</b>
	Aphelinidae	248	2,29	423	2,79	<b>671</b>
	Chalcididae	146	0,42	295	1,95	<b>441</b>
	Encyrtidae	2.713	25,03	3.846	25,57	<b>6.559</b>
	Eucharitidae	11	0,1	28	0,18	<b>39</b>
	Eulophidae	463	4,27	992	6,55	<b>1.455</b>
	Eupelmidae	62	0,57	31	0,2	<b>93</b>
	Eurytomidae	21	0,19	56	0,37	<b>77</b>
	Leucospidae	0	0	1	0,01	<b>1</b>
	Mymaridae	511	4,71	1073	7,09	<b>1.584</b>
	Perilampidae	11	0,1	35	0,23	<b>46</b>
	Pteromalidae	171	1,57	181	1,19	<b>352</b>
	Signiphoridae	61	0,56	62	0,4	<b>123</b>
	Tanaostigmatidae	7	0,06	1	0,01	<b>8</b>
	Torymidae	24	0,22	10	0,06	<b>34</b>
	Trichogrammatidae	175	1,61	186	1,22	<b>361</b>
<b>Chrysoidea</b>						
	Bethylidae	693	6,4	630	4,16	<b>1.323</b>
	Chrysididae	53	0,48	8	0,05	<b>61</b>
	Dryinidae	208	1,92	117	0,77	<b>325</b>
	Sclerogibbidae	3	0,02	2	0,01	<b>5</b>

<b>Cynipoidea</b>						
	Figitidae	145	1,33	282	1,86	<b>427</b>
<b>Diaprioidea</b>						
	Diapriidae	680	6,28	1260	8,33	<b>1.940</b>
<b>Evanioidea</b>						
	Evaniidae	191	1,76	249	1,64	<b>440</b>
	Gasteruptiidae	0	0	2	0,01	<b>2</b>
<b>Ichneumonoidea</b>						
	Braconidae	496	4,58	730	4,82	<b>1.226</b>
	Ichneumonidae	259	2,39	297	1,96	<b>556</b>
<b>Platygastroidea</b>						
	Platygastridae	2240	21,78	2984	19,73	<b>5.224</b>
<b>Proctotrupeoidea</b>						
	Proctotrupidae	4	0,03	2	0,01	<b>6</b>
<b>Stephanoidea</b>						
	Stephanidae	0	0	1	0,01	<b>1</b>
<b>Vespoidea</b>						
	Mutillidae	179	1,65	38	0,25	<b>217</b>
	Pompilidae	269	2,48	181	1,19	<b>450</b>
	Rhopalosomatidae	9	0,08	5	0,03	<b>14</b>
	Tiphiidae	68	0,62	141	0,93	<b>209</b>
<b>Total</b>		<b>10.828</b>	<b>100%</b>	<b>15.123</b>	<b>100%</b>	<b>25.951</b>

Usando dados de incidência (presença/ausência), a composição de himenópteros parasitoides diferiu significativamente (MANOVA não-paramétrica:  $r^2 = 0,020$ ,  $p \leq 0,001$ ), entre os manejos convencional e orgânico, embora uma porcentagem pequena (2%) dos dados explique esta diferença (Figura 04A). De maneira similar, uma porcentagem pequena dos dados (3%) explica a diferença (MANOVA não-paramétrica:  $r^2 = 0,032$ ,  $p \leq 0,001$ ) entre o manejo convencional e orgânico utilizando dados de abundância (Figura 04B).

Das famílias coletadas, 34 foram comuns aos manejos estudados. O restante, Gasteruptiidae (2), Leucospidae (1) e Stephanidae (1) foram coletados somente no guaraná de manejo orgânico, enquanto que Ampulicidae (3) foi coletada somente no guaraná de manejo convencional.



**Figura 04.** Ordenação de Escalonamento Multi-dimensional não-métrico (MNDS) indicando a distribuição da composição faunística de himenópteros parasitoides entre os manejos convencional e orgânico no cultivo de guaraná com dados de presença/ausência (A) e abundância de parasitoides (B).

### Similaridade entre cultivo convencional e orgânico

Foi observada uma similaridade de 38% (Mantel  $r = 0,3861$ ;  $p \leq 0,05$ ) na abundância de parasitoides entre os cultivos orgânico e convencional. Contudo, quando verificada a incidência de famílias presentes tanto no cultivo de manejo orgânico como no cultivo de guaraná de manejo convencional, foi constatada uma similaridade de 23% (Mantel  $r = 0,2312$ ;  $p = 0,08$ ).

### Riqueza e abundância de himenópteros parasitoides associados à mata adjacente, borda do cultivo e interior do cultivo convencional e orgânico

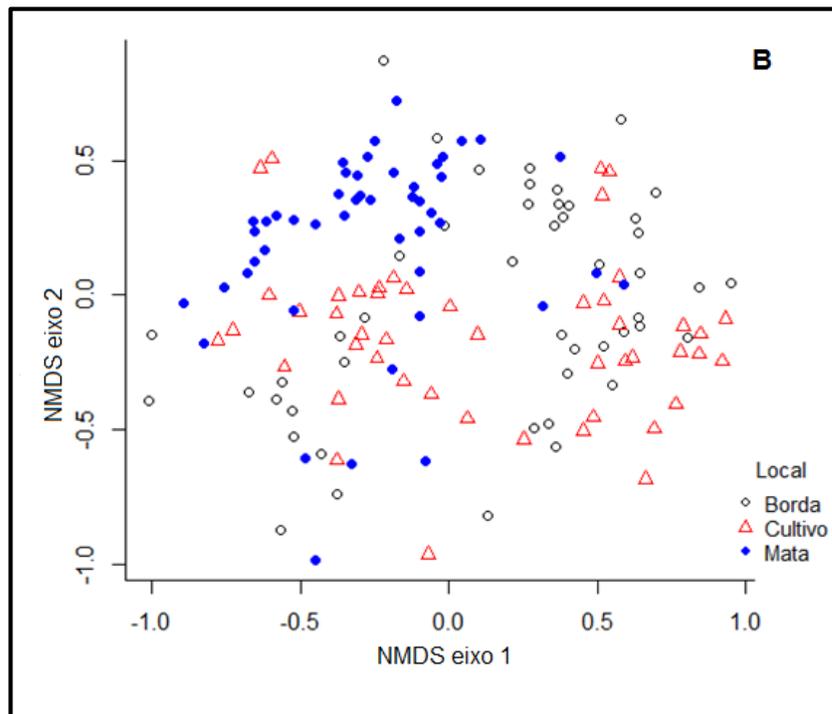
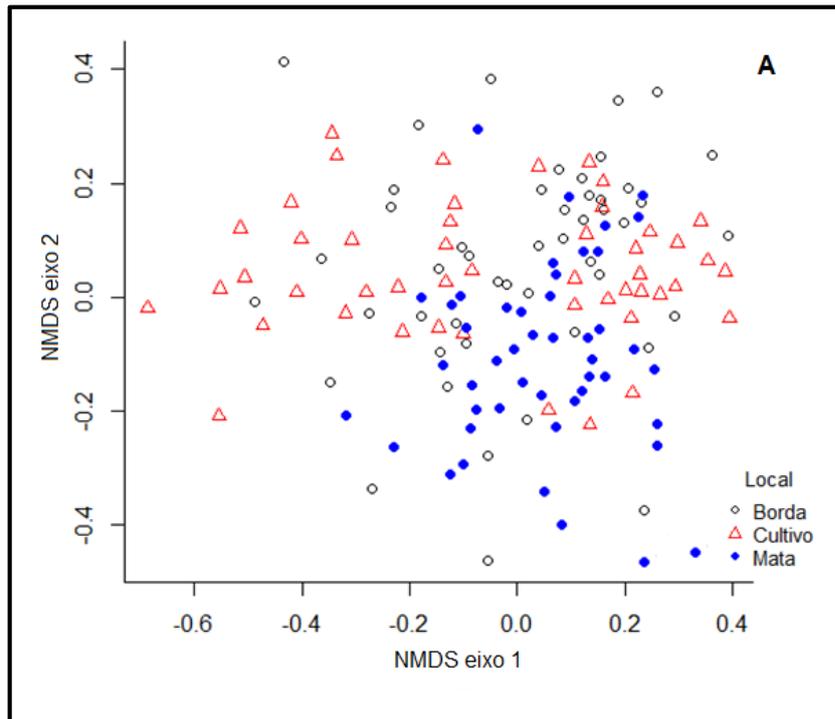
No cultivo de guaraná de manejo convencional foi registrada a maior abundância de parasitoides na mata adjacente com 4.395 indivíduos coletados, e maior riqueza, com 34 famílias. No cultivo de guaraná de manejo orgânico a maior abundância de parasitoides ocorreu borda do cultivo, com 7.738 indivíduos, e também maior riqueza de famílias (35). Encyrtidae foi a família mais abundante na borda do cultivo e interior do cultivo, em ambos manejos do guaraná, enquanto Platygastriidae foi a mais abundante na mata adjacente em ambos os manejos (Tabela 04).

**Tabela 04.** Número total de himenópteros parasitoides coletados em diferentes pontos (mata adjacente, borda e interior do cultivo) em cultivo de guaraná de manejo convencional e orgânico, Manaus, Amazonas, Brasil.

Superfamília	Família	Manejo Convencional				Manejo Orgânico			
		Mata	Borda	Cultivo	Total	Mata	Borda	Cultivo	Total
<b>Apoidea</b>									
	Ampulicidae	0	2	1	<b>3</b>	0	0	0	<b>0</b>
	Crabronidae	37	54	106	<b>197</b>	21	96	56	<b>173</b>
	Sphecidae	3	25	12	<b>40</b>	1	19	9	<b>29</b>
<b>Ceraphronoidea</b>									
	Ceraphronidae	166	159	130	<b>455</b>	224	268	233	<b>725</b>
	Megaspilidae	1	0	0	<b>1</b>	1	1	0	<b>2</b>
<b>Chalcidoidea</b>									
	Agaonidae	2	1	8	<b>11</b>	0	43	2	<b>45</b>
	Aphelinidae	71	93	84	<b>248</b>	53	218	152	<b>423</b>
	Chalcididae	28	45	73	<b>146</b>	5	176	114	<b>295</b>
	Encyrtidae	225	877	1611	<b>2.713</b>	342	2484	1020	<b>3.846</b>
	Eucharitidae	2	5	4	<b>11</b>	0	18	10	<b>28</b>
	Eulophidae	248	72	143	<b>463</b>	133	323	536	<b>992</b>
	Eupelmidae	46	13	3	<b>62</b>	3	16	12	<b>31</b>
	Eurytomidae	13	3	5	<b>21</b>	5	23	28	<b>56</b>

Leucospidae	0	0	0	<b>0</b>	0	1	0	<b>1</b>
Mymaridae	224	132	155	<b>511</b>	218	512	343	<b>1.073</b>
Perilampidae	5	4	2	<b>11</b>	0	20	15	<b>35</b>
Pteromalidae	129	25	17	<b>171</b>	62	69	50	<b>181</b>
Signiphoridae	31	18	12	<b>61</b>	12	34	16	<b>62</b>
Tanaostigmatidae	6	0	1	<b>7</b>	0	1	0	<b>1</b>
Torymidae	14	5	5	<b>24</b>	3	5	2	<b>10</b>
Trichogrammatidae	60	51	64	<b>175</b>	23	96	67	<b>186</b>
<b>Chrysoidea</b>								
Bethylidae	395	177	121	<b>693</b>	360	162	108	<b>630</b>
Chrysididae	19	26	8	<b>53</b>	1	5	2	<b>8</b>
Dryinidae	54	11	143	<b>208</b>	75	21	21	<b>117</b>
Sclerogibbidae	3	0	0	<b>3</b>	2	0	0	<b>2</b>
<b>Cynipoidea</b>								
Figidae	119	15	11	<b>145</b>	76	129	77	<b>282</b>
<b>Diaprioidea</b>								
Diapriidae	365	182	133	<b>680</b>	398	637	225	<b>1.260</b>
<b>Evanoidea</b>								
Evaniidae	139	31	21	<b>191</b>	81	107	61	<b>249</b>
Gasteruptiidae	0	0	0	<b>0</b>	0	1	1	<b>2</b>
<b>Ichneumonoidea</b>								
Braconidae	314	90	92	<b>496</b>	216	312	202	<b>730</b>
Ichneumonidae	148	52	59	<b>259</b>	90	128	79	<b>297</b>
<b>Platygastroidea</b>								
Platygastridae	1.161	546	533	<b>2.240</b>	1.034	1.299	651	<b>2.984</b>
<b>Proctotrupeoidea</b>								
Proctotrupidae	4	0	0	<b>4</b>	2	0	0	<b>2</b>
<b>Stephanoidea</b>								
Stephanidae	0	0	0	<b>0</b>	0	1	0	<b>1</b>
<b>Vespoidea</b>								
Mutillidae	172	4	3	<b>179</b>	25	6	7	<b>38</b>
Pompilidae	167	75	27	<b>269</b>	46	94	41	<b>181</b>
Rhopalosomatidae	2	5	2	<b>9</b>	1	1	3	<b>5</b>
Tiphiidae	22	13	33	<b>68</b>	31	52	58	<b>141</b>
<b>Total</b>	<b>4.395</b>	<b>2.811</b>	<b>3.622</b>	<b>10.828</b>	<b>3.544</b>	<b>7.378</b>	<b>4.201</b>	<b>15.123</b>

De acordo com os dados de incidência, a composição de himenópteros parasitoides diferiu significativamente (MANOVA não-paramétrica:  $r^2 = 0,078$ ,  $p \leq 0,001$ ) entre os pontos de coleta (mata adjacente, borda do cultivo e interior do cultivo) nos manejos de guaraná convencional e orgânico. Contudo, somente 7% dos dados explicam esta diferença (Figura 05A). O mesmo acontece para os dados de abundância, no qual há diferenças significativas (MANOVA não-paramétrica:  $r^2 = 0,135$ ,  $p \leq 0,001$ ), explicada por 13% dos dados (Figura 05B).



**Figura 05.** Ordenação de Escalonamento Multi-dimensional não-métrico (NMDS) indicando a distribuição da composição faunística de himenópteros parasitoides entre os pontos de amostragem (mata adjacente, borda do cultivo e interior do cultivo) no guaraná de manejo convencional e orgânico em relação a presença/ausência (A) e abundância de parasitoides (B).

### Similaridade entre os pontos de coleta (mata adjacente, borda do cultivo, interior do cultivo)

Quantitativamente a fauna de parasitoides foi mais similar entre a mata adjacente e o interior do cultivo tanto para o manejo convencional como para o manejo orgânico, já que em ambos os manejos a quantidade de parasitoides coletados nestes pontos, respectivamente, foi semelhante (Tabela 05).

Qualitativamente a fauna de parasitoides no manejo convencional de guaraná foi mais similar entre os pontos borda do cultivo e interior do cultivo, tendo em vista que estes dois pontos tiveram valores do índice de riqueza próximos, 31 e 32 famílias, respectivamente. Quanto ao manejo orgânico, os pontos da mata adjacente e borda de cultivo, por sua vez, foram mais similares entre si (Tabela 05).

**Tabela 05.** Similaridade de Mantel e índice de correlação de Pearson entre os pontos de amostragem (mata adjacente, borda do cultivo e interior do cultivo) dispostos nos cultivos de guaraná de manejo convencional e orgânico. Nível de significância  $p \leq 0,001^*$

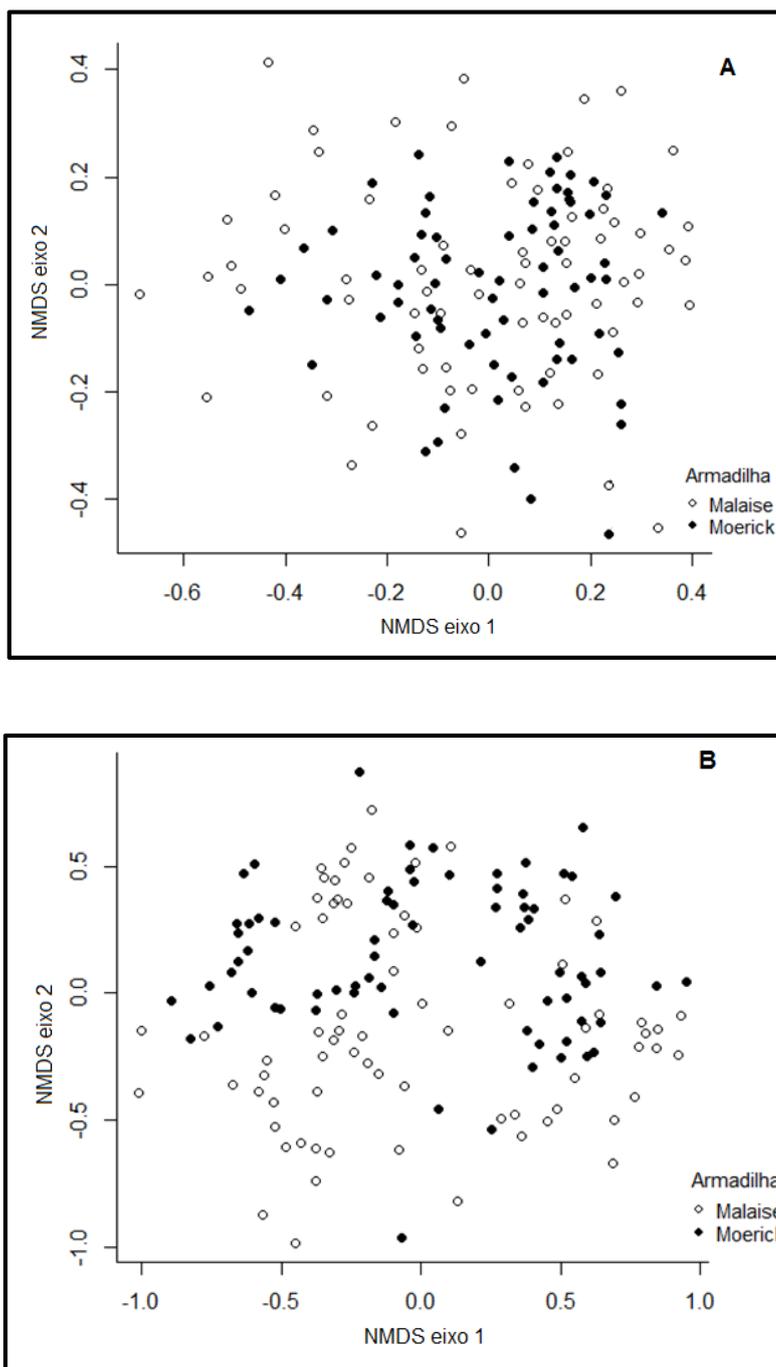
Pontos de coleta	Abundância	Incidência
	<i>Similaridade</i>	<i>Similaridade</i>
<b>Convencional</b>		
Borda – Cultivo	0,3179*	0,4927*
Borda – Mata	0,3077*	0,2428*
Mata – Cultivo	0,3681*	0,3183*
<b>Orgânico</b>		
Borda – Cultivo	0,3615*	0,1255
Borda – Mata	0,3239*	0,2689*
Mata – Cultivo	0,5841*	0,0821

### Himenópteros parasitoides coletados com Møerick e *Malaise*

Com armadilha *Malaise* foram coletadas 37 famílias de himenópteros parasitoides e com Møerick foram coletadas 29, sendo 28 comuns em ambas as armadilhas. A incidência de parasitoides diferiu significativamente (MANOVA não-paramétrica:  $r^2 = 0,236$ ;  $p \leq 0,001$ ) entre as armadilhas Møerick e *Malaise*, sendo essa diferença explicada por 23% dos dados (Figura 06A).

Também houve diferença quanto à abundância de parasitoides capturados (MANOVA não-paramétrica:  $r^2 = 0,205$ ;  $p \leq 0,001$ ) com *Malaise* e Møerick, sendo esta diferença explicada por 20% dos dados (Figura 06B). As armadilhas Møerick coletaram uma grande quantidade

de indivíduos pertencentes às famílias Encyrtidae (4.771), Platygasteridae (2.973) e Ceraphronidae (1.036), as quais correspondem a 68,74% de todo material coletado com Möerick. Já as armadilhas *Malaise* coletaram um número similar de indivíduos de cada família, com exceção para as famílias Platygasteridae, Encyrtidae, Eulophidae, Bethyidae e Diapriidae que juntas representam 58,92% de todo material coletado com estas armadilhas.



**Figura 06.** Ordenação de Escalonamento Multi-dimensional não-métrico (NMDS) indicando a distribuição da composição faunística de himenópteros coletados com Möerick e Malaise quanto à presença/ausência (A) e abundância de parasitoides (B).

## Discussão

Levantamentos de himenópteros parasitoides são escassos em agroecossistemas no Brasil (Perioto et al., 2002a), em especial no Amazonas, fazendo deste um estudo pioneiro para a cultura do guaraná no estado. A riqueza e a abundância de himenópteros parasitoides obtidas neste estudo foram superiores à conhecida para outros trabalhos realizados em diferentes cultivos no país. Perioto et al. (2002a) observaram a ocorrência de 22 famílias na cultura do algodão, em Ribeirão Preto, SP. Os mesmos autores relataram ainda a presença de 21 famílias na cultura do café, em Ribeirão Preto. Ferreira et al. (2013) verificaram a presença de 26 famílias de parasitoides, também na cultura do café, em Santo Antônio do Amparo, MG. Já Souza et al. (2006) registraram 22 famílias associadas a cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), milho (*Zea mays* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e trigo (*Triticum aestivum* L.) em sistema de rodízio, em Rio Claro, SP.

A riqueza e abundância de parasitoides em um cultivo dependem da diversidade de vegetação dentro ou no seu entorno, da permanência de várias culturas, da intensidade do manejo, da distância da vegetação natural e da presença de hospedeiros (Altieri et al. 2003).

No entanto, existem alguns desafios vinculados às informações contidas nos trabalhos ligados à riqueza de himenópteros parasitoides em culturas. Um destes é a dificuldade de comparação da riqueza de Hymenoptera entre cultivos, pois muitos trabalhos de levantamentos de himenópteros parasitoides consideram somente Parasítica e Chrysoidea. Contudo, outros estudos a exemplo deste, incluem representantes da superfamília Apoidea (Ampulicidae, Crabronidae e Sphecidae) e Vespoidea (Mutillidae, Pompilidae, Rhopalosomatidae e Thipiidae), que também possuem comportamento parasitoide, porém não são inseridos em estudos devido a falta de taxônomos e por serem grupos taxonômicos ignorados (Azevedo & Santos, 2000; Dall'Oglio et al., 2003;). Outros fazem comparações de riqueza entre culturas distintas em ambientes distintos. Além disso, a diferença entre os métodos e os delineamentos amostrais utilizados em cada estudo, dificultam/inviabilizam as comparações e extrapolações a respeito das informações obtidas.

### **Riqueza e abundância de himenópteros parasitoides em cultivo de guaraná de manejo convencional e orgânico**

De acordo com Pfiffner e Luka (2000), há uma tendência geral na redução da riqueza e abundância tanto da flora como da fauna nativas em paisagens agrícolas que possuem maior perturbação devido à utilização de agrotóxicos, manejo do solo e pela uniformidade da paisagem. Contrariando expectativas, houve uma diferença muito baixa em relação à riqueza

de famílias entre os manejos orgânico e convencional, determinando certa similaridade entre os manejos no presente estudo. Este resultado pode ser em parte, devido ao fato de que não houve a aplicação prevista de inseticida no manejo convencional até a antepenúltima amostragem deste estudo. Purtauf et al. (2005) observaram riqueza semelhante de espécies de besouros carabídeos entre cultivos convencionais e orgânicos de pastagens, a qual foi positivamente relacionada com a cobertura vegetal adjacente aos cultivos de ambos, demonstrando claramente que a proximidade da vegetação adjacente pode agir como uma fonte de riqueza e abundância para carabídeos. A mesma relação pode estar acontecendo entre as famílias de parasitoides presentes nos cultivos de guaraná de manejo convencional e orgânico, tendo em vista que ambos os cultivos possuem matas muito próximas (7m) e muito semelhantes entre si, fazendo com que estes possuam uma riqueza semelhante.

Foi observada uma maior abundância de parasitoides no cultivo de guaraná de manejo orgânico, a qual remete as famílias Encyrtidae, Mymaridae e Diapriidae. Isso pode estar atrelado à exploração de diversos hospedeiros por essas famílias, pois comumente seus membros utilizam como hospedeiros 10 ordens de insetos em média (Gibson, 1993), os quais provavelmente estavam presentes na área de cultivo.

O mesmo fator pode explicar a grande abundância das famílias Encyrtidae e Platygastriidae em ambos os manejos de guaraná, resultados que se assemelham aos obtidos por Perioto et al. (2004), os quais verificaram uma maior abundância de Encyrtidae e Scelionidae para a cultura do café e também para a cultura da soja (Perioto et al., 2002b), sendo que atualmente, Scelionidae compreende uma subfamília dentro de Platygastriidae (Sharkey, 2007). Nos demais levantamentos realizados em agroecossistemas, Encyrtidae e Platygastriidae sempre estiveram entre as famílias mais abundantes (Perioto et al., 2002a; Souza et al. 2006).

#### **Riqueza e abundância de himenópteros parasitoides em mata adjacente, borda do cultivo e interior do cultivo convencional e orgânico**

No cultivo convencional foi observado uma maior abundância de parasitoides coletados na mata adjacente em relação ao coletado no interior do cultivo e na borda do cultivo. A diferença em relação à abundância remete à família Platygastriidae, que obteve o dobro de indivíduos em relação às demais famílias na mata adjacente ao cultivo convencional, observado também nos pontos da mata adjacente e borda do cultivo orgânico em relação ao interior do cultivo. O oposto foi observado no cultivo orgânico, onde mata adjacente obteve a menor abundância de indivíduos. Platygastriidae teve distribuição diferenciada com maior abundância de indivíduos na mata adjacente e na borda de ambos os cultivos. Portanto

podemos inferir que a presença da mata adjacente contribui para o aumento da abundância de Platygastriidae coletados, porém estes devem possuir um papel restrito no controle efetivo no interior do cultivo, uma vez que a abundância de parasitoides desta família nele amostrado foi duas vezes menor do que o amostrado na mata adjacente.

A família Encyrtidae foi abundante nos pontos da borda e interior do cultivo em ambos os manejos do guaraná, tendo predominância das espécies *Neodusmetia sangwanii* Rao, e *Copidosoma* sp. Este resultado corrobora o trabalho de Perioto et al. (2002b) em cultura de algodão, onde dos Encyrtidae coletados, 94,18% também pertenciam a uma única espécie do gênero *Copidosoma*. *N. sangwanii* introduzida no Brasil em outubro de 1970 para o controle da cochonilha *Antonina graminis* Maskell, (Santos, 1976), a qual tem sido mantida abaixo dos níveis de dano econômico através da ação deste parasitoide.

Pelo exposto, pode-se verificar uma transição dos encirtídeos entre a borda do cultivo e o interior do cultivo dos dois manejos, sendo que na borda do manejo orgânico houve maior abundância destes indivíduos. Segundo Nicholls e Altieri (2007), artrópodes benéficos movem-se para os cultivos a partir das margens dos campos, e o controle biológico é mais intenso em fileiras de plantas próximas à vegetação selvagem do que no centro dos campos. Ainda de acordo com os mesmos autores para completar seus ciclos de vida, inimigos naturais necessitam de locais de refúgio e alternativas para a alimentação, além de presas e hospedeiros.

Os pontos da mata adjacente e o interior de cultura, de ambo os cultivos (convencional e orgânico) foram similares, em termos de abundância de parasitoides. Esta semelhança pode estar refletindo as condições do ambiente, com a preservação das áreas no entorno compostas por plantas diferentes da cultura principal, as quais fornecem abrigo e alimento aos parasitoides (Altieri & Nicholls, 2004). Assim áreas no entorno contribuem para a concentração e distribuição de parasitoides para dentro do cultivo em busca de possíveis hospedeiros.

No manejo convencional, a borda do cultivo e o interior do cultivo tiveram uma riqueza semelhante, ao contrário do observado no manejo orgânico, no qual mata adjacente e borda do cultivo foram mais similares. Os resultados de similaridade, em função da incidência de famílias de parasitoides, encontrados neste estudo diferem do esperado (manejo convencional com mata adjacente e borda de cultivo mais similares; manejo orgânico com borda de cultivo e interior do cultivo mais similar). Contudo, como se trata de identificação em famílias, torna-se difícil encontrar um padrão de distribuição devido a grande diversidade de hábitos e comportamentos dos parasitoides.

## Himenópteros parasitoides coletados com Möerick e *Malaise*

Um dos questionamentos mais frequentes em estudos que compararam a diversidade de himenópteros parasitoides é sobre qual o melhor método a ser empregado para obter uma amostra representativa da fauna.

Noyes (1989) comparou a eficiência de cinco métodos (*Malaise*, bandeja amarela, varredura, armadilha de interceptação de voo e fogging) para a captura de Hymenoptera, em especial Parasitica, no qual *Malaise* foi mais eficiente, obtendo maior riqueza e abundância. De acordo com Mazón e Bordera (2008), *Malaise* caracteriza-se por ser uma armadilha interceptadora de voo, o que faz com que todos os insetos que voam rente ao solo tenham a mesma probabilidade de serem capturados.

Contudo, Garcia (2003) utilizando quatro métodos diferentes (Rede de varredura, *Malaise*, Möerick e armadilhas de interceptação de voo) para a captura de Hymenoptera, demonstrou que Möerick foi mais eficiente coletando aproximadamente oito vezes mais do que qualquer outro método de coleta. A eficácia da Moerick, em contraste com a *Malaise* e demais métodos, depende, obviamente, da resposta de cada um dos grupos para este tipo de armadilha, e os resultados tendem a depender da estrutura do habitat e do grupo de insetos estudados (Mazón e Bordera 2008). Masner (1976) e Noyes (1989) consideram que Möerick é eficiente para a captura de Platygastriidae, Mymaridae, Encyrtidae e Ceraphronidae.

Na cultura do guaraná aqui avaliada, as armadilhas de *Malaise* obtiveram maior riqueza e abundância de indivíduos, sendo também responsável pela coleta de grupos de Hymenoptera não obtidos com Möerick, sendo elas Gasteruptiidae, Leucospidae, Megaspilidae, Perilampidae, Proctotrupidae, Sclerogibbidae, Stephanidae e Tanaostigmatidae. A armadilha de Möerick, por sua vez, foi particularmente eficiente na coleta de uma grande quantidade de indivíduos pertencentes à Encyrtidae, Platygastriidae e Ceraphronidae.

Assim, para fins de levantamentos da fauna de himenópteros na cultura do guaraná recomenda-se a utilização conjunta de *Malaise* e Möerick. Segundo Longino et al. (2002) utilizando uma combinação de métodos é mais provável que resulte na amostragem de todos os nichos potenciais.

## Conclusão

A presença de matas adjacentes aos cultivos contribuiu para uma alta diversidade de inimigos naturais tanto no manejo orgânico quanto no convencional. Essas matas também

devem ter contribuído para uma maior similaridade entre os pontos da borda e interior dos cultivos.

Ao que tudo indica, Platygasteridae é um grupo típico de mata, assim a manutenção de áreas de mata próximas a cultivos parece contribuir para uma maior disponibilidade desses parasitoides no interior dos mesmos.

A borda do cultivo caracteriza-se como sendo uma área de transição para Encyrtidae, uma vez que nela houve uma maior quantidade de indivíduos, favorecendo sua entrada para o interior do cultivo.

A armadilha Malaise foi o método de coleta de himenópteros parasitoides mais eficiente na cultura do guaraná, pois além de coletar um grande número de indivíduos, também permitiu a obtenção de uma maior riqueza de famílias de parasitoides. Contudo, Möerik pode ser utilizado como um método complementar à Malaise, uma vez que determinadas famílias foram coletadas em maior abundância nesta armadilha.

### **Agradecimentos**

Agradecemos à Embrapa Amazônia Ocidental pela disponibilização das áreas de estudo e por todo suporte fornecido. A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudo do primeiro autor.

---

## CAPÍTULO II

### DIVERSIDADE DE EULOPHIDAE (HYMENOPTERA: CATHARTOIDEA) COLETADOS EM CULTIVO DE GUARANÁ (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) SOB MANEJO CONVENCIONAL E ORGÂNICO NA AMAZÔNIA

*Manuscrito em preparação para Biological Control*

## Diversidade de Eulophidae (Hymenoptera: Cahlcidoidea) coletados em cultivo de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) sob manejo convencional e orgânico na Amazônia

K. Schoeninger<sup>a\*</sup>, M.L. Oliveira<sup>a</sup>, C. Krug<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis, Manaus, Amazonas, Brasil;

<sup>b</sup>Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM-010, Km 29, Manaus, Amazonas, Brasil.

\*Autor para correspondência: karine.schoeninger@gmail.com

### Resumo

Estudos sobre a composição da fauna de eulofídeos em agroecossistemas são escassos, especialmente para a cultura do guaraná. Assim, os objetivos deste trabalho foram determinar a diferença existente entre a composição de eulofídeos associados ao cultivo de guaraná orgânico e convencional, conhecer o papel da vegetação adjacente na disponibilização desses parasitoides, além de verificar a eficiência das armadilhas Möerick e Malaise na coleta dos mesmos. Foram escolhidos pontos de coleta na mata adjacente, borda do cultivo e interior do cultivo, nos quais foram instaladas uma armadilha de *Malaise* e quatro Möerick. As coletas foram realizadas por quatro dias, quinzenalmente, no período de setembro de 2012 a fevereiro de 2013. Foi coletado um total de 1.455 indivíduos, destes, 463 pertencendo a 38 gêneros foram coletados no manejo convencional e 992 (37 gêneros) foram coletados no manejo orgânico. Na mata adjacente ao manejo convencional, obteve-se maior riqueza e abundância, sendo *Holcopelte* Förster o gênero mais abundante. No manejo orgânico obteve-se maior riqueza na borda do cultivo, porém foi no interior do cultivo que obteve-se a maior abundância de indivíduos. *Aprostocetus* Westwood foi o gênero mais representativo em todos os pontos de amostragem. A armadilha Malaise se mostrou mais eficiente quanto à captura de insetos desta família. Neste estudo, ficou evidente a importância da vegetação adjacente, sendo esta considerada um ponto de refúgio e distribuição de parasitoides, tendo em vista que as maiores riquezas foram obtidas nela e na borda de ambos os cultivos.

**Palavras-chaves:** *Aprostocetus*, eulofídeos, *Holcopelte*, inimigos naturais, parasitoides.

## **Abstract**

Studies on the composition of fauna in eulofídeos agroecosistemas are scarce, especially for the culture of guarana. Thus, the objectives of this study were to determine the difference between the composition of eulofídeos associated with the cultivation of organic and conventional guarana, know the role of the availability of these parasitoids adjacent vegetation and to verify the efficiency of traps Malaise and Möerick in collecting it. Collection points were chosen in the "adjacent forest", "edge of culture" and "inside of culture", in which have been installed a trap Malaise and four Möerick. The samples were held for four day, fortnightly, from September 2012 to February 2013. A total of 1.455 individuals were collected, of whom 463 belong to 38 genera were collected in conventional management and 992 (37 genera) were collected in organic management. In "adjacent forest" to conventional management, has been a higher richness and abundance, being the most abundant genus *Holcopelte* Förster. In organic management, yielded greater wealth at the "edge of the culture", but it was inside the crop that yielded the highest abundance. *Aprostocetus* Westwood was the most representative genus in all sampling points. The trap Malaise was more efficient in capturing insects in this family. In this study, it was clear the importance of adjacent vegetation, which is considered a point of refuge and distribution of parasitoids, given that the greatest riches were obtained it and the edge of both crops.

**Keywords:** *Aprostocetus*, eulophids, *Holcopelte*, natural enemies, parasitoids.

## **1. Introdução**

Na última década, as interações entre a agricultura e biodiversidade têm sido analisadas em vários estudos (Altieri, 1999; Pfiffner e Luka, 2000; Wascher, 2000), a maioria dos quais se concentra em mudanças adversas decorrentes do desenvolvimento da agricultura convencional (Buguna-Hoffmann, 2000). Devido a crescente variedade de desafios socioeconômicos e ambientais, como por exemplo, subsidiar a agricultura orgânica para reduzir os efeitos de práticas agrícolas convencionais para o meio ambiente e especialmente para travar o declínio da biodiversidade na paisagem agrícola, tem surgido à necessidade de se desenvolver tecnologias e sistemas agroecológicos que enfatizam a conservação e regeneração da biodiversidade (Hadjicharalampous et al., 2002).

Na cultura do guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), a falta de estudos básicos (biologia e ecologia) e de dados a respeito da composição faunística da biodiversidade, especialmente dos inimigos naturais como himenópteros parasitoides, inviabilizam ou retardam a elaboração de técnicas alternativas para a conservação da

biodiversidade, bem como para o controle das pragas ocorrentes nessa cultura (Tavares e Garcia 2009). Além disso, a busca por inimigos naturais, análises de sua distribuição espacial dentro das áreas de cultivo e possível efeito de borda, surgem como necessidade para o desenvolvimento de um programa de controle biológico, em especial quando se trata de manejos orgânicos (Altieri et al., 2003; Anderson et al., 2012)

Eulophidae Westwood, é uma das diversas famílias dentro de Chalcidoidea, sendo constituída de 297 gêneros e 4.472 espécies distribuídas em cinco subfamílias: Entiinae, Eulophinae, Entedoninae, Tetrastichinae e Ophelminae (Noyes, 2013). A maioria dos eulofídeos é parasitoide, no entanto, não é possível generalizar a sua biologia devido ao número de hospedeiros, que inclui uma alta diversidade de táxons incluindo mais de 100 famílias em 10 ordens de artrópodes (LaSalle, 1994; Schauff *et al.*, 1997). São comuns em diversos habitats e são os mais coletados em todos os ambientes. Contudo, estudos sobre Eulophidae são pontuais, inexistindo, por exemplo, trabalhos de levantamentos de diversidade, sendo estes necessários para uma melhor compreensão de suas relações com o ambiente (Alverenga, 2013).

Neste contexto, o presente estudo teve por objetivos: (i) determinar a diferença existente entre a composição de eulofídeos associados ao cultivo de guaraná orgânico e convencional; (ii) comparar a composição de eulofídeos associados ao interior e a borda dos cultivos orgânico e convencional, bem como à vegetação adjacente aos mesmos; (iii) verificar a similaridade na composição eulofídeos nos dois tipos de manejo, bem como a similaridade entre ambientes estabelecidos em cada manejo (mata, borda do cultivo e interior do cultivo) e; (iv) verificar a eficiência das armadilhas *Malaise* e *Möerick* na captura destes parasitoides.

## **2. Material e métodos**

A descrição da área de estudo, o delineamento amostral, os procedimentos de coleta, obtenção e identificação dos organismos constam na seção “Material e métodos” (página 13) desta dissertação.

### **2.1 Análises estatísticas**

Para as análises estatísticas, foram utilizados dados de incidência (presença/ausência) e abundância de himenópteros parasitoides. Todas as análises foram realizadas no Programa R versão 3.0.2 (R Development Core Team, 2011), pacote Vegan (Oksanen et al., 2008).

Foi utilizado o teste MANOVA não-paramétrica (Anderson, 2001) para testar as diferenças de incidência e abundância de himenópteros parasitoides entre os cultivos de guaraná de manejo convencional e orgânico, bem como os diferentes ambientes amostrados (“mata adjacente”, “borda do cultivo” e “interior do cultivo”) e armadilhas utilizadas. Em seguida, foi reduzida a dimensionalidade dos dados biológicos de cada cultivo (manejo convencional e orgânico), bem como dos ambientes amostrados e armadilhas utilizadas, através da Ordenação de Escalonamento Multi-dimensional não-métrico (MNDs), com base na dissimilaridade de Sørensen para dados de presença e ausência e dissimilaridade de Bray-Curtis para dados de abundância.

Para a análise de similaridade entre os manejos (convencional e orgânico) e pontos de amostragem, foi utilizado o teste de Mantel, com coeficiente de correlação de Pearson e 1000 permutações para um nível de significância  $\leq 5\%$ .

Foi utilizado o programa estatístico EstimateS versão 9.1.0 (Colwell, 2013) para comparar a riqueza entre os cultivos de manejo orgânico e convencional, foram geradas curvas de acumulação de espécies, neste caso para os gêneros de Eulophidae, baseadas em amostras (Gotelli e Colwell, 2001) com 95% de confiança. Para a incidência de eulofídeos foi utilizado o índice CHAO 2.

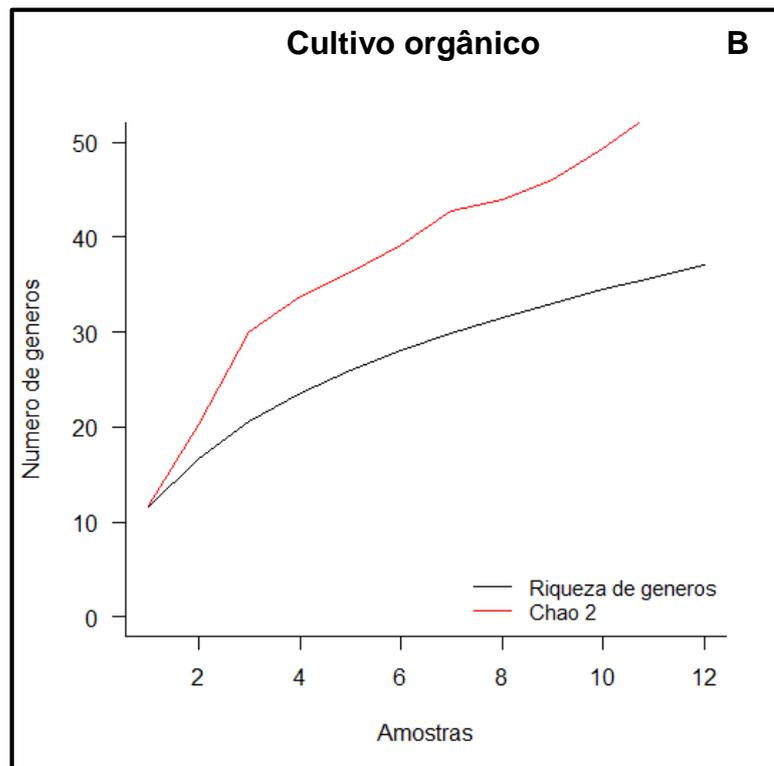
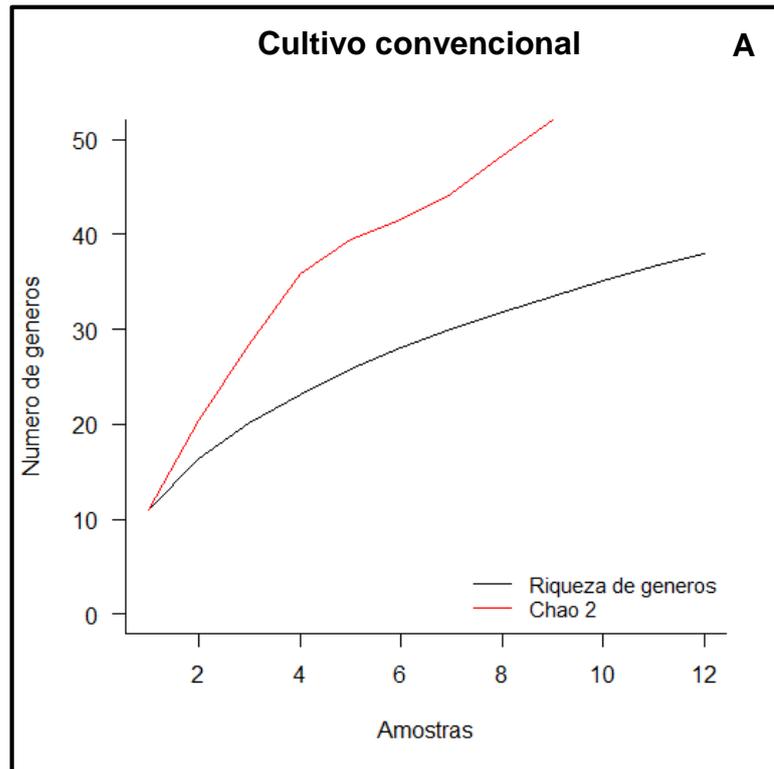
### **3. Resultados**

Foram coletados 1.455 indivíduos, distribuídos em quatro subfamílias e 48 gêneros. A subfamília Tetrastichinae foi a mais abundante com 813 exemplares. Os gêneros mais abundantes foram *Aprostocetus* Westwood, *Horismenus* Walker e *Holcopelte* Förster com 763, 171 e 118 indivíduos, respectivamente.

#### **3.1 Eulofídeos associados ao cultivo de guaraná de manejo convencional e orgânico**

No cultivo de guaraná convencional foram coletados 463 indivíduos alocados em 38 gêneros. Houve uma maior abundância no manejo orgânico com 992 indivíduos, porém com 37 gêneros. *Aprostocetus* foi o gênero mais abundante, tanto no manejo convencional como no orgânico (Tabela 06).

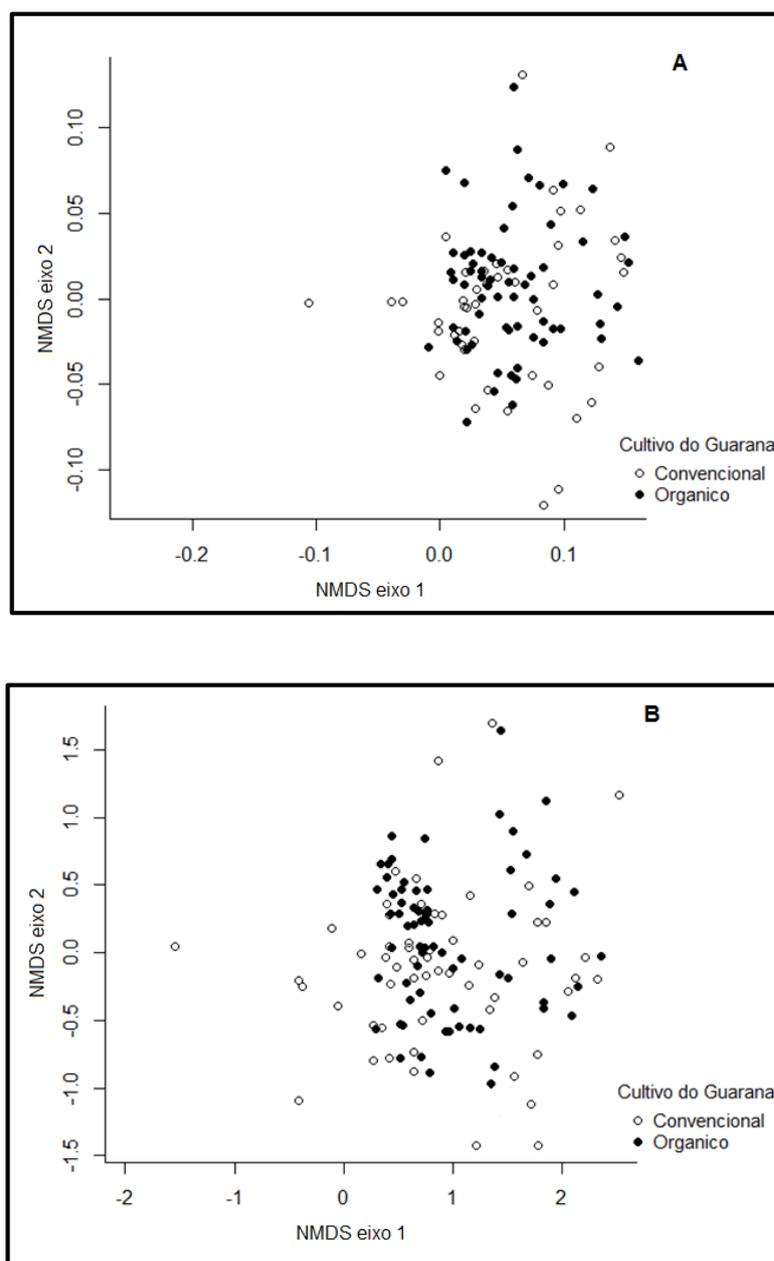
De acordo com as curvas de rarefação geradas em doze amostras expostas nos gráficos abaixo (Figura 07) as curvas não atingiram seu ponto de saturação em ambos os manejos, o que remete a uma grande probabilidade de se obter uma maior riqueza de gêneros de Eulophidae, caso houvesse uma maior quantidade de amostragens.



**Figura 07.** Riqueza de gêneros de Eulophidae e curva de rarefação gerada em 12 amostras em cultivos de guaraná de manejo convencional (A) e orgânico (B) localizados nas propriedades da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Amazonas.

Usando dados de incidência (presença/ausência), a composição de Eulophidae não diferiu significativamente (MANOVA não paramétrica:  $r^2 = 0,010$   $p = 0,101$ ), entre os manejos convencional e orgânico (Figura 08A). Em contraste, uma porcentagem muito pequena dos dados (1%) explica a diferença significativa (MANOVA não paramétrica:  $r^2 = 0,015$   $p \leq 0,01$ ) entre o manejo convencional e orgânico utilizando dados de abundância (Figura 08B).

Dos 38 gêneros obtidos, 27 foram comuns a ambos os manejos, 11 foram restritos ao manejo convencional e 10 ao manejo orgânico.



**Figura 08.** Ordenação de Escalonamento Multi-dimensional não-métrico (MNDS) indicando a distribuição da composição faunística de Eulophidae entre os manejos convencional e orgânico no cultivo de guaraná em relação à (A) presença/ausência e (B) abundância de parasitoides.

### 3.2 Similaridade entre manejo convencional e orgânico

A similaridade entre os cultivos/manejos foi de 23% (Mantel  $r = 0,2302$ ,  $p \leq 0,01$ ) usando dados de incidência dos gêneros foi de 26% (Mantel  $r = 0,2683$ ,  $p \leq 0,01$ ) usando dados de abundância.

### 3.3 Eulofídeos coletados na vegetação adjacente, borda de cultivo e interior do cultivo convencional e orgânico

No cultivo de guaraná de manejo convencional a maior abundância de eulofídeos foi na “mata adjacente” com 248 indivíduos coletados. Este ambiente também obteve a maior riqueza com 24 gêneros. Os gêneros *Chrysocharis* Förster, *Deuterolophus* Schulz, *Euplectromorpha* Girault, Eulophidae sp., *Hadrotrichodes* LaSalle, *Henryana* Yoshimoto, *Platyplectrus* Ferrière, *Tachinobia* Boucek e *Thripobius* Crawford foram restritos a mata adjacente. *Holcopelte* foi mais abundante na mata adjacente, enquanto *Aprostocetus* foi o mais abundante no interior do cultivo (Tabela 06).

No manejo orgânico foi observado um aumento gradual da quantidade de indivíduos amostrados na mata adjacente para o interior do cultivo (Tabela 06). O mesmo aumento gradual pode ser observado para *Aprostocetus*, o qual se caracteriza como o mais abundante nos três pontos de amostragem. Contudo, borda do cultivo foi o ambiente que obteve maior riqueza, com um total de 31 gêneros coletados, seguido por mata adjacente com 22 gêneros e interior do cultivo com apenas 19 gêneros amostrados (Tabela 06).

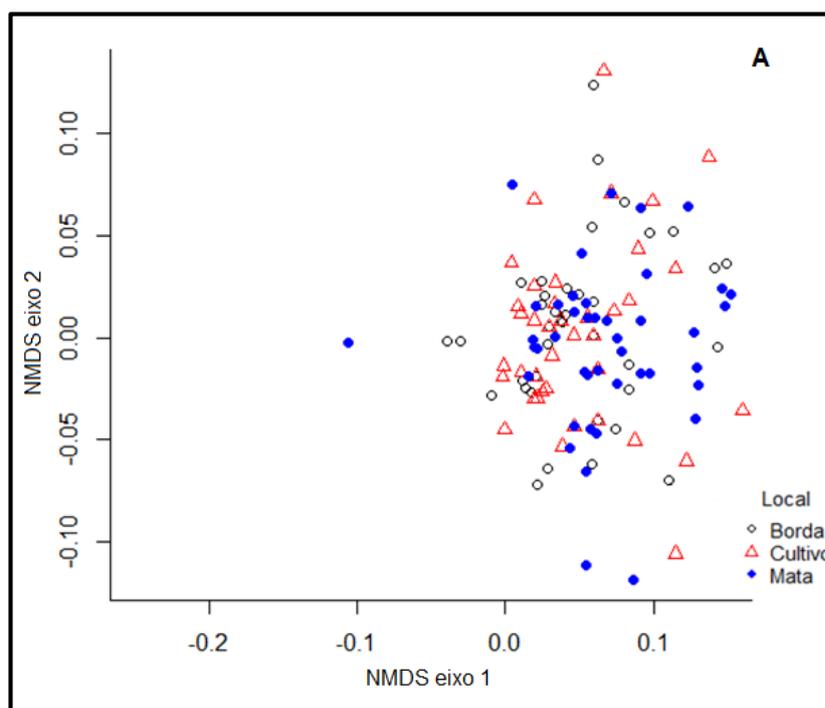
**Tabela 06.** Número total de eulofídeos parasitoides coletados em mata adjacente, borda do cultivo e interior do cultivo de guaraná de manejo convencional e orgânico, na Amazônia, Brasil.

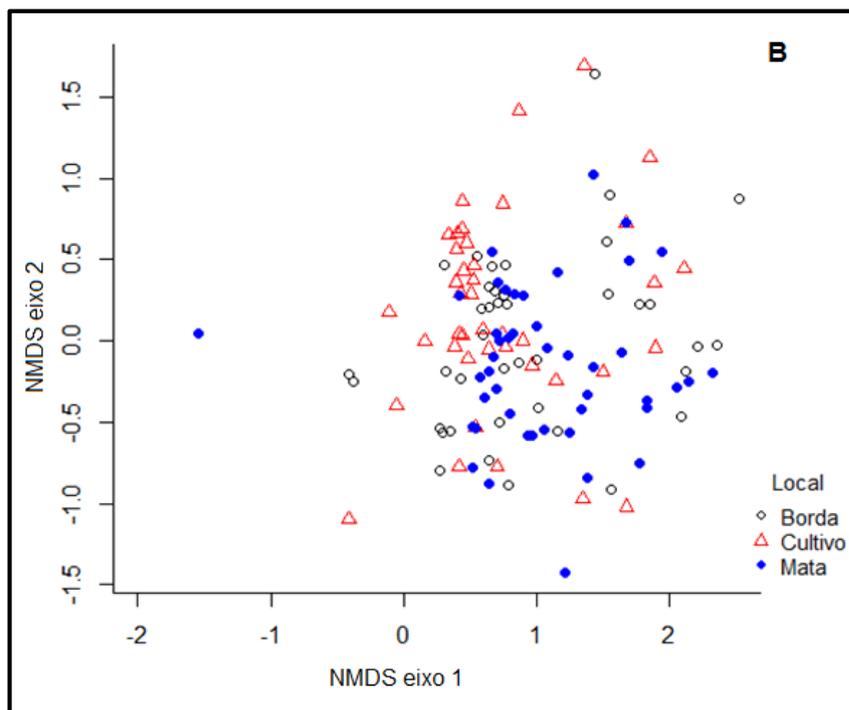
Subfamília	Gênero	Guaraná Convencional			Guaraná Orgânico			Total
		Mata	Borda	Cultivo	Mata	Borda	Cultivo	
<b>Entedoninae</b>								<b>547</b>
	<i>Aleuroctonus</i> LaSalle & Schauff, 1994	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Callifrons</i> Ashmead, 1904	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Ceranisus</i> Walker, 1842	9	7	7	13	34	14	84
	<i>Chrysocharis</i> Förster, 1856	4	0	0	0	2	0	6
	<i>Chrysonotomyia</i> Ashmead, 1904	1	1	0	0	0	0	2
	<i>Closterocerus</i> Westwood, 1833	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Edovum</i> Walker, 1843	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Emersonella</i> Girault, 1916	0	0	2	1	7	2	12
	<i>Entedon</i> Dalman, 1820	0	0	0	0	1	0	1

<i>Entedonastichus</i> Girault, 1920	0	0	0	0	2	1	3
<i>Ephopalotus</i> Girault, 1916	0	0	1	0	0	0	1
<i>Epichrysocharis</i> Girault, 1913	0	0	2	1	0	0	3
<i>Euderomphale</i> Girault, 1916	0	1	0	0	0	0	1
Eulophidae sp.	1	0	0	0	0	0	1
<i>Goetheana</i> Girault, 1920	31	5	0	10	9	10	65
<i>Holcopelte</i> Förster, 1833	60	1	5	20	22	10	118
<i>Horismenus</i> Walker, 1843	28	10	28	2	44	59	171
<i>Neochrysocharis</i> Kurdjumov, 1912	3	2	4	0	8	0	17
<i>Neopomphale</i> LaSalle & Schauff, 1994	0	0	0	0	0	1	1
<i>Omphale</i> Haliday, 1833	16	3	3	7	9	1	39
<i>Paracrias</i> Ashmead, 1904	4	1	1	2	5	1	14
<i>Pediobius</i> Walker, 1846	0	0	0	0	1	0	1
<i>Thripobius</i> Crawford, 1911	1	0	0	1	1	0	3
<b>Entiinae</b>							<b>7</b>
<i>Acrias</i> Walker, 1847	2	0	1	1	0	0	4
<i>Astichus</i> Förster, 1856	0	1	0	0	1	0	2
<i>Euderus</i> Haliday, 1844	0	0	1	0	0	0	1
<b>Eulophinae</b>							<b>88</b>
<i>Aulogymnus</i> Förster, 1851	0	1	1	0	1	0	3
<i>Cirrospilus</i> Westwood, 1832	0	0	0	0	1	0	1
<i>Deuterolophus</i> Schulz, 1906	11	0	0	0	0	0	11
<i>Elachertus</i> Spinola, 1811	3	1	0	5	1	2	12
<i>Elasmus</i> Westwood, 1833	0	1	0	2	3	4	10
<i>Eulophus</i> Geoffroy, 1762	0	0	0	2	0	0	2
<i>Euplectromorpha</i> Girault, 1913	2	0	0	1	1	0	4
<i>Euplectrus</i> Westwood, 1832	9	2	0	2	5	2	20
<i>Hoplocrepis</i> Ashmead, 1890	1	2	2	1	4	1	11
<i>Hyssopus</i> Girault, 1916	0	1	1	1	1	0	4
<i>Platyplectrus</i> Ferrière, 1941	1	0	0	0	2	3	6
<i>Trichospilus</i> Ferrière, 1930	0	0	0	0	2	2	4
<b>Tetrastichinae</b>							<b>813</b>
<i>Aprostocetus</i> Westwood, 1833	56	27	75	53	140	412	763
<i>Baryscapus</i> Förster, 1856	1	0	1	0	5	0	7
<i>Comastichus</i> LaSalle, 1994	0	0	1	0	0	0	1
<i>Hadrotrichodes</i> LaSalle, 1994	1	0	0	0	4	0	5
<i>Henryana</i> Yoshimoto, 1983	1	0	0	0	0	0	1
<i>Pentastichus</i> Ashmead, 1894	0	0	0	1	0	0	1
<i>Quadrastichusi</i> Girault, 1913	0	1	0	0	0	0	1
<i>Tachinobia</i> Boucek, 1977	1	0	0	1	4	0	6

<i>Tetrastichus</i> Walker, 1842	1	2	3	3	1	7	17
<i>Thripastichus</i> Graham, 1987	0	1	3	3	1	3	11
<b>Total</b>	<b>248</b>	<b>72</b>	<b>143</b>	<b>133</b>	<b>323</b>	<b>536</b>	<b>1.455</b>

De acordo com os dados de incidência, a composição de eulofídeos diferiu significativamente (MANOVA não-paramétrica:  $r^2 = 0,025$   $p \leq 0,01$ ) entre a “mata adjacente”, a “borda do cultivo” e o “interior do cultivo” nos manejos de guaraná convencional e orgânico (Figura 09A). Contudo, somente 2% dos dados explicam esta diferença que pode ser atribuída à “borda do cultivo” de manejo orgânico, que obteve 31 gêneros, sete a mais que a “mata adjacente” ao manejo convencional, com a segunda maior riqueza. O mesmo acontece para os dados de abundância (Figura 09B), com diferença significativa (MANOVA não-paramétrica:  $r^2 = 0,036$   $p \leq 0,001$ ), a qual é explicada por 3% dos dados provenientes do manejo orgânico, o qual obteve o dobro de indivíduos que o manejo convencional.





**Figura 09.** Ordenação de Escalonamento Multi-dimensional não-métrico (MNDS) indicando a distribuição da composição faunística de eulofídeos entre os ambientes de mata adjacente, borda do cultivo e interior do cultivo no guaraná de manejo convencional e orgânico em relação à (A) presença/ausência e (B) abundância.

### 3.4 Similaridade entre os pontos de amostragem

No manejo convencional os pontos da mata adjacente e borda do cultivo foram mais similares entre si tanto em relação a abundância como riqueza de eulofídeos (Tabela 07). Qualitativamente, no manejo orgânico, os pontos mata adjacente e interior do cultivo foram mais similares. Contudo, quantitativamente, borda do cultivo e interior do cultivo foi mais similar entre si (Tabela 07).

**Tabela 07.** Similaridade de Mantel e índice de correlação de Pearson entre os ambientes (mata adjacente, borda do cultivo e interior do cultivo) em guaraná de manejo convencional e orgânico. Nível de significância  $p \leq 0,001^*$ .

Pontos de coleta	Abudância	Incidência
	Similaridade	Similaridade
<b>Convencional</b>		
Borda - Cultivo	0,295	0,3260*
Borda - Mata	0,494*	0,5266*
Mata - Cultivo	0,259*	0,2089
<b>Orgânico</b>		
Borda - Cultivo	0,6250*	0,3090*
Borda - Mata	0,3801*	0,3439*
Mata - Cultivo	0,2549*	0,3154*

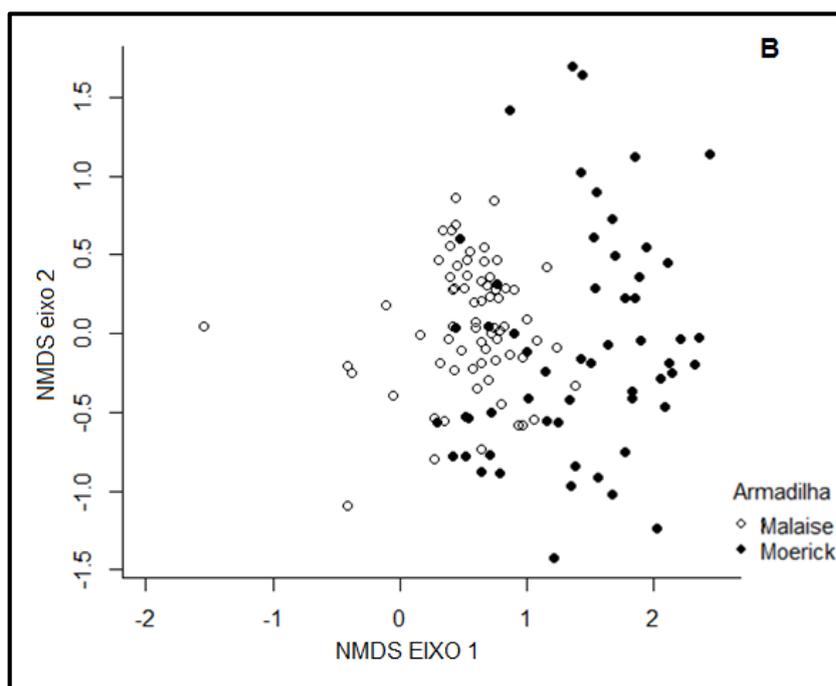
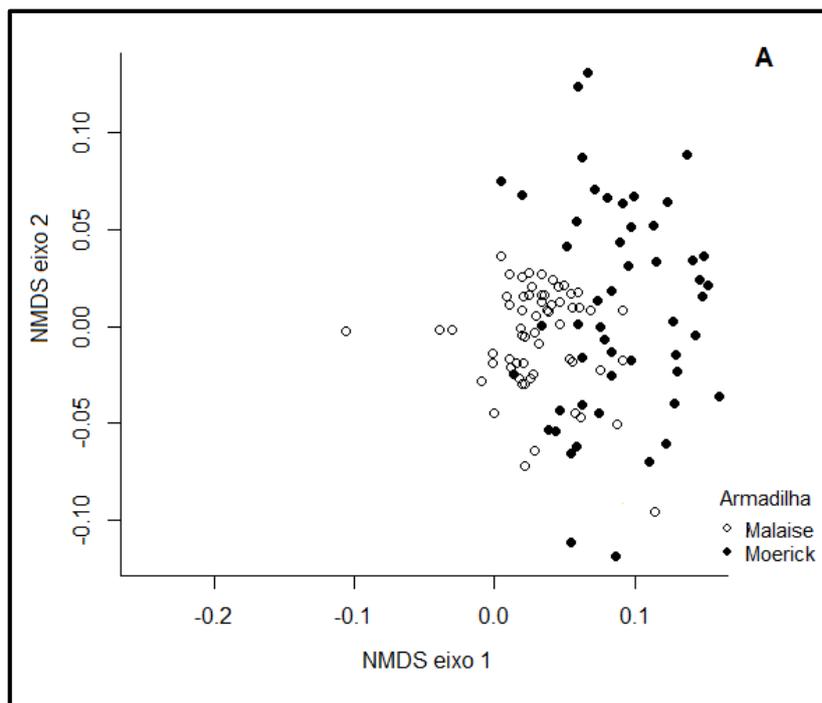
### 3.5 Eulofídeos coletados com Möerick e *Malaise*

Foram coletados 1.144 exemplares com armadilhas *Malaise*, alocados em 38 gêneros, sendo *Aprostocetus* (641), *Horismenus* (168) e *Holcopelte* (106) os mais abundantes. Já Möerick foi responsável pela coleta de 311 eulofídeos alocados em 28 gêneros, sendo novamente *Aprostocetus* o mais representativo.

A incidência de eulofídeos diferiu significativamente (MANOVA não-paramétrica:  $r^2 = 0,128$ ;  $p \leq 0,001$ ) entre as armadilhas Möerick e *Malaise* (Figura 10A), sendo essa diferença explicada por 12% dos dados. Foram coletados 38 gêneros de Eulophidae em *Malaise* e 28 em Möerick. Além disso, 20 gêneros foram exclusivos à *Malaise* e 10 à Möerick, enquanto 18 foram comuns em ambas às armadilhas.

Também houve diferença significativa quanto à abundância de eulofídeos capturados (MANOVA não-paramétrica:  $r^2 = 0,108$ ;  $p \leq 0,001$ ) com *Malaise* (1.144 indivíduos coletados) e Möerick (311 indivíduos coletados) (Figura 10B), sendo esta diferença explicada por 10% dos dados.

Foi observado que *Malaise* foi mais eficiente que Möerick na captura de *Aprostocetus*, *Horismenus* e *Holcopelte*.



**Figura 10.** Ordenação de Escalonamento Multi-dimensional não-métrico (NMDS) indicando a distribuição da composição faunística de himenópteros coletados com armadilhas de Möeric e Malaise quanto à (A) presença/ausência e (B) abundância.

#### **4. Discussão**

Estudos sobre a composição da fauna de eulofídeos no Brasil, especialmente em agroecossistemas, são escassos (Alvarenga, 2013). Contudo, a riqueza e abundância de Eulophidae encontrada neste estudo permite inferir que a cultura do guaraná possui uma alta diversidade destes indivíduos.

Atualmente trabalhos com Eulophidae são pontuais, focando revisões taxonômicas, entretanto não há chaves dicotômicas que contemplem todos os gêneros de Eulophidae para o Neotrópico, em especial para o Brasil (Alvarenga, 2013). Ainda de acordo com o mesmo autor, existe a necessidade de levantamentos sobre a diversidade deste grupo, especialmente quando envolvem áreas agrícolas, onde estão presentes diversos insetos de interesse econômico, como pragas e inimigos naturais. Segundo Schauff et al. (2006) é praticamente impossível coletar em um habitat ou região e não capturar uma ampla variedade de eulofídeos, sendo que Tetrastichinae está entre os grupos de insetos mais comumente coletados em todos os tipos de ambiente. A grande abundância de Tetrastichinae remete ao gênero *Aprostocetus*, que são parasitoides de Cecidomyiidae (Diptera) e insetos formadores de galhas; outros são parasitoides de ovos, larvas ou pupas de vários outros insetos e; muitas espécies são hiperparasitoides (Schauff et al., 1997). Supõe-se que a presença de *Aprostocetus* em grande quantidade tanto no manejo de guaraná convencional como orgânico pode estar relacionado com a presença de hospedeiros nestas áreas, tendo em vista que a comunidade de parasitoides reflete a disponibilidade de hospedeiros no ambiente (Altieri et al., 2003).

##### **4.1 Eulofídeos associados ao cultivo de guaraná de manejo convencional e orgânico e seus respectivos pontos de amostragem**

Este estudo revela que o cultivo de guaraná possui uma grande diversidade de eulofídeos, mas que o total de amostragens realizadas não foi suficiente para amostrar toda a diversidade deste grupo. Além disso, foi observada uma riqueza de Eulophidae semelhante em ambos os manejos de guaraná, sugerindo um equilíbrio da população nos dois tratamentos. Este fato pode estar relacionado com a semelhança do ambiente entre os dois cultivos, em especial, no ponto de amostragem na mata adjacente que possui as mesmas espécies vegetais (ver Apêndice B).

No manejo convencional, “mata adjacente” e “borda do cultivo” obtiveram metade dos gêneros exclusivos a estes dois pontos de amostragem, indicando que a vegetação adjacente constitui reservatório de diversidade destes parasitoides e merece maior atenção para sua

conservação, pois auxilia indiretamente na manutenção da estabilidade das populações de insetos potencialmente pragas (Alves, 2013). Além disso, os demais gêneros, como por exemplo, *Aprostocetus* e *Horismenus*, que foram os mais representativos, estiveram transitando entre os três pontos de amostragem e somente seis gêneros foram exclusivos do “interior do cultivo”, corroborando ainda mais para a importância da vegetação adjacente.

A vegetação adjacente contribui para a heterogeneidade dos ecossistemas agrícolas, assim, elas desempenham um papel importante na redução da perda da biodiversidade em agroecossistemas (Petit e Firbank, 2006). Além disso, elas suportam uma grande variedade de espécies que poderiam estar ausentes na terra cultivada de forma intensiva (Marshall e Moonen, 2002).

Vários estudos investigaram os efeitos da vegetação adjacente sobre as populações de invertebrados como borboletas, abelhas, ortópteros e dípteros (Lagerlof et al., 1992; Marshall et al., 2006; Woodcock et al., 2007; Haalandet et al., 2010). No entanto, poucos trabalhos foram publicados abordando a abundância e diversidade de himenópteros parasitoides em vegetações adjacentes a cultivos (Anderson et al., 2012). Huallachain et al. (2013) verificaram que a presença da vegetação adjacente tem um efeito significativo no aumento da riqueza e abundância de parasitoides, como também evidenciado neste trabalho.

No que se refere aos dados de abundância, no manejo orgânico obteve-se maior abundância de indivíduos coletados em relação ao manejo convencional, cujo fato pode estar atrelado à presença de agroquímicos no cultivo convencional, mas vale salientar que a riqueza do cultivo orgânico foi próxima à do cultivo convencional. Segundo Yamamoto e Bassanezi (2003), quando se faz uma pulverização no agroecossistema, pode-se levar à morte não somente a praga-alvo, mas também outros organismos, entre os quais os inimigos naturais das pragas. Perioto et al. (2002) observaram drástica redução da população de himenópteros parasitoides após a aplicação de inseticida em cultura de algodão.

No manejo orgânico, o que chama a atenção é a grande quantidade de indivíduos de *Aprostocetus* amostrados no interior do cultivo, mais da metade do total de indivíduos deste gênero coletados, o que pode estar refletindo a disponibilidade de hospedeiros dentro do cultivo.

No ambiente de guaraná convencional, a similaridade entre os pontos da mata adjacente e borda do cultivo, em relação à riqueza e abundância, pode remeter ao manejo da cultura. Devido às aplicações de inseticida, bem como adubações químicas e por já ser um ambiente monotípico antropizado, por consequência ocorre uma maior concentração de parasitoides na mata adjacente e borda do cultivo, uma vez, que este ambiente é heterogêneo, possuindo maior disponibilidade de alimento, refúgio e hospedeiros.

No manejo orgânico, os pontos borda do cultivo e interior do cultivo foram similares entre si em relação à abundância de eulofídeos, uma vez que, a borda do cultivo atua como um ambiente de transição de parasitoides para o interior do cultivo em busca de hospedeiros potenciais. Estes dados corroboram com a hipótese de Altieri et al. (2003) de que ambientes de transição entre lavouras e outros tipos de vegetação contribuem para a concentração e distribuição de inimigos naturais em ambientes agrícolas e, no caso do presente estudo, em cultivo de guaraná de manejo orgânico. Em relação à riqueza de Eulophidae no manejo orgânico, os pontos mata adjacente e borda de cultivo obtiveram maior similaridade entre si. Áreas de mata são ambientes heterogêneos, os quais fornecem diversos recursos para uma ampla gama de parasitoides, incluindo eulofídeos e bordas de cultivos caracterizam-se por serem ambientes de transição, os quais possuem grande riqueza de parasitoides. Ao contrário do interior do cultivo, que possui uma riqueza de parasitoides específica (de acordo com os hospedeiros encontrados no cultivo) ou algumas vezes, espécies de parasitoides oportunistas.

#### **4.2 Eulofídeos coletados com Möerick e *Malaise***

Para os estudos da comunidade de insetos terem aplicabilidade, as amostragens devem ser representativas da comunidade ou táxons selecionados para a investigação, contudo a literatura sobre métodos de amostragem em especial de parasitoides é limitada (Noyes, 1989).

Para a cultura do guaraná, *Malaise* foi mais eficiente na coleta de representantes de Eulophidae, com maior riqueza (38 gêneros) e abundância (1.144 indivíduos) se comparado com o obtido por Möerick. Vale ressaltar que quase a metade dos gêneros coletados foram exclusivos a *Malaise* (20 gêneros), entretanto 20% da riqueza de gêneros não seria amostrada somente com uma metodologia.

Marchiori et al. (2003) verificaram que *Malaise* foi mais eficaz na coleta de himenópteros parasitoides, e Eulophidae esteve entre as famílias mais abundantes coletadas com esta armadilha. De acordo com Mazón e Bordera (2008) as armadilhas *Malaise* são eficazes quando utilizadas de forma padronizada em coletas de insetos, as quais devem ser dispostas de maneira com que todos os insetos voadores tenham a mesma probabilidade de serem capturados. Em contraste, Möerick depende exclusivamente da atração, capturando apenas táxons que são atraídos por este tipo de armadilha.

No presente estudo, apesar da maior eficiência de *Malaise* para a captura de uma maior riqueza de eulofídeos, Möerick coletou alguns gêneros exclusivos como *Astichus* Förster, *Callifrons* Ashmead, *Edovum* Walker, *Epichrysocharis* Girault, Eulophidae sp.,

*Hadrotrichodes* LaSalle, *Neopomphale* LaSalle & Schauff, *Pentastichus* Ashmead, *Quadrastichus* Girault e *Tachinobia* Boucek.

Assim, para fins de levantamentos da fauna de eulofídeos na cultura do guaraná é recomendada a utilização de Malaise, uma vez que esta foi mais eficiente, e Möerick como armadilha complementar, as quais podem ser utilizadas em trabalhos de levantamentos rápidos de parasitoides e com recursos limitados, uma vez que o esforço humano e o custo financeiro dos métodos também precisam ser minimizados.

## **Conclusão**

Podemos inferir que a presença de vegetação adjacente, bem como a disponibilidade de hospedeiros no ambiente pode influenciar uma alta diversidade de eulofídeos no manejo orgânico e convencional, demonstrando a necessidade de preservação e conservação destas áreas.

As características ambientais semelhantes, como por exemplo, a presença das mesmas espécies vegetais no entorno favorece a uma riqueza de eulofídeos semelhante entre os dois manejos.

A presença de possíveis hospedeiros, tanto nos cultivos de guaraná de manejo convencional como de manejo orgânico, pode justificar a grande quantidade de indivíduos pertencentes ao gênero *Aprostocetus* em ambos os cultivos.

A armadilha Möerik tem efeito complementar a Malaise, tendo em vista que Malaise foi o melhor método de coleta de eulofídeos na cultura do guaraná, pois além de coletar um elevado número de indivíduos, também permitiu a obtenção de uma maior riqueza.

## **Agradecimentos**

Agradecemos, à Embrapa Amazônia Ocidental pela disponibilização das áreas de estudo e por todo suporte dado. A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudo para o primeiro autor.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

No presente trabalho podemos inferir que o cultivo de guaraná de manejo orgânico obteve maior riqueza e abundância de himenópteros parasitoides em relação ao manejo convencional. Além disso, a utilização de himenópteros parasitoides nativos pode ser uma nova técnica, em substituição aos inseticidas, para o controle de tripes, tendo em vista que estes foram encontrados em grandes quantidades no interior do cultivo orgânico.

Também foi verificado que a presença de vegetação adjacente é de fundamental importância, pois esta abriga e fornece uma grande quantidade de inimigos naturais para dentro do cultivo de guaraná. Assim, recomenda-se a preservação de vegetação adjacente aos cultivos de guaraná.

Portanto, o presente trabalho serve de base para a realização de estudos mais aprofundados visando a utilização aplicada de himenópteros parasitoides, em especial Eulophidae, no controle de tripes. Também, análise da influência da vegetação adjacente sobre a comunidade de himenópteros parasitoides, bem como, consórcio de vegetação nas entrelinhas do guaraná.

Também pode ser verificado a necessidade de se estabelecer um protocolo de coleta de himenópteros parasitoides em cultivos distintos, para que possam ser feitas comparações e extrapolações dos dados obtidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, N.M.; Cave, R.D. 1994. Inventario de los parasitoides de *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) en la región sur de Honduras. *Revista de Biología Tropical*, San Jose, 42: 203-218.

Altieri, M.A. 1994. *Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems*. Haworth Press, New York, 1994, 185p.

Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Elsevier Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74: 19-31.

Altieri, M.A. 2004. *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável*. 4<sup>o</sup> ed. UFRGS, 2004, 110p.

Altieri, M.; Nicholls, C.I. 2000. *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. 1<sup>o</sup> ed. 2000, 257p.

Altieri, M.; Silva, E.N.; Nicholls, C.I. 2003. *O papel da biodiversidade no manejo de pragas*. Holos, Ribeirão Preto, 2003, 226p.

Altieri, M.; Nicholls, C. I. *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. Food Products Press®, New York, 2004, 253p.

Alvarenga, T.M. 2013. Estudo Taxonômico do gênero *Emersonella* Girault, 1916 (Hymenoptera: Eulophidae) em áreas de Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Lavras) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 105p.

Alves, F.P. 2013. Diversidade de himenópteros parasitoides (Insecta: Hymenoptera) em fragmentos de caatinga, com ênfase na família Braconidae (Ichneumonoidea). Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Campus de Jequié, Bahia, 77p.

Anderson, M.J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, v.26, p.32–46, 2001.

Anderson, A., Carnus, T., Helden, A.J., Sheridan, H., Purvis, G. 2012. The influence of conservation field margins in intensively managed grazing land on communities of five arthropod trophic groups. *Insect Conservation and Diversity*, p.1-11.

Andow, D.A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology*, 36: 561-586.

Assis, R.L. de; Arezzo, D.C. de; De-Polli, H. 1995. Consumo de produtos da agricultura orgânica no Estado do Rio de Janeiro. *Revista de Administração*, 30: 84-89.

Austin, A.D.; Downton, M. 2000. *Hymenoptera: Evolution, biodiversity and biological control*. CSRIO Publishing, Collingwood, Australia, 2000, 481p.

Azevedo, C.; Santos, H.S. 2000. Perfil da fauna de himenópteros parasitoides (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.

Buguna-Hoffmann, L. 2000. Stimulating positive linkages between agriculture and biodiversity. Recommendations for Building Blocs for the European Conservation Agricultural Action Plan on Biodiversity. European Centre for Nature Conservation, (ECNC–Technical Report Series), Tilburg, 122p.

Brandão, C.R.F. 1999. Hymenoptera. In: Brandão, C.R.F.; Cancellato, E.M. (Eds.). *Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX*. São Paulo: FAPESP, p.141-146.

Brown, H. 1968. *Psephenus* (Coleoptera: Psephenidae) parasitized by a new chalcidoid (Hymenoptera: Eulophidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 61: 452-456.

Campanhola, C.; Valarini, P.J. 2001. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, 69-101.

Cárcamo, M.C.; Brandão, R.K.; Costa, A.A.; Ribeiro, P.B. 2009. Ocorrência de *Aprostocetus hagenowii* (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoide de ootecas da barata americana, no Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, 39: 2649-2651.

Colwell, R.K. 2013. *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 9 and earlier. User's Guide and application. Disponível em: <<http://purl.oclc.org/estimates>>

Corrêa-Ferreira, B.S. 1993. *Utilização do parasitoide de ovos Trissolcus basalis (Wollaston) no controle de percevejos da soja*. EMBRAPA-CNPSO, Londrina, 1993, 40p.

Corrêa-Ferreira, B.S.; Moscardi, F. 1995. Seasonal occurrence and host spectrum of egg parasitoids associated with soybean stink bugs. *Biol. Control*, 5: 196-202.

Castro, N.H.C. 1992. *Cultura do guaranazeiro*. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1992, 71p.

Cuperschmid, N.R.M. 1999. *Atitudes em relação ao meio ambiente e sua influência no processo de compra de alimentos em Curitiba*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 71p.

Dall'Oglio, O.N.; Zanúncio, J.C.; Freitas, F.A. de; Pinto, R. 2003. Himenópteros parasitoides coletados em povoamento de *Eucalyptus grandis* e mata nativa em Ipaba, estado de Minas Gerais. *Ciência Florestal*, 13(1): 123-129.

Dorfey, C. 2011. *Himenópteros parasitoides associados a cultivos orgânico e convencional de tabaco (Nicotiana tabacum L.) em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 79p.

Dritschilo, W.; Erwin, T.L. 1982. Responses in abundance and diversity of cornfield carabid communities to differences in farm practices. *Ecology*, 63: 900–904.

EMBRAPA. 2006. Controle biológico. Disponível em: [www.embrapa.br/linhas\\_de\\_acao/temas\\_basicos/controle\\_bio/index\\_html/mostra\\_documentos](http://www.embrapa.br/linhas_de_acao/temas_basicos/controle_bio/index_html/mostra_documentos). Acesso em: 08/10/2012.

Estrada, C.I.N. 2008. *Control biológico de insectos: um enfoque agroecológico*. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín, 2008, 282p.

Feiden, A.; Almeida, D.L. de; Vitoi, V.; Assis, R.L. de. 2002. Processos de conversão de sistemas de produção convencionais para sistemas de produção orgânicos. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, 19: 179-204.

Ferreira, F.Z.; Silveira, L.C.P; Haro, M.M. 2013. Families of hymenopteran parasitoids in organic coffee cultivation in Santo Antônio do Amparo, MG, Brazil. *Coffee Science*, 8(1): 1-5.

Garcia, M.V.B. 1998. *Tripes: praga do guaranazeiro*. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 1998, 1p.

García, J.L. 2003. Comparación de la captura de Hymenoptera (Insecta) mediante cuatro métodos de muestreo, en los cerros Yaví y Yutajé del Pantepui venezolano. *Entomotropica*, 18(1): 27-25.

Gaston, K.J. 1993. Spatial patterns in the description and richness of the Hymenoptera. In: Lasalle, J.; Gauld, I.D. (Eds.). *Hymenoptera and Biodiversity*. Wallingford, CAB, International, p. 277-293.

Gauthier, N.; Lasalle, J.; Quicke, D.L.J.; Godfray, H.C.J. 2000. Phylogeny of Eulophidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) with a reclassification of Eulophinae and the recognition that Elasmidae are derived eulophids. *Systematic Entomology*, 25: 521-539.

Gibson, G.A.P. Superfamilies Mymarommatoidea and Chalcidoidea. In: Goulet, H.; Huber, J.T. (Eds). *Hymenoptera of the World: an identification guide to families*. Ottawa, Ontario: Centre for Land and Biological Resources Research, 1993 p., 570-655.

Gliessman, S.R. 1997. *Agroecology: ecological processes in agriculture*. Ann. Arbor. Press, Michigan, 1997, 212p.

Gliessman, S.R. 2001. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. 2º Ed. Editora Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001, 637p.

Gotelli, N.J., Colwell, R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4(4): 379-391.

Goulet, H.; Huber, J.T. 1993. *Hymenoptera of the World: An identification guide to families*. Agriculture Canada, Ottawa, 1993, 696p.

Godfray, H.C.J. 1994. *Parasitoids, behavioral and evolutionary ecology*. Princeton Univ. Press, Princeton, 1994, 473p.

Grissel, E.E. 1999. An annotated catalog of World Megastigminae (Hymenoptera: Chalcidoidea: Torymidae). *Contributions of American Entomological Institute*, 31(4): 1–92.

Haalandet, C., Naisbit, R.E., Bersier, L.F. 2010. Sown wildflower strips for insect conservation: a review. *Insect Conservation and Diversity*, 4: 60–80.

Hadjicharalampous, E.; Kalburtji, K.L.; Mamolos, A.P. 2002. Soil Arthropods (Coleoptera, Isopoda) in organic and conventional agroecosystems. *Environmental Management*, 29(5): 683–690.

Hansson, C. 1988. Revision of the New World genus *Mestocharis* and a review of the genus *Grahamia* (Hymenoptera: Eulophidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 90: 28-36.

Hansson, C. 2013. *Neotropical Eulophidae*. Disponível em: <<http://www.neotropicaleulophidae.com/>>. Acesso em: 02/08/2013 a 15/09/2013.

Hanson, P.E.; Gauld, I.D. 2006. *Hymenoptera de la Región Neotropical*. Memoirs of the American Entomological Institute, 2006, 994p.

Holland, J.M.; Luff, M.L. 2000. The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. *Integrated Pest Management Reviews*, 5: 109–129.

Huallachain, D., Anderson, A., Fritch, R., McCormack, S., Sheridan, H., Finn, J.A. 2013. Field margins: a comparison of establishment methods and effects on hymenopteran parasitoid communities. *Insect Conservation and Diversity*, p.1-19.

Hyvönen, T.; Ketoja, E.; Salonen, J.; Jalli, H.; Tiainen, J. 2003. Weed species diversity and community composition in organic and conventional cropping of spring cereals. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 97: 131–149.

IBGE. 2012. *Cidades*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 03/09/2012.

IBGE. (2013). *Levantamento sistemático da produção agrícola*. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201202.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201202.pdf)> Acesso em: 01 out. 2013.

Kogan, M. 1998. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology*, 43: 243-270.

Kromp, B. 1999. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 187–228.

Lagerlöf, J., Stark, J., Svensson, B. 1992. Margins of agricultural fields as habitats for pollinating insects. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 40:117–124.

LaSalle, J. Parasitic hymenoptera, biological control and biodiversity. In: LaSalle, J.; Gauld, I.D. (Eds.). *Hymenoptera and Biodiversity*. C.A.B. International, Wallingford, 1993, 348p.

LaSalle, J. 1994. North American genera of Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae). *Journal of Natural History*, 28: 109-236.

LaSalle, J.; Parrella, M.P. 1991. The chalcidoid parasites (Hymenoptera, Chalcidoidea) of economically important *Liriomyza* species (Diptera, Agromyzidae) in North America. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 93: 571-591.

LaSalle, J.; Gauld, I.D. 1993. *Hymenoptera Biodiversity*. CAB International, Wallingford, 1993, 26p.

LaSalle, J.; Schauff, M.E.; Hansson, C. 2006. Familia Eulophidae. In: Hanson, P.E.; Gauld, I.D. (Eds.). *Hymenoptera de la Región Neotropical*. Memoirs of the American Entomological Institute, 994p.

Lewis, C.N.; Whitfield, J.B. 1999. Braconid wasp (Hymenoptera: Braconidae) diversity in forest plots under different silvicultural methods. *Environmental Entomology*, 28: 986-997.

Longino, J.T.; Coddington, J.; Colwell, K. 2002. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways. *Ecology*, 83: 689–702.

Loomans, A.J.M.; Murai, T. 1997. Culturing thrips and parasitoids. In: Lewis, T. (Ed.). *Thrips as Crop Pests*. CAB International, Wallingford, p. 477-503.

Marchiori, C.H., Silva, M.H.O., Brito, B.M.C., Filho, O.M.S., Pereira, L.A. 2003. Levantamento de famílias de parasitoides coletadas em Araporã – MG usando armadilhas de bacias amarelas e malaise. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 24(2): 317-320.

Marques Filho, A.O.; Ribeiro, M.N.G.; Santos, H.M.; Santos, J.M. 1981. Estudos climatológicos da Reserva Florestal Adolpho Ducke - Manaus – AM. *Acta Amazônica*, 11(4): 759-768.

Marshall, E.J.P., Moonen, A.C. 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 89: 5-21.

Marshall, E.J.P., West, T.M., Kleijn, D. 2006. Impacts of an agri-environment field margin prescription on the flora and fauna of arable farmland in different landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 113: 36–44.

Masner, L. 1976. Revisionary notes and keys to world genera of Scelionidae (Hymenoptera: Proctotrupeoidea). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 108: 1-87.

Mason, W.R.M.; Huber, J.T.; Fernández, F. 2006. El orden Hymenoptera. In: Fernández, F.; Sharkey, M.J. (Eds.). *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., p. 1-6.

Mazón, M.; Bordera, S. 2008. Effectiveness of two sampling methods used for collecting Ichneumonidae (Hymenoptera) in the Cabañeros National Park (Spain). *European Journal Entomology*, 105: 879–888.

Mcneely, J.A.; Miller, K.R.; Reid, W.V.; Mittermeier, R.A.; Werner, T.B. 1990. *Conserving the world's biological diversity*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Washington, 1990, 190p.

Melo, G.A.R.; Aguiar, A.P.; Garcete-Barrett, B.R. 2012. Hymenoptera Linnaeus, 1758. In: Rafael, J.A. (Ed.). *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. Holos, Ribeirão Preto, p. 553-612.

Nicholls, C.I.; Altieri, M.A. Projeção e implantação de uma estratégia de manejo de habitats para melhorar o manejo de pragas em agroecossistemas. In: Altieri, M.A.; Nicholls, C.I.; Ponti, L. (Eds.). *Controle Biológico de Pragas através do manejo de agroecossistemas*. MDA, Brasília, 2007. p. 02-16.

Noyes, J.S. 1989. A study of five methods of sampling Hymenoptera (Insecta) in a tropical rainforest, with special reference to the Parasitica. *Journal of Natural History*, 23(2): 285-298.

Noyes, J.S. 2013. *Universal Chalcidoidea Database*. World Wide Web electronic publication. Disponível em: <<http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>>. Acesso em:11/09/2013.

Oksanen, J.; Kindt, R.; Legendre, P.; O'har A.B.; Simpson, G.L.; Henry, M.; Stevens, H.H.; Wagner, H. 2008. *Community Ecology Package*. Cran R Project.

Onody, H.C. 2009. *Estudo da fauna de Hymenoptera parasitóides associados a hortas orgânicas e da utilização de extratos vegetais no controle de Plutella xylostella (Lepidoptera, Plutellidae)*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 142p.

Paoletti, M.G. 1995. Biodiversity, traditional landscapes and agroecosystem management. *Landscape Urban Planning*, 31: 117–128.

Parra, J.R.P. 2002. *Controle biológico das pragas de citros*. Boletim Citrícola, Jaboticabal, São Paulo, 2002, 37p.

Parra, J.R.P.; Botelho, P.S.M.; Corrêa-Ferreira, B.S.; Bento, J.M.S. Controle biológico: terminologia. In: \_\_\_\_\_ (Eds.). *Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores*. Manole, São Paulo, 2002. 635p.

Patel, K.J.; Schuster, D.J.; Smerage, G.H. 2003. Density dependent parasitism and host-killing of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) by *Diglyphus intermediatus* (Hymenoptera: Eulophidae). *Florida Entomologist*, 86(1): 8-14.

Pereira, J.C.R. (Ed.). (2005). *Cultura do guaranazeiro no Amazonas*. 4º Ed. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 40p.

Perioto, N.W.; Lara, R.I.R.; Santos, J.C.C.; Selegatto, A. 2002a. Himenópteros parasitóides (Insecta: Hymenoptera) coletados em cultura de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (Malvaceae), no município de Ribeirão Preto, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 46(2): 165-168.

Perioto, N.W.; Lara, R.I.R.; Santos, J.C.C.; SILVA, T.C. (2002b). Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados em cultura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill (Fabaceae), no município de Nuporanga, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 46(2): 185-187.

Perioto, N.W.; Lara, R.I.R.; Selegatto, A.; Luciano, E.S. 2004. Himenópteros parasitoides (Insecta, Hymenoptera) coletados em cultura de café *Coffea arábica* L. (Rubiaceae) em Ribeirão Preto, SP, Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico*, 71(1): 41-44.

Petit, S., Firbank, L.G. 2006. Predicting the loss of the semi-natural habitat to intensive agriculture to the national scale. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 115: 277–280.

Pfiffner, L.; Luka, H. 2000. Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent semi-natural habitats. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 78: 215–222.

Purtauf, T.; Roschewitz, I.; Dauber, J.; Thies, C.; Tschardtke, T.; Wolters, V. 2005. Landscape context of organic and conventional farms: Influences on carabid beetle diversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 108: 165-174.

R Development Core Team. 2013. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2011, ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: < <http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 16 mai. 2013.

Reganold, P.R.; Glover, J.D.; Andrews, P.K.; Hinman, H.R. 2001. Sustainability of three apple production systems. *Nature*, 410: 926–929.

Ricci, M.S.F. 2006. *Cultivo do café orgânico*. Embrapa Agrobiologia, Sistemas de Produção. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em 19/10/2013.

Riek, E. 1970. Hymenoptera (wasps, bees, ants). In: SIRO, C. *The Insects of Australia*. Melbourne Univ. Press, Carlton, p. 867-959.

Santos, J. H. R. dos. 1976. Controle biológico de *Antonina grammanis* (Maskell, 1897) pela *Neodusmetia sangwani* (Rao, 1957) em Fortaleza no Estado do Ceará, Brasil. *Anais da Sociedade Entomológica Brasileira*, 5(1): 18-28.

Santos, M.C.P. 2008. *Diversidade de vespas parasitoides (Hymenoptera: Parasitica) em áreas de cultivo de café (Coffea arábica) e em uma área de vegetação nativa localizadas no município de Piatã, Chapada Diamantina, Bahia*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia 70p.

Schauff, M.E.; Lasalle, J.; Coote, L.D. 1997. Eulophidae. In: Gibson, G.A.P.; Huber, J.T.; Woolley, J.B. (Eds.). *Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)*. NRC Research Press, Ottawa, p. 755-760.

Schauff, M.E.; Gates, M.; Lasalle, J. 2006. Familia Eulophidae. In: Fernández, F.; Sharkey, M. J. (Eds.). *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., p. 327-476.

Seal, D.R; Sabines, C.M. 2012. Combating melon thrips, *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) in South Florida. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 125: 196-200.

Sharkey, M. J. 2007. Phylogeny and classification of Hymenoptera. *Zootaxa*, 1668: 521-548.

SUFRAMA. 2003. *Projeto potencialidades regionais estudo de viabilidade econômica: Guaraná*. 2003, 34p.

Souza, L.; Braga, S.M.P.; Campos, M.J. O. 2006. Himenópteros parasitoides (Insecta, Hymenoptera) em área agrícola de Rio Claro, SP, Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico*, 73(4): 465-469.

Swift, M.S.; Vandermeer, P.S.; Anderson, J.M.; Ong, C.K.; Hawkins, B.A. 1996. Biodiversity and ecosystem function. In: Mooney, H.A.; Cushman, J.H.; Medina, E.; Sala, O.E.; Schulze, E.D. (Eds). *Functional roles of biodiversity a global perspective*. John Wiley and Sons, New York, p. 261-298.

Tavares, A.M.; Atroch, A.L.; Arruda, M.R.; Ribeiro, J.R.C. 2003. *Inseticidas no controle de tripes do guaranazeiro* Liothrips adisi (*Thysanoptera: Phlaeothripidae*). Comunicado Técnico, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2003, 2p.

Tavares, A.M.; Garcia, M.V.B.; Nascimento-Filho, F.J. 2007. *Tripos do guaranazeiro: estado atual e perspectivas*. Comunicado Técnico, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2007, 4p.

Tavares, A.M.; Garcia, M.V.B. 2009. *Tripos do guaranazeiro: Liothrips adisi zur Strassen, 1977 (Thysanopteraa: Phlaeothripidae, Phlaeothripinae)*. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2009, 47p.

The Soil Association. 2000. *The biodiversity benefits of organic farming*. Disponível em: <<http://www.soilassociation.org>>

Townes, H. 1972. A light-weight malaise trap. *Entomol. News*. 83: 239-247.

Vidal, M.S.C. (Ed.). 2005. *Diagnóstico socioeconômico da cultura do guaraná*. Prefeitura Municipal de Maués, 2005, 83p.

Zucchi, R.A.; Monteiro, R.C. 1997. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: Parra, J.R.P.; Zuchhi, R.A. (Eds.). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. FEALQ, Piracicaba, São Paulo, p. 41-66.

Waage, J. K.; Greathead, D. 1986. *Insect parasitoids*. Academic Press, London, 1986, 389p.

Wascher, D.W. 2000. Agroenvironmental indicators for sustainable agriculture in Europe. European Centre for Nature Conservation (ECNC–Technical Report Series), Tilburg, 2000, 240p.

Woodcock, B.A., Potts, S.G., Pilgrim, E., Ramsay, A.J., Tscheulin, T., Parkinson, A., Smith, R.E.N., Gundrey, A.L., Brown, V.K., Tallowin, J.R. 2007. The potential of grass field margin management for enhancing beetle diversity in intensive livestock farms. *Journal Applied of Ecology*, 44: 60–69.

Yamamoto, P.T., Bassanezi, R.B. 2003. Seletividade de produtos fitossanitários aos inimigos naturais de pragas dos citros. *Laranja*, 24(2): 353-382.

**Apêndice A** – Imagens do guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) de um cultivo experimental localizado nas propriedades da Embrapa Amazônia Ocidental. Fotos: K. Schoeninger (2012), C. Krug (2012), T. Mahlmann (2013).



Imagens do guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) – (A) área experimental de cultivo de guaraná orgânico da Embrapa; (B) planta do guaraná; (C) inflorescência; (D) frutos do guaraná; (E) cacho de frutos do guaraná.

**Apêndice B** – Lista de famílias e espécies que compõem a vegetação adjacente a cultura do guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) de manejo orgânico e convencional, localizadas nas dependências da Embrapa Amazônia Ocidental.

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>Guaraná orgânico</b>	<b>Guaraná convencional</b>
<b>Anacardiaceae</b>			
	<i>Tapirira guianensis</i> Aublet.	x	x
<b>Annonaceae</b>			
	<i>Guatteria olivacea</i> R. E. Fr.		x
	<i>Xylopia amazonica</i> R. E. Fr.	x	
<b>Apocynaceae</b>			
	<i>Couma guianensis</i> Aublet.		x
	<i>Himatanthus sukuuba</i> Woodson	x	x
	<i>Tabernaemontana muricata</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schult	x	
<b>Areaceae</b>			
	<i>Astrocaryum gynacanthum</i> Mart.	x	
	<i>Attalea attaleoides</i> (Barb. Rodr.) Wess. Boer	x	
	<i>Bactris acanthocarpa</i> Barb. Rodr.	x	
	<i>Euterpe precatória</i> Mart.	x	
	<i>Heteropsis flexuosa</i> (Kunth) G. S. Bunting	x	
	<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	x	x
	<i>Oenocarpus bataua</i> Drude		x

<b>Araliaceae</b>			
	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin		x
<b>Bignoniaceae</b>			
	<i>Jacaranda copaia</i> D. Don	x	x
<b>Boraginaceae</b>			
	<i>Cordia exaltata</i> Lam.	x	x
<b>Burseraceae</b>			
	<i>Protium giganteum</i> Engl.		x
<b>Chrysobalanaceae</b>			
	<i>Parinari excelsa</i> Sab.	x	
<b>Clusiaceae</b>			
	<i>Vismia cayennensis</i> Pers.	x	x
	<i>Vismia guianensis</i> Choisy	x	x
	<i>Vismia japurensis</i> Reichardt	x	x
<b>Dilleniaceae</b>			
	<i>Davilla rugosa</i> Poir.	x	x
<b>Erythroxylaceae</b>			
	<i>Erythroxylum argentatum</i>	x	
<b>Euphorbiaceae</b>			

<i>Aparisthium cordatum</i> Müll. Arg.	x	x
<i>Croton lanjouwensis</i> (Muell. Arg.) Jablonski	x	x
<i>Senefeldera</i> sp. Mart.	x	
<b>Fabaceae</b>		
<i>Acacia mangium</i> Willd. (exótica)	x	x
<i>Derris amazonica</i> Killip	x	
<i>Dinizia excelsa</i> Ducke		x
<i>Inga alba</i> Willd.	x	x
<i>Inga cayennensis</i> Sagote ex. Benth	x	x
<i>Inga gracilifolia</i> Ducke	x	
<i>Inga marginata</i> Willd.	x	x
<i>Parkia multijuga</i> Benth	x	
<i>Stryphnodendron guianense</i> (Aubl.) Benth	x	x
<i>Tachigali micropetala</i> (Ducke) Zarucchi & Pipoly		x
<b>Goupiaceae</b>		
<i>Goupia glabra</i> Aublet		x
<b>Icacinaceae</b>		
<i>Poraqueiba sericea</i> Tulasne	x	
<b>Lauraceae</b>		

<i>Ocotea guianensis</i> Aublet	x	
<i>Ocotea nigrescens</i> Vicentini	x	
<b>Malpighiaceae</b>		
<i>Byrsonima chrysophylla</i> Kunth	x	x
<b>Malvaceae</b>		
<i>Apeiba echinata</i> Gaertn.	x	
<i>Theobroma grandiflorum</i> K. Schum.	x	
<b>Melastomataceae</b>		
<i>Bellucia grossularioides</i> Triana	x	x
<i>Bellucia imperialis</i> Saldanha & Cogn.	x	x
<i>Miconia argyrophylla</i> DC.	x	x
<i>Miconia eriodonta</i> DC.		x
<i>Miconia miqueliana</i> Naudin	x	
<i>Miconia multinervia</i> Cogn.	x	
<i>Miconia poeppigii</i> Triana	x	x
<b>Meliaceae</b>		
<i>Guarea pubescens</i> (Rich.) A. Juss.	x	
<b>Moraceae</b>		
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & C. D. Bouché		x

<b>Myrtaceae</b>		
<i>Myrcia</i> sp. D.C.		x
<b>Passifloraceae</b>		
<i>Passiflora edulis</i> Sims	x	x
<b>Piperaceae</b>		
<i>Piper guineense</i> Schumach. & Thonn.	x	
<b>Rubiaceae</b>		
<i>Iserfia hypoleuca</i> Benth.	x	x
<i>Palicourea corymbifera</i> (Müll. Arg.) C. M. Taylor	x	
<i>Psychotria poeppigiana</i> (Müll. Arg.)	x	
<i>Spermacoce guianensis</i> Bremek	x	x
<b>Rutaceae</b>		
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	x	x
<b>Salicaceae</b>		
<i>Casearia manausensis</i> Sleumer	x	x
<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	x	x
<b>Simaroubaceae</b>		
<i>Simarouba amara</i> Aublet	x	
<i>Simarouba polyphylla</i> D. C.	x	

---

<i>Simaba cedron</i> Planchon	x	
<b>Solanaceae</b>		
<i>Solanum crinitum</i> Lam.	x	
<b>Strelitziaceae</b>		
<i>Phenakospermum guyannense</i> (Rich.) Endlicher	x	x
<b>Urticaceae</b>		
<i>Cecropia purpurascens</i> C. C. Berg	x	
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	x	x
<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	x	
<i>Pourouma tomentosa</i> Mart. ex Miq.	x	x

---