INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA – PPG-ENT

ASSEMBLEIA DE ICHNEUMONIDAE (HYMENOPTERA: ICHNEUMONOIDEA) NO CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO DE GUARANÁ (*Paullinia cupana* var. sorbilis (Mart.) Ducke) NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

NICANOR TIAGO BUENO ANTUNES

Manaus, Amazonas

Julho, 2017

NICANOR TIAGO BUENO ANTUNES

ASSEMBLEIA DE ICHNEUMONIDAE (HYMENOPTERA: ICHNEUMONOIDEA) NO CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO DE GUARANÁ (*Paullinia cupana* var. sorbilis (Mart.) Ducke) NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Orientador: Dr. Daniell Rodrigo Rodrigues Fernandes

Coorientador: Dr. Fabricio Beggiato Baccaro

Coorientador: Dr. Jorge Luiz Pereira Souza

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

Manaus, Amazonas

Julho, 2017

SEDAB/INPA © 2019 - Ficha Catalográfica Automática gerada com dados fornecidos pelo(a) autor(a)
Bibliotecário responsável: Jorge Luiz Cativo Alauzo - CRB11/908

Antunes, Nicanor Tiago Bueno

Assembleia de Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) no cultivo convencional e orgânico de guaraná (Paullinia cupana var. sorbilis (Mart.) Ducke) na Amazônia brasileira / Nicanor Tiago Bueno Antunes; orientador Daniell Rodrigo Rodrigues Fernandes. -- Manaus:[s.l], 2017.
65 f.
Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Entomologia) -- Coordenação do Programa de Pós-graduação, INPA, 2017.

1. Parasitoides. 2. Agroecossistemas. I. Inimigos naturais.

CDD: 595.7

Sinopse:

Foi investigado a riqueza, abundância e composição de Ichneumonidae no cultivo de guaraná de manejo orgânico e convencional e área de mata adjacente aos cultivos, a fim de compreender como essa vegetação contribui para a manutenção desses parasitoides no cultivo.

Palavras – chave: Agroecossistemas, manejo orgânico, inimigos naturais, parasitoides.

Agradecimentos

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia, por ter concedido a oportunidade de realizar esse mestrado, em especial a todo o corpo docente e pesquisadores envolvidos no curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao meu orientador Daniell Rodrigo Rodrigues Fernandes, pelo aceite e pela orientação, por suas ideias e sugestões no trabalho e por às oportunidades de aprendizado.

Aos meus coorientadores Fabricio Beggiato Baccaro e Jorge Luiz Pereira Souza, pelas sugestões e incentivos ao longo do trabalho.

Agradeço a Karine Schoeninger e ao Marcio Luís de Oliveira, por ter cedido o material de estudo. Ao Bernardo Ferreira dos Santos, pelo auxílio na identificação dos Cryptinae, ao Álvaro Doria dos Santos, pela identificação dos Campopleginae e Helena Carolina Onody pelo auxílio na identificação dos Nesomesochorinae.

À toda a turma do mestrado de 2015, pela amizade, pela convivência e ajuda durante o curso. Em especial a Talitha, Ana Cristiana, Dayana, Jessica e Marta.

“É interessante contemplar uma margem luxuriante, atapetada de muitas plantas de muitos tipos, com pássaros cantando nos arbustos, com vários insetos voejando ao redor e com vermes rastejando na terra úmida, e refletir que essas formas laboriosamente construídas, tão diferentes entre si e dependendo uma das outras de maneira tão complexa, foram todas produzidas por leis que agem ao nosso redor”

Charles Darwin

Resumo

O guaraná (*Paullinia cupana*, Sapindaceae) é amplamente cultivado no estado do Amazonas, com uma produção que representa 22,6% da produção total do país. Entretanto, existe uma carência de estudos básicos da fauna associada ao cultivo, especialmente de himenópteros parasitoides, que atuam no controle biológico de pragas. A presente dissertação teve como objetivos caracterizar e avaliar a assembleia de Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) da vegetação adjacente aos manejos orgânico e convencional do cultivo do guaraná (Paullinia cupana var. sorbilis (Mart.) Ducke) na Amazônia brasileira. As coletas foram realizadas na EMBRAPA, com o uso de armadilhas Malaise e Moericke, entre setembro de 2012 e fevereiro de 2013, em uma área de cultivo convencional, uma de cultivo orgânico e na vegetação adjacente. Foi realizado uma análise faunística para determinar os principais grupos com o software ANAFAU e as diferenças da abundância, riqueza e composição foram avaliados com auxílio do Software R. Foram coletados 524 exemplares de Ichneumonidae distribuídos em 18 subfamílias, 56 gêneros e 148 espécies. A análise faunística revelou a predominância de gêneros raros e pouco frequentes (54,2% no convencional e 47,1% no orgânico). Para a abundância, não foram detectadas diferenças entre o manejo orgânico e convencional e entre a variável ponto de amostragem. Para riqueza, houve diferença em relação ao ponto de amostragem, com a mata adjacente com maior riqueza de espécies de Ichneumonidae. A composição de Ichneumonidae foi influenciada pela variável manejo e pelo ponto de amostragem, das 148 espécies, 66 foram coletadas apenas na mata, 25 foram exclusivas da borda e 14 espécies ocorreram somente no interior. Nove espécies foram registradas em todos os pontos de amostragem. Em relação a riqueza e abundância, as similaridades encontradas em ambos os manejos podem estar relacionadas com a vegetação adjacente, uma vez que a manutenção da riqueza e abundância de parasitoides em cultivos dependem da diversidade da vegetação dentro ou no seu entorno. Uma vez que Ichneumonidae possui uma ampla diversidade de hospedeiros, esses parasitoides podem ter migrado para o cultivo seguindo os hospedeiros. Esse movimento dos hospedeiros, possivelmente resultou na diferença que foi observada na composição de espécies de Ichneumonidae. Esse estudo evidenciou o elevado número de gêneros raros, pouco frequentes e acidentais e expôs os grupos predominantes em cada sistema de manejo. Bem como, reforça a importância da manutenção da vegetação nativa adjacente aos cultivos e de agroecossistemas mais diversificados para a conservação das espécies de Ichneumonidae na região amazônica.

Palavras-chave: Agroecossistemas, Parasitoides, Manejo orgânico, Manejo convencional, Inimigos naturais.

Abstract

Guarana (*Paullinia cupana* var. sorbilis (Mart.) Ducke, Sapindaceae) is widely cultivated in the state of Amazonas, with a production that represents 22.6% of the total production of the country. However, there is a lack of basic studies of the fauna associated to the crop, especially hymenoptera parasitoid, that act in the biological control of pests. The objective of this dissertation was to characterize and evaluate the Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) assembly of the vegetation adjacent to the organic and conventional management of guarana (*Paullinia cupana*) in the Brazilian Amazon. The collections were carried out at EMBRAPA, with the use of Malaise and Moericke traps between September 2012 and February 2013, in an area of conventional cultivation, one of organic cultivation and adjacent vegetation. A faunistic analysis was performed to determine the main groups with the ANAFAU software and the differences of abundance, richness and composition were evaluated with the aid of Software R. 524 Ichneumonidae specimens were collected from 18 subfamilies, 56 genera and 148 species. Fauna analysis revealed the predominance of rare and infrequent genera (54.2% in the conventional and 47.1% in the organic). For abundance, no differences were detected between organic and conventional management and between the variable sampling point. For richness, there was a difference in relation to the sampling point, with the adjacent forest with higher species richness of Ichneumonidae. The Ichneumonidae composition was influenced by the variable management and sampling point of the 148 species, 66 were collected only in the forest, 25 were border exclusive, and 14 species occurred only in the interior. Nine species were recorded at all sampling points. In relation to richness and abundance, the similarities found in both managements may be related to the adjacent vegetation, since the maintenance of the richness and abundance of parasitoids in crops depends on the diversity of the vegetation inside or in its surroundings. Since Ichneumonidae has a wide host diversity, these parasitoids may have migrated to the crop following the hosts. This movement of the hosts possibly resulted in the difference that was observed in the composition of Ichneumonidae species. This study evidenced the high number of rare, infrequent and accidental genera and exposed the predominant groups in each management system. As well as, it reinforces the importance of the maintenance of the native vegetation adjacent to the crops and of more diversified agroecosystems for the conservation of Ichneumonidae species in the Amazon region.

Key words: Agroecosystems, Parasitoids, Organic management, Conventional management, Natural enemies**.**

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS ix

LISTA DE TABELAS x

INTRODUÇÃO GERAL 11

OBJETIVO GERAL 13

Objetivos específicos 13

CAPÍTULO 1 - Análise Faunística da Assembleia de Ichneumonidae em Cultivo Convencional e Orgânico de Guaraná (*Paullinia cupana* var. sorbilis (Mart.) Ducke) na Amazônia Brasileira 14

Resumo 15

Introdução 16

Material e Métodos 18

Resultados e Discussão 20

Agradecimentos 31

Referências Bibliográficas 31

CAPÍTULO 2 - Efeito da Vegetação Adjacente ao Cultivo Convencional e Orgânico de Guaraná (*Paullinia cupana* var. sorbilis (Mart.) Ducke) na Assembleia de Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) na Amazônia Brasileira 39

Resumo 41

Introdução 42

Material E Métodos 43

Resultados 45

Discussões 55

Considerações Gerais 57

Referências 57

SÍNTESE 63

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 64

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1. Morfoespécies de Ichneumonidae amostrados durante o período de floração de Paullinia cupana, em sistema de manejo convencional e orgânico da EMBRAPA em Manaus (Amazonas, Brasil). A: Sistema de manejo convencional; B: Sistema de manejo orgânico. 1 - Diagrama de Venn, diâmetro dos círculos representam a riqueza entre os manejos. 2 - Curva de rarefação. 23

Figura 2. Abundância gêneros de Ichneumonidae amostrados durante o período de floração de Paullinia cupana da EMBRAPA, em Manaus (Amazonas, Brasil), no modelo brocken stick. Em A, gêneros amostrados em sistema de manejo convencional; em B, gêneros amostrados em sistema de manejo orgânico.....24

Capítulo 2

Figura 1. Esquema representativo da amostragem de espécies de Ichneumonidae no cultivo de Paullinia cupana de manejo orgânico e convencional e mata adjacente da EMBRAPA Manaus (Amazonas, Brasil). 43

Figura 2. Riqueza de espécies de Ichneumonidae em diferentes pontos de amostragem associados ao manejo de guaraná na área da EMBRAPA Manaus (Amazonas, Brasil). Círculos representa os dados, barras horizontais representa a média para cada grupo. As médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste Tukey ($p<0,05$).....51

Figura 3. Curvas de rarefação da riqueza de espécies de Ichneumonidae amostradas em cultivo de guaraná na área da EMBRAPA Manaus (Amazonas, Brasil) de manejo orgânico e manejo convencional. S (est) – riqueza amostrada nesse estudo. 52

Figura 4. Distribuição das espécies de Ichneumonidae capturadas nos diferentes pontos de amostragem associados ao manejo orgânico e convencional de guaraná na área da EMBRAPA Manaus (Amazonas, Brasil). 54

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Análise faunística aplicada aos gêneros de Ichneumonidae associados ao cultivo de *Paullinia cupana* convencional e orgânico da EMBRAPA em Manaus (Amazonas, Brasil).....21

Tabela 2 - Principais gêneros de Ichneumonidae amostrados durante o período de floração de Paullinia cupana da EMBRAPA, em Manaus (Amazonas, Brasil) e seus hospedeiros.....26

Tabela 3 - Número de morfoespécies e distribuição dos gêneros de Ichneumonidae associados ao cultivo de 2 Paullinia cupana convencional e orgânico da EMBRAPA em Manaus (Amazonas, Brasil).....27

Capítulo 2

Tabela 1. Abundância e frequência relativa (FR%) de Ichneumonidae coletados no cultivo de Paullinia cupana de manejo convencional e orgânico da EMBRAPA Manaus (Amazonas, Brasil).....44

Tabela 2. Resultados da análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas para a abundância de Ichneumonidae para o modelo com uso das variáveis manejo, ponto de amostragem e amostras. Nível de significância de 0,05% 48

Tabela 3. Resultados da análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas para a riqueza de Ichneumonidae para o modelo com uso das variáveis manejo, ponto de amostragem e amostras. Nível de significância de 0,05% 49

Tabela 4. Resultados da análise de variância multivariada não paramétrica (np-MANOVA) para composição de Ichneumonidae no modelo com uso das variáveis manejo, ponto de amostragem e amostras. Nível de significância de 0,05%.....51

INTRODUÇÃO GERAL

Hymenoptera tem cerca de 125.000 espécies descritas (Grimaldi e Engel 2005) e, apesar da sua megadiversidade, no Brasil são registradas 10.335 espécies (Oliveira et al., 2017).

Das famílias de Hymenoptera destaca-se Ichneumonidae (Ichneumonoidea), que figura como uma das maiores famílias do reino animal, com cerca de 24 mil espécies descritas (Yu et al. 2012). TOWNES (1969) previu a existência de cerca de 60 mil espécies viventes, no entanto, essa estimativa pode estar subestimada, dados recentes indicam que apenas a fauna do trópico sul-americano pode abrigar cerca de 30 mil espécies (GAULD, 2006).

Os Ichneumonidae são parasitoides solitários ou raramente gregários, e em geral atacam larvas e pupas de Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera (Gauld 1991), os quais frequentemente constituem pragas agrícolas (Fernandez e Sharkey 2006). Os indivíduos deste grupo podem ser parasitoides internos (endoparasitoides) ou externos (ectoparasitoides) (Wahl & Sharkey 1993). Geralmente, provocam a morte de seu hospedeiro no final de seu desenvolvimento, o que lhes confere grande importância como agentes no controle biológico de pragas agrícolas (Godfray, 1994).

De modo geral, a assembleia de parasitoides associados aos cultivos é determinada pelas características do agroecossistema. Os sistemas convencionais de cultivo simplificam a estrutura física da paisagem agrícola, com maior dependência do uso de insumos, o que causa uma redução na diversidade de parasitoides nesses agroecossistemas (Estrada, 2008). Já em agroecossistemas menos perturbados e sem o uso intensivo de insumos agrícolas, a assembleia de parasitoides está relacionada à diversidade de culturas, cobertura do solo, presença de plantas daninhas e da vegetação adjacente ao cultivo (Estrada, 2008, Sandonato et al., 2010).

No Amazonas, o guaraná (*Paullinia cupana* var. sorbilis (Mart.) Ducke, Sapindaceae) é amplamente cultivado, com uma produção de 744 toneladas em 2017 (22,6% da produção do país) e uma área de plantio de 8.029 hectares (*IBGE, 2017*). No entanto, 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).

OBJETIVO GERAL

Caracterizar e avaliar a assembleia de Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) da vegetação adjacente aos manejos orgânico e convencional do cultivo do guaraná (Paullinia cupana var. sorbilis (Mart.) Ducke) na Amazônia brasileira.

Objetivos específicos

- Caracterizar a assembleia de Ichneumonidae associada ao cultivo de guaraná (*Paullinia cupana*) de manejo convencional e orgânico.
- Utilizar da análise faunística para determinar os principais gêneros associados a cada manejo.
- Verificar as diferenças de abundância e riqueza da assembleia de Ichneumonidae associada ao cultivo de guaraná em manejo orgânico e convencional e da vegetação adjacente.
- Comparar a assembleia de Ichneumonidae associada ao interior, a borda e a vegetação adjacente aos manejos orgânico e convencional.
- Avaliar a similaridade na composição de espécies de Ichneumonidae nos dois tipos de manejo e a similaridade entre os ambientes estabelecidos em cada manejo (mata, borda do cultivo e interior do cultivo).

Capítulo 1

Antunes, N. T. B.; Fernandes, D. R. R. Análise Faunística da Assembleia de Ichneumonidae em Cultivo Convencional e Orgânico de Guaraná (*Paullinia cupana* var. sorbilis (Mart.) Ducke) na Amazônia Brasileira

Manuscrito de acordo com as normas do Arquivos do Instituto Biológico.

ANÁLISE FAUNÍSTICA DA ASSEMBLEIA DE ICHNEUMONIDAE EM CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO DE GUARANÁ (*Paullinia cupana* var. sorbilis (Mart.) Ducke) NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

RESUMO

O objetivo do trabalho foi caracterizar a assembleia de Ichneumonidae associada ao cultivo de guaraná (*Paullinia cupana*) de manejo convencional e orgânico, em Manaus (Amazonas, Brasil), através de análise faunística. As coletas foram realizadas na EMBRAPA, com o uso de armadilhas Malaise e Moericke, entre setembro de 2012 e fevereiro de 2013. Foram coletados 296 exemplares de Ichneumonidae, em 14 subfamílias, 41 gêneros e 63 morfoespécies. A análise faunística revelou a predominância de gêneros raros e pouco frequentes (54,2% no convencional e 47,1% no orgânico). *Venturia* Schrottky, 1902 destacou-se no manejo convencional como superabundante, superfrequente e constante (46,4% dos exemplares). No manejo orgânico, *Eiphosoma* Cresson, 1865 (15,6% dos exemplares), *Venturia* (15,1%), *Polycyrtidea* Viereck, 1913 (7%), *Stethantyx* Townes, 1971 (6%), *Enicospilus* Stephens, 1835 e *Diapetimorpha* Viereck, 1913 (ambos 5,5%), *Polycyrtus* Spinola, 1840 e *Podogaster* Brulle, 1846 (ambos 5%) foram muito abundantes, muito frequentes e constantes. As diferenças observadas refletem o tipo de manejo. No manejo orgânico, por não utilizar agroquímicos, há uma maior diversificação da paisagem. Já no manejo convencional há uma redução da riqueza e abundância, por possuir maior perturbação e uniformidade da paisagem. Esse estudo evidenciou o elevado número de gêneros raros, pouco frequentes e acidentais e expôs os grupos predominantes em cada sistema de manejo.

Palavras-chave: Agroecossistemas, Inimigos naturais, Parasitoides.

ABSTRACT

The study aimed to characterize the assemblage Ichneumonidae that are associated with the cultivation of Guarana (*Paullinia cupana)* in organic and conventional managements, in Manaus, Amazonas, Brazil, via faunistic analysis. The collected were realized at EMBRAPA, employing Malaise and Moericke traps, between September 2012 and February 2013. 296 Ichneumonidae was collected, represented in 14 subfamilies, 41 genera and 63 morphospecies. The faunistic analysis revealed a predominance of genera that are considered rare and infrequent (54.2% in conventional and 47.1% in organic managements). The genus *Venturia* Schrottky, 1902 excelled in conventional management as a super frequent, superabundant and constant (46.4% of specimens). For the organic management, *Eiphosoma* Cresson, 1865 (15.6% of the specimens), *Venturia* (15.1%), *Polycyrtidea* Viereck, 1913 (7%), *Stethantyx* Townes, 1971 (6%), *Enicospilus* Stephens, 1835 and *Diapetimorpha* Viereck, 1913 (both 5.5%), *Polycyrtus* Spinola, 1840 and *Podogaster* Brulle, 1846 (both 5%) were very abundant, very frequent and constant in organic management. In organic management, because it does not use agrochemicals, there is a greater diversification of the landscape. In conventional management there is a reduction of wealth and abundance, as it has greater disturbance and uniformity of the landscape. This study evidenced the high number of rare, infrequent and accidental genera and exposed the predominant groups in each management system.

Keywords: Agroecosystems, Natural enemies, Parasitoids.

INTRODUÇÃO

Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) tem cerca de 24 mil espécies válidas, distribuídas em 48 subfamílias (Yu et al., 2012). Em geral, são parasitoides solitários e a maioria de suas espécies, com biologia conhecida, ataca larvas e pupas de Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera (Gauld, 1991). No Brasil, a família está representada por 946 espécies

distribuídas em 225 gêneros (Fernandes et al., 2017).

Apesar da importância ecológica dos Ichneumonidae, o conhecimento do grupo para a maioria das regiões do país é escasso. Com a maior parte dos estudos realizados em áreas de Mata Atlântica, como os de Kumagai; Graf (2000), Guerra; Penteado-Dias (2002), Kumagai; Graf (2002), Kumagai (2002), Tanque et al. (2010) e Tanque et al. (2015), em área de Cerrado (Pádua et al., 2014), na Caatinga (Shimbori et al., 2014) e alguns em agroecossistemas, como o de Tempest et al. (1998) que estudou a fauna em seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) e Comério et al. (2012) em coqueiro anão verde (*Cocos nucifera* L.).

De modo geral, a assembleia de parasitoides associados aos cultivos é determinada pelas características do agroecossistema. Os sistemas convencionais de cultivo simplificam a estrutura física da paisagem agrícola, com maior dependência do uso de insumos, o que causa uma redução na diversidade de parasitoides nesses agroecossistemas (Estrada, 2008). Já em agroecossistemas menos perturbados e sem o uso intensivo de insumos agrícolas, a assembleia de parasitoides está relacionada à diversidade de culturas, cobertura do solo, presença de plantas daninhas e da vegetação adjacente ao cultivo (Estrada, 2008, Sandonato et al., 2010).

No Amazonas, o guaraná (*Paullinia cupana* var. sorbilis (Mart.) Ducke, Sapindaceae) é amplamente cultivado, com uma área de 8.029 hectares e produção de 744 toneladas em 2017, o que representa 22,6% da produção do país (IBGE, 2017). Entretanto, estudos básicos (de biologia e ecologia) da fauna, especialmente de inimigos naturais como predadores e himenópteros parasitoides, retardam o desenvolvimento de técnicas alternativas à conservação da biodiversidade e o controle de pragas associados ao cultivo do guaraná.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi caracterizar a assembleia de Ichneumonidae associada ao cultivo de guaraná (*Paullinia cupana*) de manejo convencional e orgânico, em

Manaus (Amazonas, Brasil), e através de análise faunística determinar os principais gêneros associados a cada manejo.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas nas dependências da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Amazônia Ocidental - AM (EMBRAPA), situada ao norte de Manaus (Amazonas, Brasil) em duas áreas de cultivo de guaraná (*Paullinia cupana* var. sorbilis (Mart.) Ducke): uma de manejo orgânico (2°53'29.14"S / 59°58'45.80"W) e outra de manejo convencional (2°53'42.18"S / 59°59'10.58"W).

A área de cultivo de manejo convencional possui 1,6 ha, com plantas cultivadas em espaçamento de 5 m x 5 m, foi estabelecida em 1986 e segue as recomendações de manejo de Pereira (2005). Durante o estudo nessa área, foi feita uma aplicação de inseticida em 1º de janeiro de 2013. A área de cultivo de manejo orgânico possui uma área de 3,9 ha, com plantas cultivadas em espaçamento de 5 m x 5 m e foi estabelecida em 2003. O manejo nessa área também segue as recomendações de Pereira (2005).

Em cada área de cultivo experimental foi selecionado dois pontos de coleta, distantes 60 m entre si. Em cada ponto de amostragem foram instaladas uma armadilha Malaise (modelo Townes, 1972) e quatro Moericke, com solução de água e detergente, dispostas ao redor da Malaise, distantes 5 m. Essas armadilhas foram escolhidas por serem eficientes na captura de Ichneumonidae (Noyes, 1989).

As amostragens ocorreram em intervalos quinzenais, em que as armadilhas ficaram montadas por quatro dias no cultivo. A solução de água e detergente das armadilhas de Moericke foi substituída a cada 24 horas para evitar a perda e deterioração do material. As 12 coletas foram feitas entre setembro de 2012 e fevereiro de 2013, durante a fase de floração e frutificação do guaraná.

Após as coletas, os Hymenoptera foram separados e identificados em nível de família (realizado por Schoeninger et al., *no prelo*). Posteriormente os Ichneumonidae identificados em nível de subfamília seguindo Palacio e Wahl (2006) e Gauld (2006). Para a identificação genérica foi utilizada literatura específica para cada grupo. A distribuição dos gêneros pelos estados brasileiros foi definida utilizando-se como base a distribuição presente em Fernandes et al., 2017, complementarmente foram adicionadas as distribuições genéricas esporádicas presentes na literatura. Em seguida, foi feita a identificação em morfoespécies com base em suas características morfológicas. Todos os indivíduos estão depositados na Coleção de Invertebrados do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, (Márcio Luiz de Oliveira, curador).

Cada sistema de manejo foi considerado uma comunidade com características próprias. Os principais grupos em cada manejo foram determinados pelos índices faunísticos de acordo com o método estabelecido por Silveira Neto et al. (1976). Para determinar os principais gêneros de cada comunidade, foram estimados os índices de abundância, frequência e constância dos gêneros de Ichneumonidae.

Para o índice de abundância, foi considerado o número total de indivíduos amostrados no ambiente e realizado o cálculo do intervalo de confiança (IC) das médias dos gêneros a 5% de probabilidade (Silveira Neto et al., 1976). Os gêneros foram classificados em: muitos abundantes quando o número de indivíduos foi maior que o limite superior do IC; abundantes, quando situado entre os limites superiores; comuns, quando dentro do IC; dispersas, quando o número de indivíduos menor que os limites inferiores do IC e raras, quando esse número foi menor que o limite inferior do IC (Ludwig; Reynolds, 1988).

A frequência relativa foi calculada pela divisão do número de indivíduos de um gênero pelo número total de indivíduos coletados e os valores obtidos expressos em porcentagem. O

índice de frequência é feito através da distribuição dos valores em histogramas e comparados com base no IC, com resultados classificados em pouco frequentes, frequentes e muito frequentes (Dajoz, 1973).

Para a constância, foi calculado a porcentagem multiplicando o número de amostras em que o gênero foi coletado por 100 e dividindo pelo total de amostras (Silveira Neto et al., 1976). Os gêneros foram classificados em: acidentais, quando coletados em menos de 25% das amostras; acessórias, quando presentes entre 25% e 50% das amostras e constantes quando o gênero foi capturado em mais de 50% das amostras (Silveira Neto et al., 1976).

Todos os índices faunísticos foram calculados pelo Software para análise faunística ANAFAU (Moraes et al., 2003) e os dados obtidos foram utilizados para determinar os principais gêneros associados aos sistemas de manejo.

Para comparar a riqueza foi gerado uma curva de rarefação individual sobre os dados de abundância das morfoespécies em cada sistema de manejo. Os valores de erro padrão (raiz quadrada da variância) foram convertidos em intervalo de confiança de 95% e representados graficamente. Os dados de abundância de cada sistema de manejo foram transformados por log para avaliar a proporção da abundância em função do número de gêneros amostrados e representados graficamente através do modelo broken stick de MacArthur. Ambos os gráficos foram gerados pelo programa Paleontological statistics software package for education and data analysis – PAST, versão 3.18 (Hammer et al., 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados ao todo 296 exemplares, pertencentes a 14 subfamílias, 41 gêneros e 63 morfoespécies. Do total, 13 exemplares (4,4 %) de Ichneumoninae não foram identificados ao nível de gênero e foram contabilizados como morfotipos. Das 63 morfoespécies amostradas,

19 foram capturados em ambos os sistemas de manejos (Fig. 1A). No manejo convencional foram amostrados 97 exemplares, classificados em 10 subfamílias e 24 gêneros. Já no manejo orgânico foram coletados 199 exemplares distribuídos em 14 subfamílias e 34 gêneros (tab. 1).

Tabela 1. Análise faunística aplicada aos gêneros de Ichneumonidae associados ao cultivo de *Paullinia cupana* convencional e orgânico da EMBRAPA em Manaus (Amazonas, Brasil).

(continua)

Táxon	Convencional					Orgânico				
	N.I	F	A	F	C	N.I	F	A	F	C
Anomaloninae										
Agrypon Forster, 1860	-	-	-	-	-	1	0,5	r	PF	Z
Podogaster Brulle, 1846	7	7,2	ma	MF	Y	10	5	ma	MF	W
Banchinae										
Lissonota Gravenhorst, 1829	1	1	r	PF	Z	-	-	-		-
Meniscomorpha Schmiedeknecht, 1907	-	-	-	-	-	1	0,5	r	PF	Z
Campopleginae										
Charops Holmgren, 1859	-	-	-	-	-	2	1	r	PF	Z
Microcharops Roman, 1910	-	-	-	-	-	3	1,5	d	PF	Y
Venturia Schrottky, 1902	45	46,4	sa	SF	W	30	15,1	ma	MF	W
Cremastinae										
Creagrura Townes, 1971	-	-	-	-	-	1	0,5	r	PF	Z
Eiphosoma Cresson, 1865	2	2,1	c	F	Z	31	15,6	ma	MF	W
Eutanygaster Cameron, 1911	-	-	-	-	-	4	2	c	F	Y
Xiphosomella Szepligeti, 1905	3	3,1	c	F	Z	6	3	c	F	Y
Cryptinae										
Acerastes Cushman, 1929	1	1	r	PF	Z	2	1	r	PF	Z
Agonocryptus Cushman, 1929	1	1	r	PF	Z	-	-	-		-
Cryptanura Brulle, 1846	-	-	-	-	-	1	0,5	r	PF	Z
Debilos Townes, 1966	5	5,2	ma	MF	Z	6	3	c	F	Y
Diapetimorpha Viereck, 1913	1	1	r	PF	Z	11	5,5	ma	MF	W
Glodianus Cameron, 1902	-	-	-	-	-	1	0,5	r	PF	Z
Golbachiela Townes, 1970	1	1	r	PF	Z	-	-	-		-
Lamprocryptus Schmiedeknecht, 1904	-	-	-	-	-	1	0,5	r	PF	Z
Lymeon Forster, 1869	2	2,1	c	F	Z	3	1,5	d	PF	Y
Mallochia Viereck, 1912	-	-	-	-	-	2	1	r	PF	Z
Messatoporus Cushmam, 1929	1	1	r	PF	Z	-	-	-		-
Photocryptus Viereck, 1913	-	-	-	-	-	6	3	c	F	Y
Polycyrtidea Viereck, 1913	1	1	r	PF	Z	14	7	ma	MF	W
Polycyrtus Spinola, 1840	3	3,1	c	F	Z	10	5	ma	MF	W
Rhinium Townes, 1966	3	3,1	c	F	Z	2	1	r	PF	Z
Toechorychus Townes, 1946	1	1	r	PF	Z	-	-	-		-
Whymperia Cameron, 1913	-	-	-	-	-	1	0,5	r	PF	Z

Tabela 1. Análise faunística aplicada aos gêneros de Ichneumonidae associados ao cultivo de *Paullinia cupana* convencional e orgânico da EMBRAPA em Manaus (Amazonas, Brasil).

(conclusão)

Táxon	Convencional	Orgânico	Táxon	Convencional	Orgânico	Táxon	Convencional	Orgânico	Táxon	Convencional
	N.I	F		N.I	F		N.I	F		N.I
Ctenopelmatinae										
Lathrolestes Forster, 1869	-	-	-	-	-	2	1	r	PF	Z
Ichneumoninae										
Ichneumoninae (gêneros não identificados)	6	6,2	ma	MF	Y	7	3,5	c	F	Y
Joppa Fabricius, 1804	3	3,1	c	F	Z	-	-	-		-
Labeninae										
Apechoneura Kriechbaumer, 1890	1	1	r	PF	Z	-	-	-		-
Grotea Cresson, 1864	1	1	r	PF	Z	1	0,5	r	PF	Z
Mesochorinae										
Mesochorus Gravenhorst, 1829	1	1	r	PF	Z	2	1	r	PF	Z
Nesomesochorinae										
Nonnus Cresson, 1874	-	-	-	-	-	3	1,5	d	PF	Y
Ophioninae										
Enicospilus Stephens, 1835	1	1	r	PF	Z	11	5,5	ma	MF	W
Orthocentrinae										
Eusterinx Forster, 1869	-	-	-	-	-	4	2	c	F	Y
Orthocentrus Gravenhorst, 1829	1	1	r	PF	Z	5	2,5	c	F	Y
Plectiscidea Viereck, 1914	-	-	-	-	-	1	0,5	r	PF	Z
Tersilochinae										
Stethantyx Townes, 1971	5	5,2	ma	MF	Y	12	6	ma	MF	W
Tryphoninae										
Netelia Gray, 1860	-	-	-	-	-	2	1	r	PF	Z

N.I = número de indivíduos amostrados. F (%) = frequência. A = índice de abundância: sa = superabundante, ma = muito abundante, a = abundante, c = comum, d = dispersa e r = rara. F = índice de frequência: SF = superfrequente, MF = muito frequente, F = frequente e PF = pouco frequente. C = constância: W = constante, Y = acessória e Z = acidental.

A curva de rarefação indica que a riqueza do manejo orgânico foi superior a riqueza observada no sistema de manejo convencional (Fig. 1B). Entretanto, vale salientar que ambas as curvas não possuem tendência a estabilização, o que pode indicar uma deficiência na amostragem para esse grupo de insetos. Apesar da eficiência das armadilhas para a captura de Ichneumonidae (Noyes, 1989), o número de armadilhas utilizadas por manejo pode ter sido

insuficiente para uma amostragem representativa, o que contribuiria para o elevado número de gêneros considerados raros. Para melhor representatividade, sugere-se a utilização de mais de uma armadilha Malaise e quatro Moericke por área.

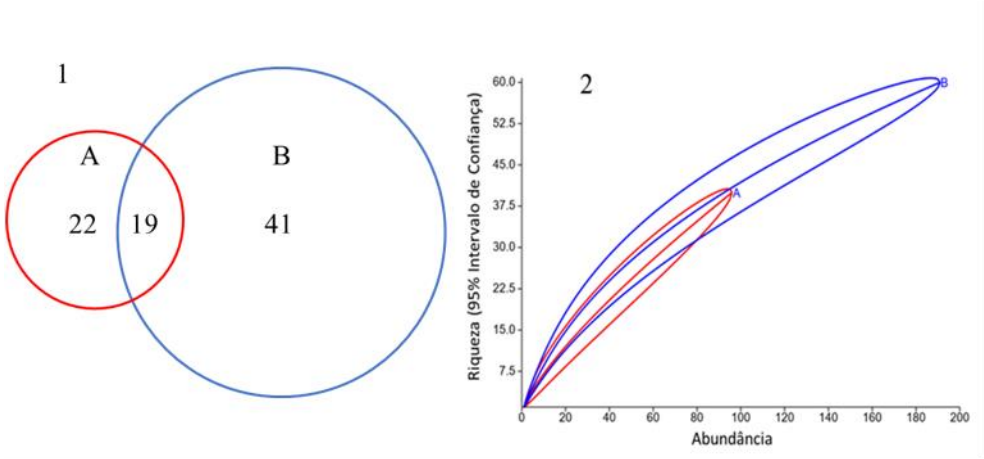

Figura 1. Morfoespécies de Ichneumonidae amostrados durante o período de floração de *Paullinia cupana*, em sistema de manejo convencional e orgânico da EMBRAPA em Manaus (Amazonas, Brasil). A: Sistema de manejo convencional; B: Sistema de manejo orgânico. 1 - Diagrama de Venn, diâmetro dos círculos representam a riqueza entre os manejos. 2 - Curva de rarefação.

Os resultados da análise faunística revelam que a maioria dos gêneros amostrados foram considerados raros, pouco frequentes e acidentais. Em relação a abundância e frequência relativa, no manejo convencional, entre os 24 gêneros capturados, 13 (54,2%) gêneros foram considerados raros e pouco frequentes, seis (25 %) comuns e frequentes, quatro (16,7%) muito abundantes e muito frequentes e apenas *Venturia* Schrottky, 1902 (4,1%) como superabundante e super frequente (Fig. 2A). Para o manejo orgânico, dos 34 gêneros, 16 (47,1%) foram considerados raros e três (8,8%) dispersos, estes 19 gêneros foram pouco frequentes, sete (20,6%) foram comuns e frequentes e 8 (23,5%) muito abundantes e muito frequentes (Fig. 2B).

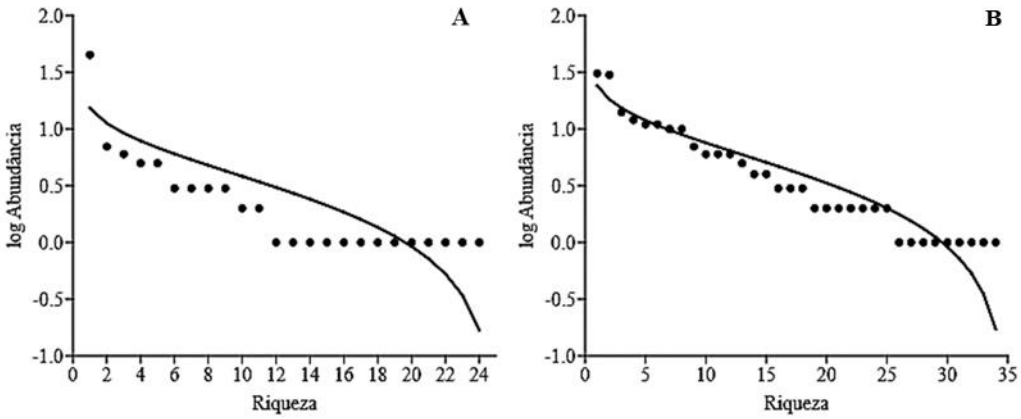

Figura 2. Abundância gêneros de Ichneumonidae amostrados durante o período de floração de *Paullinia cupana* da EMBRAPA, em Manaus (Amazonas, Brasil), no modelo brocken stick. Em A, gêneros amostrados em sistema de manejo convencional; em B, gêneros amostrados em sistema de manejo orgânico.

Levantamentos da assembleia de Ichneumonidae são escassos em agroecossistemas no Brasil (Perioto et al., 2002) e os poucos estudos foram realizados em plantio de seringueira *Hevea brasiliensis* (Euphorbiaceae) (Tempest et al., 1998) e em plantio de coqueiro anão verde *Cocos nucifera* (Arecaceae) (Comério et al., 2012). Dessa maneira, esse estudo é pioneiro para o conhecimento da assembleia de Ichneumonidae no cultivo do guaraná.

A maior riqueza e abundância encontrada no manejo orgânico está relacionada às características do cultivo. O manejo orgânico não utiliza agroquímicos, o que permite uma maior diversificação da paisagem. No manejo convencional existe uma tendência geral na redução da riqueza e abundância, tanto de flora como da fauna nativa, por possuir maior perturbação devido à utilização de agroquímicos, manejo do solo e pela uniformidade da paisagem (Pfiffner; Luka, 2000).

Essa maior perturbação no manejo convencional ocasiona em uma elevada incidência de gêneros considerados raros, pouco frequentes e acidentais. Já no manejo orgânico, devido a

maior diversificação da paisagem, há uma distribuição mais homogênea nos índices analisados. Entretanto, para ambos os manejos teve a predominância de gêneros considerados raros. Estudos realizados em floresta tropical e subtropical, verificaram que a porcentagem de espécies raras em diferentes coletas de artrópodes é de cerca de 60% (Noyes, 1989; Coddington et al., 2009, Holdefer; Garcia, 2015), valor próximo ao obtido nesse estudo para Ichneumonidae. Novotný; Basset (2000) ao estudar a elevada taxa de espécies raras em comunidades de insetos herbívoros, sugeriram que a riqueza de espécies é influenciada por um afluxo constante dos insetos das plantas adjacentes. Uma vez que Ichneumonidae possui uma ampla diversidade de hospedeiros, esses parasitoides podem ter migrado para o cultivo seguindo esse afluxo.

Os principais grupos determinados pela análise faunística foram *Venturia* Schrottky, 1902 que foi superabundante, superfrequente e constante, com 46,4% dos exemplares coletados no manejo convencional. No manejo orgânico, os gêneros *Eiphosoma* Cresson, 1865 (15,6% dos exemplares), *Venturia* (15,1% dos exemplares), *Polycyrtidea* Viereck, 1913 (7% dos exemplares), *Stethantyx*, Townes 1971 (6% dos exemplares), *Enicospilus* Stephens, 1835 e *Diapetimorpha* Viereck, 1913 (ambos 5,5% dos exemplares), *Polycyrtus* Spinola, 1840 e *Podogaster* Brulle, 1846 (ambos 5% dos exemplares) tiveram índices de muito abundantes, muito frequentes e constantes.

A predominância e constância desses grupos nos manejos orgânico e convencional pode ser devido a disponibilidade de hospedeiros (Tab. 2). De acordo com Gondin (1984), Lepidoptera e Coleoptera representaram 38% dos visitantes florais do guaraná e esses são os hospedeiros mais frequentes de Ichneumonidae. Apenas Brachycyrtinae, Diplazontinae, Neorhacodinae e Orthocentrinae não incluem essas ordens entre seus hospedeiros (Fernández-Triana; Ravelo, 2006).

Tabela 2 - Principais gêneros de Ichneumonidae amostrados durante o período de floração de Paullinia cupana da EMBRAPA, em Manaus (Amazonas, Brasil) e seus hospedeiros.

Táxon	Hospedeiros	Referências
Anomaloninae		
Podogaster Brulle, 1846	Larvas de Saturnidae e Pyralidae (Lepidoptera)	Gonzáles-Moreno; Bordera, 2013
Campopleginae		
Venturia Schrottky, 1902	Larvas de Pyraloidea (Lepidoptera)	Gauld, 1984; Sandonato et al., 2010; González; Berrio, 2015
Cremastinae		
Eiphosoma Cresson, 1865	Larvas de Pyralidae e Noctuidae (Lepidoptera)	Gauld, 2000; Fernández-Triana; Ravelo, 2007
Cryptinae		
Diapetimorpha Viereck, 1913	Pupas de Noctuidae (Lepidoptera)	Hanson; Gauld, 2006
Polycyrtidea Viereck, 1913	Sem registro de hospedeiros.	----------
Polycyrtus Spinola, 1840	Crambidae (Lepidoptera)	Kasparyan; Cancino, 2008
Ophioninae		
Enicospilus Stephens, 1835	Larvas de Lepidoptera	Gauld; Mitchell 1978; Gauld; Mitchell, 1981; Gauld, 1988
Tersilochinae		
Stethantyx Townes, 1971	Nitidulidae e Curculionidae (Coleoptera)	Williams et al., 1984; Khalaim et al., 2013

Com base na distribuição registrada dos gêneros no Brasil, foi possível verificar que *Plectiscidea* Viereck, 1914 é registrado pela primeira vez para o país e *Acerastes* Cushman, 1929, *Agonocryptus* Cushman, 1929, *Charops* Holmgren, 1859, *Creagrura* Townes, 1971, *Eusterinx* Forster, 1869, *Eutanygaster* Cameron, 1911, *Glodianus* Cameron, 1902, *Golbachiela* Townes, 1970, *Grotea* Cresson, 1864, *Lathrolestes* Forster, *Lissonota* Gravenhorst, 1869, *Mallochia* Viereck, 1912, *Meniscomorpha* Schmiedeknecht, 1907, *Mesochorus* Gravenhorst, 1829, *Orthocentrus* Gravenhorst, 1829, *Polycyrtidea* Viereck, 1913, *Polycyrtus* Spinola, 1840, *Rhinium* Townes, 1966, *Stethantyx* Townes, 1971 e *Venturia* Schrottky, 1902 são registrados pela primeira vez para o estado do Amazonas (Tab. 3).

Tabela 3 - Número de morfoespécies e distribuição dos gêneros de Ichneumonidae associados ao cultivo de 2 Paullinia cupana convencional e orgânico da EMBRAPA em Manaus (Amazonas, Brasil).

(continua)

Táxon	Morfoespécies	Distribuição	Referências
Anomaloninae			
Agrypon Forster, 1860	1	AM, ES PA, RS	Fernandes et al., 2017
Podogaster Brulle, 1846	2	AM, ES, MS, PA, PR, SC, SP	Shimbori et al., 2014; Fernandes et al., 2017
Banchinae			
Lissonota Gravenhorst, 1829	1	AM*, PR, SP	Kumagai; Graf, 2000
Meniscomorpha Schmiedeknecht, 1907	1	AM*, PR, SP	Fernandes et al., 2017
Campopleginae			
Charops Holmgren, 1859	1	AM*, CE, ES, PB, PE, PI, PR, RN, SP	Kumagai; Graf, 2000; Sandonato et. al., 2010; Fernandes et al., 2017
Microcharops Roman, 1910	1	AM, BA, CE, DF, GO, MS, PA, PE, PR, RJ, RO, SC, SP	Shimbori et al., 2014; Fernandes et al., 2017
Venturia Schrottky, 1902	3	AM*, MS, PR, RS, SP	Kumagai; Graf, 2000; Shimbori et al., 2017; Fernandes et al., 2017
Cremastinae			
Creagrura Townes, 1971	1	AM*, ES, RJ	Azevedo et al., 2015; Fernandes et al., 2017
Eiphosoma Cresson, 1865	5	AM, BA, CE, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PI, PR, RJ, RN, SP	Kumagai; Graf, 2000; Fernandes et al., 2017
Eutanygaster Cameron, 1911	1	AM*, ES, SP	Azevedo et al., 2015; Fernandes et al., 2017
Xiphosomella Szepligeti, 1905	6	AM, SC, ES, PA, PR	Azevedo et al., 2015; Fernandes et al., 2017
Cryptinae			
Acerastes Cushman, 1929	2	AM*, ES, PR, RJ, SC	Kumagai; Graf, 2000; Azevedo et al., 2015; Fernandes et al., 2017
Agonocryptus Cushman, 1929	1	AM*, PA, RO, CE, PE, PB, MT, GO, ES, MG, SP, RJ, PR, SC	Kumagai; Graf, 2000; Fernandes et al., 2017
Cryptanura Brulle, 1846	1	AM, PI, RN, ES, MG, SP, RJ, PR, SC	Kumagai; Graf, 2000; Azevedo et al., 2015; Fernandes et al., 2017
Debilos Townes, 1966	2	AC, AM, PA, RO, BH, ES, MG, RJ	Scherrer; Aguiar, 2012; Fernandes et al., 2017
Diapetimorpha Viereck, 1913	4	AM, RJ, PR, SC	Kumagai; Graf, 2000, Fernandes et al., 2017
Glodianus Cameron, 1902	1	AM*, RJ, PR	Kumagai; Graf, 2000, Fernandes et al., 2017

Tabela 3 - Número de morfoespécies e distribuição dos gêneros de Ichneumonidae associados ao cultivo de 2 Paullinia cupana convencional e orgânico da EMBRAPA em Manaus (Amazonas, Brasil).

(continua)

Táxon	Morfoespécies	Distribuição	Referências
Golbachiela Townes, 1970	1	AM*, ES	Azevedo et al., 2015
Lamprocryptus Schmiedeknecht, 1904	1	AM, ES, PI, MT, RS	Azevedo et al., 2015, Fernandes et al., 2017
Lymeon Forster, 1869	3	AM, PA, PI, MG, RJ, PR, SC	Kumagai; Graf, 2000, Fernandes et al., 2017
Mallochia Viereck, 1912	1	AM*, PR, SC	Kumagai; Graf, 2000, Fernandes et al., 2017
Messatoporus Cushmam, 1929	1	AM, PA, RO, BH, PE, RN, MT, GO, ES, MG, SP, RJ, PR, SC, RS	Azevedo et al., 2015, Fernandes et al., 2017
Photocryptus Viereck, 1913	1	AM, AP, ES, GO, MG, PA, PR, RJ, RO, RR, SP, SC	Kumagai; Graf, 2000; Aguiar; Santos, 2009; Fernandes et al., 2017
Polycyrtidea Viereck, 1913	2	AM*, ES	Azevedo et al., 2015; Fernandes et al., 2017
Polycyrtus Spinola, 1840	4	AM*, PR	Kumagai; Graf, 2000
Rhinium Townes, 1966	5	AM*, ES	Azevedo et al., 2015
Toechorychus Townes, 1946	1	AM, AP, BH, ES, GO, MG, MT, PA, PR, RJ, RO, SC, SP	Tedesco; Aguiar, 2013, Fernandes et al., 2017
Whymperia Cameron, 1913	1	AM, PA	Fernandes et al., 2017
Ctenopelmatinae			
Lathrolestes Forster, 1869	1	AM*, MG	Fernandes et al., 2017
Ichneumoninae			
Ichneumoninae	7	AM, BA, ES, MG, PA, PE, PI, PR, RJ, RS, SC, SP	Fernandes et al., 2017
Joppa Fabricius, 1804	1	AM, BA, ES, GO, MG, PA, PE, PI, PR, RJ, RS, SC, SP	Fernandes et al., 2017; Kumagai; Graf, 2000
Labeninae			
Apechoneura Kriechbaumer, 1890	1	AM, ES, MG	Fernandes et al., 2017
Grotea Cresson, 1864	1	AM*, ES, RJ	Azevedo et al., 2015; Fernandes et al., 2017
Mesochorinae			
Mesochorus Gravenhorst, 1829	3	AM*, BA, CE, GO, MG, PA, PB, PE, PE, PI, PR, RJ, RN, RR, SC, SP	Fernandes et al., 2017
Nesomesochorinae			
Nonnus Cresson, 1874	1	AM, CE, ES, GO, MT, PI, PR, RJ, RS, SP	Azevedo et al., 2015; Fernandes et al., 2017; Kumagai; Graf, 2000

Tabela 3 - Número de morfoespécies e distribuição dos gêneros de Ichneumonidae associados ao cultivo de 2 Paullinia cupana convencional e orgânico da EMBRAPA em Manaus (Amazonas, Brasil).

(conclusão)

Táxon	Morfoespécies	Distribuição	Referências
Ophioninae			
Enicospilus Stephens, 1835	5	AL, AM, BA, CE, DF, ES, GO, MG, MS, MT, PB, PE, PI, PR, RJ, RN, RO, RS, SC, SP	Fernandes et al., 2014
Orthocentrinae			
Eusterinx Forster, 1869	2	AM*, PR	Kumagai; Graf, 2000
Orthocentrus Gravenhorst, 1829	3	AM*, ES, PB, PR, RN, SC	Azevedo et al., 2015; Fernandes et al., 2017; Kumagai; Graf, 2000
Plectiscidea Viereck, 1914	1	AM**	
Tersilochinae			
Stethantyx Townes, 1971	1	AM*, ES, MG, PR, RJ, SC, SP	Azevedo et al., 2015; Fernandes et al., 2017
Tryphoninae			
Netelia Gray, 1860	1	AM, BA, CE, ES, GO, MS, MT, PB, PE, PR, RJ, SC	Fernandes et al., 2017; Kumagai; Graf, 2000

* Novo registro para o estado do Amazonas; ** Novo registro para o país; *** Com registro para o país, sem especificações do estado. AL = Alagoas; AP = Amapá; AM = Amazonas; BA = Bahia; CE = Ceará; DF = Distrito Federal; ES = Espírito Santo; GO = Goiás; MA = Maranhão; MT = Mato Grosso; MS = Mato Grosso do Sul; MG = Minas Gerais; PA = Pará; PB = Paraíba; PR = Paraná; PE = Pernambuco; PI = Piauí; RJ = Rio de Janeiro; RN = Rio Grande do Norte; RS = Rio Grande do Sul; RO = Rondônia; RR = Roraima; SC = Santa Catarina; SP = São Paulo; TO = Tocantins.

Whymperia Cameron, 1913 não possuem distribuição conhecida no território brasileiro, é mencionado como coletados no Brasil, sem definir o local de coleta. Assim, esse estudo também faz a primeira menção de local de ocorrência para esse gênero no Brasil.

Para o Brasil, atualmente, são registrados 225 gêneros em 27 subfamílias e para o Amazonas 31 gêneros em 13 subfamílias (Fernandes et al., 2017). Esse estudo eleva de 31 para 56 gêneros conhecidos no Amazonas e registra pela primeira vez Banchinae, Ctenopelmatinae, Mesochorinae, Orthocentrinae e Tersilochinae no estado, elevando de 13 para 18 subfamílias amostradas.

O número de gêneros amostrados demonstra o potencial da região amazônica para estudos da diversidade do grupo, bem como os novos registros evidenciam a ausência de estudos na região e no país. Levantamento da fauna de Ichneumonidae realizado no nordeste brasileiro identificou 17 gêneros dos quais 14 eram novos registros para a região e destacou a dificuldade de identificação dos espécimes, devido à falta de literatura que incluam a fauna brasileira. Em estudo realizado no Espírito Santo por Azevedo et al. (2015), com esforço amostral de dois anos de coleta, foram registrados 100 gêneros para o estado. Já em levantamento realizado no Mato Grosso do Sul, foram encontrados na literatura apenas 20 gêneros registrados para o estado (Shimbori et al., 2017).

A maioria dos gêneros registrados para o estado pela primeira vez nesse estudo foram amostrados no manejo orgânico do guaraná. Isso indica que a intensidade do manejo afeta a fauna de Ichneumonidae e que o manejo orgânico, aparentemente, contribui para a manutenção dos gêneros nesse sistema, o que poderia ser comprovado com a realização de estudos em um número maior de propriedades.

CONCLUSÕES

Esse estudo possibilitou caracterizar a assembleia de Ichneumonidae presente no cultivo convencional e orgânico de guaraná (*Paullinia cupana*), em uma área experimental da EMBRAPA- Manaus (Amazonas, Brasil), ao evidenciar o elevado número de gêneros raros, pouco frequentes e acidentais e expor os grupos predominantes em cada sistema de manejo. Espera-se que os resultados obtidos forneçam subsídios para novos estudos relacionados a biologia e ecologia do grupo em agroecossistemas.

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-graduação em Entomologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do estado do Amazonas (FAPEAM) pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A.P.; SANTOS, B.F. Biological synopsis of *Photocryptus* Viereck (Hymenoptera, Ichneumonidae, Cryptinae), with eight new host records and fourteen new geographic records. *Zootaxa*, v.2148, p. 49-54, 2009.

AZEVEDO, C.O.; DAL MOLIN, A.; PENTEADO-DIAS, A.; MACEDO, A.C.C.; RODRIGUEZ, B.; DIAS, B.Z.K.; WAICHERT, C.; AQUINO, D.; SMITH, D. R.; SHIMBORI, E.M.; NOLL, F.B.; GIBSON, G.; ONODY, H.C.; CARPENTER, J.M.; LATTKE, J.E.; RAMOS, K.S.; WILLIAMS, K.; MASNER, L.; KIMSEY, L.S.; TAVARES, M.T.; OLMI, M.; BUFFINGTON, M.L.; OHL, M.; SHARKEY, M.; JOHNSON, N.F.; KAWADA, R.; GONÇALVES, R.B.; FEITOSA, R.M.; HEYDON, S.; GUERRA, T.M.; SILVA, T.S.R.; COSTA, V. Checklist of the genera of Hymenoptera (Insecta) from Espirito Santo. *Boletim do Museu Biológico Mello Leitão*, vol.37, n.3, p.313-343, 2015.

CODDINGTON, J.A.; AGNARSSON, I.; MILLER, J.A.; KUNTNER, M.; HORMIGA, G. Undersampling bias: the null hypothesis for singleton species in tropical arthropod surveys. *Journal of Animal Ecology*. v.78, p.573–584, 2009. DOI. 10.1111/j.1365-2656.2009.01525.x.

COMÉRIO, E.F.; ONODY, H.C.; BENASSI, V.L.R.M. Levantamento da fauna de

Ichneumonidae (Hymenoptera) em cultivo de coqueiro anão verde associado às plantas invasoras. *EntomoBrasilis*. v.5, n. 2, p.109-114, 2012.

DAJOZ, R. (Ed.). *Ecologia Geral*. Petrópolis: Vozes. 1973. 472p.

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

FERNANDES, D.R.R; SANTOS, B.F.; PÁDUA, D.G.; ARAUJO, R.O. Ichneumonidae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. 2017. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/2248>. Acesso em: 23 Jun. 2017

FERNÁNDEZ-TRIANA, J.L.; RAVELO, H.G. A taxonomic review of Cuban *Eiphosoma Cresson* (Hymenoptera: Ichneumonidae) with biogeographical notes. *Zootaxa*, v.1655, p.49-61, 2007

GAULD, I.D. *An introduction to the Ichneumonidae of Australia; with a contribuition of Metopiina by M.G Fitton. British Museum (Natural History)*. London. 1984. 413p.

GAULD, I.D. A survey of the Ophioninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) of tropical Mesoamerica with special reference to the fauna of Costa Rica. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, Entomology series, Londres, v.57, p.1-309, 1988.

GAULD, I.D. The Ichneumonidae of Costa Rica, 1. Introduction, keys to subfamilies, and keys to the species of the lower Pimpliform subfamilies Rhyssinae, Poemeniinae, Acaenitinae and Cylloceriinae. *Memoirs of the American Entomological Institute*, v.47, p.1-589, 1991.

GAULD, I.D. The Ichneumonidae of Costa Rica, 3. Introduction and keys to species of the

subfamilies Brachycyrtinae, Cremastinae, Labeninae and Oxytorinae, with an appendix on the Anomaloninae. *Memoirs of the American Entomological Institute*, v.63, p.1-453, 2000.

GAULD, I.D. Familia Ichneumonidae, p: 446-487. In: HANSON, P. E.; GAULD, I. D. (eds.). *Hymenoptera de la Region Neotropical*. Memoirs of the American Entomological Institute, v.77, p. 994, 2006.

GAULD, I.D.; MITCHELL, P.A. *The taxonomy, distribution and host preferences of African parasitic wasps of the subfamily Ophioninae. Londres.* Commonwealth Institute of Entomology. 1978. 287p.

GAULD, I.D.; MITCHELL, P.A. *The taxonomy, distribution and host preferences of Indo-Papuan parasitic wasps of the subfamiliy Ophioninae*. Londres: Commonwealth Institute of Entomology. 1981. 611p.

GONDIN, C.J.E. Alguns aspectos da biologia reprodutiva do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var . sorbilis (Mart.) Ducke – Sapindaceae. *Acta Amazônica*, v.14, n.1-2, p.9-38. 1984.

GONZÁLEZ, R.C.; BERRIO, A.R. Diversidad de avispas parasitoides (Hymenoptera) en agroecosistemas de palto (*Persea americana* Mill.) y mandarina (*Citrus* spp.) en Cañete, Lima, Perú. *Aporte Santiaguino*, v.8, n.2, p.207-218, 2015.

GONZÁLEZ-MORENO, A.; BORDERA, S. Review of Mexican Species of *Podogaster* Brull, (Hymenoptera: Ichneumonidae: Anomaloninae) with Description of Two New Species. *Neotropical entomology*, v.42, p.39-51, 2013. DOI: 10.1007/s13744-012-0082-4.

GUERRA, T.M.; PENTEADO-DIAS, A.M. Abundância de Ichneumonidae (Hymenoptera) em área de mata em São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum: Biological*

Sciences, v.24, n.2, p.363-368, 2002.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RIAN, P.D. *Past: Palaeonthological statistics software package for education and data analysis.* Versão. 3,18, 2001. Disponível em: <https://folk.uio.no/ohammer/past/> Acesso em: 12 dez. 2017.

HANSON, P.E.; GAULD, I.D. Hymenoptera de la Región Neotropical. *Memoirs of the American Entomological Institute*, Gainesville v.77, p.1-994, 2006.

HOLDEFER, D.R.; GARCIA, F.R.M. Análise faunística de cerambicídeos (Coleoptera, Cerambycidae) em floresta subtropical úmida brasileira. *Entomotropica*, v.30, n.13, p.118–134, 2015.

IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro, v.30 n.12, p.1-82, 2017. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo_Indicadores_IBGE/2017/estProdAgr_201712.pdf> Acesso em: 27 jun. 2017.

KASPARYAN, D.R.; RUÍZ-CANCINO, E. *Cryptini de México (Hymenoptera: Ichneumonidae: Cryptinae) Parte II, Serie Avispas Parasíticas de Plagas y otros Insectos n.2*, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 2008. 373p.

KHALAIM, A.I.; RUÍZ-CANCINO, E. Mexican species of the genus *Stethantyx* Townes (Hymenoptera, Ichneumonidae, Tersilochinae). *ZooKeys*, v.360, p.83-94, 2013. doi:10.3897/zookeys.360.6362.

KUMAGAI, A.F.; GRAF, V. Ichneumonidae (Hymenoptera) de áreas urbana e rural de

Curitiba, Paraná, Brasil. *Acta Biológica Paranaense*, v.29, n.1, 2, 3, 4:153-168, 2000.

KUMAGAI, A.F.; GRAF, V. Biodiversidade de Ichneumonidae (Hymenoptera) e monitoramento das espécies de Pimplinae e Poemeniinae do Capão da Imbuia, Curitiba, Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.19, n.2, p.445-452. 2002. DOI. 10.1590/S0101-81752002000200010.

KUMAGAI, A.F. Os Ichneumonidae (Hymenoptera) da Estação Ecológica da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, com ênfase nas espécies de Pimplinae. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.46, n.2, p.189-194, 2002. DOI. http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262002000200011.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS J.F. *Statistical Ecology*. A Primer on methods and computing. New York: John Wiley e Sons, INC. 1988. 337p.

MORAES, R.C.B.; HADDAD, M.L.; SILVEIRA-NETO, S; REYES, A.E.L. Software para análise faunística - AnaFau. In: Simpósio de Controle Biológico, 2003, São Pedro, SP. Resumos - 8º Siconbiol. São Pedro. 2003. 195p. Disponível em: < http://www.lea.esalq.usp.br/anafau/anafau.php> Acesso em: 02 fev. 2017.

NOVOTNÝ, V.; BASSET, Y. Rare species in communities of tropical insect herbivores: pondering the mystery of singletons. *Oikos*, v.89, p.564-572, 2000. DOI. 10.1034/j.1600-0706.2000.890316.x.

NOYES, J.S. A study of five methods of sampling Hymenoptera (Insecta) in a tropical rainforest, with special reference to the Parasitica. *Journal of Natural History*, v.23, p.285-298, 1989. DOI. 10.1080/00222938900770181.

PÁDUA, D.G.; ZAMPIERON, S.L.M.; NUNES, J.F. Composition of the Families of

Parasitoids Wasp in the Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brazil. EntomoBrasilis, v.7, n.3, p.199-206, 2014. DOI:10.12741/ebrasilis.v7i3.443

PALACIO, E.E.; WAHL, D.B. Familia Ichneumonidae, p: 293- 330. In: FERNÁNDEZ, F.; Sharkey, M. J. (Eds.). *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Bogotá, Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, 2016, 894 p.

PEREIRA, J.C.R. Cultura do guaranazeiro no Amazonas. 4º ed. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. 21p.

PERIOTO, N.W.; LARA, R.I.R.; SANTOS, J.C.C.; SELEGATTO, A. Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados em cultura de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (Malvaceae), no município de Ribeirão Preto, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.46, n.2, p.165-168, 2002. DOI: 10.1590/S0085-56262002000200008

PFIFFNER, L.; LUKA, A.H. Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent semi-natural habitats. *Agriculture, Ecosystem & Environment*, v.78, p.215-222, 2000.

SANDONATO, D.L.; ONODY, H.C.; PENTEADO-DIAS, A.M. Fauna de Campopleginae (Hymenoptera, Ichneumonidae) em hortas orgânicas em Araraquara e São Carlos, SP, Brasil. *Biota Neotropica,* v.10, n.2, p.117-121, 2010.

SCHERRER, M.V.; AGUIAR, A.P. A review of *Debilos* Townes (Hymenoptera, Ichneumonidae, Cryptinae) with description of twenty-seven new species. *Zootaxa*, v.3469, p.1-76, 2012.

SHIMBORI, E.M.; LOFFREDO, A.P.S.; CASTRO, C.S.; BORTONI, M.A.; PENTEADO-

DIAS, A.M. Contribuição ao conhecimento da fauna de Ichneumonoidea (Hymenoptera) do Semiárido brasileiro, p. 139-152. In: Bravo, F.; Calor, A. (eds) Artrópodes do Semiárido: Biodiversidade e Conservação. Feira de Santana: Print Mídia, 2014, 298 p.

SHIMBORI, E.M; ONODY H.C; FERNANDES, D.R.R.; SILVESTRE, R.; TAVARES M.T.; PENTEADO-DIAS, A.M. Hymenoptera "Parasitica" in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. Iheringia, Série Zoologia, 107(supl.): e2017121, 2017. DOI: 10.1590/1678-4766e2017121

SILVEIRA-NETO, S.; NAKANO, O.; BARDIN, D.; VILA NOVA, N.A. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Agronômica Ceres. 1976. 420p.

TANQUE, R.L.; KUMAGAI, A.F.; FRIEIRO-COSTA, F.A.; SOUZA, B. Ichneumonidae (Insecta: Hymenoptera) da Reserva do Boqueirão, Ingaí – MG. *Revista Brasileira de Zoociência*, v.12, n.3, p.241-247, 2010.

TANQUE, R.L.; KUMAGAI, A.F.; SOUZA, B. KORASAKI, V. Structure and Dynamics of the Taxocenoses of Pimplinae, Poemeniinae, Rhyssinae, Anomaloninae and Metopiinae in an Urban Secondary Semideciduous Montane Forest. *Neotropical entomology*, v.44, p.224-231, 2015. DOI: 10.1007/s13744-015-0275-80

TEDESCO, A.M.; AGUIAR, A.P. Phylogeny and Revision of *Toechorychus* Townes (Hymenoptera, Ichneumonidae, Cryptinae), with descriptions of thirty-five new species. *Zootaxa*, v.3633, n.1, p.001-138, 2013.

TEMPEST, A.M.; BERGMANN, E.C.; FARIA, A.M; PENTEADO-DIAS, A.M; IMENES, S.D.L.; GUERRA, T.M. Sobre os Ichneumonidae presentes em cultura de seringueira

(*Hevea brasiliensis*). *Arquivos do Instituto Biológico,* v.65, n.2, p.63-68, 1998.

WILLIAMS, R.N.; WEISS, M.J.; KEHAT, M.; BLUMBERG, D. The hymenopterous parasites of Nitidulidae. *Phytoparasitica*, v.12, p.53-64, 1984. DOI: 10.1007/BF02980798

YU, D.S.; ACHTERBERG, C.; HORSTMANN, K. Taxapad Ichneumonoidea. 2012. Disponível em: <www.taxapad.com> Acesso em: 21 jan 2017.

Capítulo 2

Antunes, N. T. B.; Baccaro, F. B.; Souza, J. L. P.; Fernandes, D. R. R. Efeito da Vegetação Adjacente ao Cultivo Convencional e Orgânico de Guaraná (*Paullinia cupana* var. sorbilis (Mart.) Ducke) na Assembleia de Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) na Amazônia Brasileira

Manuscrito de acordo com as normas da Peer J.

ASSEMBLEIA DE ICHNEUMONIDAE (HYMENOPTERA: ICHNEUMONOIDEA) ASSOCIADO AO CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO DE GUARANÁ (*Paullinia cupana* var. sorbilis (Mart.) Ducke) E DA VEGETAÇÃO ADJACENTE NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Nicanor Tiago Bueno Antunes[1], Fabricio Beggiato Baccaro[1,3], Jorge Luiz Pereira de Souza[1,2], Daniell Rodrigo Rodrigues Fernandes[1]

[1]Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA, Manaus, Amazonas, Brasil
[2]Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia, ICET, Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Itacoatiara, Amazonas, Brasil
[3]Departamento de Biologia, Instituto de Ciências Biológicas, ICB, Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Manaus, Amazonas, Brasil

Autor para correspondência:
Nicanor Antunes
Endereço de E-mail: tiagobueno.a@hotmail.com

Resumo

O guaraná (*Paullinia cupana*, Sapindaceae) é amplamente cultivado no estado do Amazonas, com uma produção que representa 22,6% da produção total do país. Entretanto, existe uma carência de estudos básicos da fauna associada ao cultivo, especialmente de himenópteros parasitoides, que atuam no controle biológico de pragas. Entre os parasitoides destaca-se os Ichneumonidae, com mais de 24 mil espécies descritas no mundo e 947 para o Brasil. O presente estudo teve como objetivos comparar a assembleia de Ichneumonidae da vegetação adjacente aos manejos orgânico e convencional do cultivo do guaraná com a assembleia associada a borda e interior dos manejos e verificar a similaridade na composição de espécies de Ichneumonidae entre os ambientes estabelecidos em cada manejo (mata, borda do cultivo e interior do cultivo). As coletas foram realizadas na EMBRAPA, com o uso de armadilhas Malaise e Moericke, entre setembro de 2012 e fevereiro de 2013, em uma área de cultivo convencional, uma de cultivo orgânico e na vegetação adjacente. Diferenças da abundância, riqueza e composição foram avaliados com auxílio do Software R. Foram coletados 524 exemplares de Ichneumonidae distribuídos em 18 subfamílias, 56 gêneros e 148 espécies. Para a abundância, não foram detectadas diferenças entre o manejo orgânico e convencional e entre a variável ponto de amostragem. Para riqueza, houve diferença em relação ao ponto de amostragem, com a mata adjacente com maior riqueza de espécies de Ichneumonidae. A composição de Ichneumonidae foi influenciada pela variável manejo e pelo ponto de amostragem, das 148 espécies, 66 foram coletadas apenas na mata, 25 foram exclusivas da borda e 14 espécies ocorreram somente no interior. Nove espécies foram registradas em todos os pontos de amostragem. Em relação a riqueza e abundância, as similaridades encontradas em ambos os manejos podem estar relacionadas com a vegetação adjacente, uma vez que a manutenção da riqueza e abundância de parasitoides em cultivos dependem da diversidade da 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. Entretanto, há uma tendência na redução da riqueza e abundância em paisagens agrícolas devido à utilização de agroquímicos, manejo do solo e pela uniformidade da paisagem. Os resultados obtidos corroboram essa tendência, já que há uma menor riqueza no interior e borda dos manejos em relação a mata adjacente. Uma vez que Ichneumonidae possui uma ampla diversidade de hospedeiros, esses parasitoides podem ter migrado para o cultivo seguindo os hospedeiros. Esse movimento dos hospedeiros, possivelmente resultou na diferença que foi observada na composição de espécies de Ichneumonidae. Esse estudo reforça a importância da manutenção da vegetação nativa adjacentes aos cultivos e de agroecossistemas mais diversificados para a conservação das espécies de Ichneumonidae na região amazônica.

Palavras-chave: Agroecossistemas, Inimigos naturais, Parasitoides

INTRODUÇÃO

Boa parte das terras do planeta estão amplamente modificadas pela ação do homem, com fragmentos de habitats nativos em meio a uma matriz agrícola (*Queiroz et al., 2006*). Essa modificação induz a uma perda da biodiversidade, por causa da uniformização da paisagem, a maior perturbação pela utilização de insumos agrícolas e pelas características do manejo (*Burel, 1992).*

De modo geral, existem dois sistemas de manejo, o convencional e o orgânico. Devido as diferenças, esses sistemas de manejo causam impactos distintos ao ambiente. No manejo convencional, a dependência por insumos impacta de forma negativa o ambiente e restringe a biodiversidade (*Viana & Pinheiro, 1998*). Com a restrição da biodiversidade, há a perda dos mecanismos de controle natural de pragas agrícolas, principalmente insetos, com consequente aumento no uso de inseticidas (*Burel, 1992*). Por outro lado, no manejo orgânico exclui o uso de insumos químicos e busca métodos alternativos para o controle de pragas agrícolas, com menor impacto no ambiente (*Altieri, 1999*; *Campanhola & Valarini, 2001*; *Onody et al., 2012*).

Áreas de vegetação nativa adjacentes às culturas possibilitam que espécies sensíveis às práticas culturais encontrem refúgio e recursos em seu interior (*Altieri et al., 2003)*. Essas áreas atuam como reservatórios de inimigos naturais, que periodicamente se deslocam dos refúgios aos campos cultivados adjacentes (*Altieri et al., 2003*; *Gaigher et al., 2015*).

No controle biológico, os Ichneumonidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) se destacam por atacarem várias espécies de insetos fitófagos, que constituem importantes pragas agrícolas (*Gauld, 1991*; *Gauld, 2006*). Os Ichneumonidae atualmente estão representados por mais de 24 mil espécies válidas (*Yu et al., 2012*) e em geral são parasitoides de larvas e pupas de Lepidoptera, Coleoptera, Neuroptera, Diptera, Hymenoptera e Araneae (*Palacio & Wahl, 2006*). No Brasil, até o momento, estão registradas 949 espécies distribuídas em 226 gêneros de 28 subfamílias (*Fernandes et al., 2017*). Entretanto, estudos da fauna de Ichneumonidae ainda são escassos no país, especialmente para a região Amazônica.

No Amazonas, o guaraná (*Paullinia cupana* var. sorbilis (Mart.) Ducke, Sapindaceae) é amplamente cultivado, com uma produção de 744 toneladas em 2017 (22,6% da produção do país) e uma área de plantio de 8.029 hectares (*IBGE, 2017*). Entretanto, a falta de estudos básicos (de biologia e ecologia) da fauna, especialmente de inimigos naturais como predadores e himenópteros parasitoides, retardam o desenvolvimento de técnicas alternativas à conservação da biodiversidade e o controle de pragas associados ao cultivo do guaraná.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar como o tipo de manejo de *Paullinia cupana* var. sorbilis (convencional ou orgânico) e os pontos de amostragem (mata adjacente, borda e interior dos cultivos) afetam a abundância, riqueza e composição da assembleia de Ichneumonidae, em uma área de cultivo na Amazônia brasileira.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas em duas áreas de cultivo de guaraná (*Paullinia cupana* var. sorbilis (Mart.) Ducke) nas dependências da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Amazônia Ocidental-AM - EMBRAPA, situada ao norte de Manaus (Amazonas, Brasil): uma de manejo orgânico (2°53'29.14"S / 59°58'45.80"W), com uma área de 3,9 ha estabelecida em 2003 e outra de manejo convencional (2°53'42.18"S / 59°59'10.58"W), com 1,6 ha estabelecida em 1986. Em ambos os manejos, as plantas são cultivadas em espaçamento de 5 m x 5 m e de acordo com as recomendações de Pereira (2005). A vegetação adjacente aos cultivos é típica de Floresta Tropical Úmida Densa de Terra Firme (*Higuchi et al., 1997*).

Em cada área de cultivo experimental foi delimitada uma linha de amostragem diagonal à cultura, em que foram estabelecidos três pontos de coleta: o primeiro fora do cultivo, na mata adjacente; o segundo na borda do cultivo e o terceiro no interior do cultivo. A distância entre cada ponto de amostragem foi de 60 m, em cada ponto foi instalado uma armadilha Malaise (modelo Townes, 1972) e quatro Moericke, com solução de água e detergente, dispostas ao redor da Malaise, distantes 5 m (figura 1). Ambas as armadilhas são eficientes na captura de Ichneumonidae (*Noyes, 1989*).

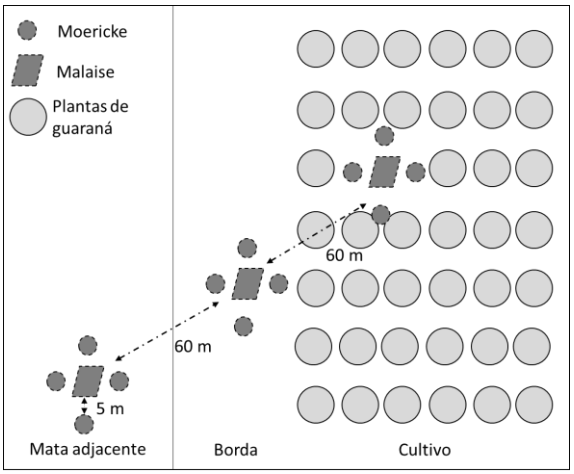

Figura 3. Esquema representativo da amostragem de espécies de Ichneumonidae no cultivo de Paullinia cupana de manejo orgânico e convencional e mata adjacente da EMBRAPA Manaus (Amazonas, Brasil).

As amostragens ocorreram em intervalos quinzenais, em que as armadilhas permaneceram montadas por quatro dias no cultivo. A cada 24 horas, a solução de água e detergente das armadilhas de Moericke foram substituídas para evitar a perda e deterioração do material. As 12 coletas foram feitas entre setembro de 2012 e fevereiro de 2013, durante a fase de floração e frutificação do guaraná.

Após as coletas, os Hymenoptera foram separados e identificados em nível de família (realizado por Schoeninger *et al*., no prelo). Os Ichneumonidae foram identificados em gênero/espécie com auxílio de literatura específica ou em morfoespécies com base em suas características morfológicas. Os exemplares de Cryptinae tiveram a nomenclatura atualizada com base na proposta de Santos (2017). Dos exemplares amostrados, 35 exemplares de Ichneumoninae (6,67% do material examinado) não foram identificados em nível genérico e foram contabilizados apenas nas morfoespécies. Todos os indivíduos amostrados estão depositados, na Coleção de Invertebrados do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Para a análise dos dados, foram consideradas como variáveis independentes: o tipo de manejo (convencional ou orgânico) e os pontos de amostragem (mata adjacente, borda e interior dos cultivos). Para verificar se as variáveis tipo de manejos e pontos de amostragem influenciaram a abundância e riqueza de espécies de Ichneumonidae foram realizadas Análises de Variância (ANOVA), seguido pelo teste post hoc Tukey's HSD quando necessário.

Também, foi calculado a frequência relativa pela divisão do número de indivíduos de uma espécie/morfoespécies pelo número total de indivíduos coletados e os valores obtidos expressos em porcentagem.

Além disso, foi gerado uma curva de rarefação individual sobre os dados de espécies/morfoespécies capturadas nos manejos orgânico e convencional. Foram utilizados os estimadores Chao1 e Bootstrap por causa de suas diferenças em relação ao cálculo estimado da riqueza. Chao1 estima a riqueza com base no número de espécies raras amostradas (*singletons*, apenas um indivíduo da espécie nas amostras e *doubletons*, dois indivíduos da espécie na amostra) (*Chao, 1984*) e Bootstrap estima a riqueza com base no valor observado com intensiva reamostragem, considerando que a amostragem é suficiente para representar a população do local (Smith & van Belle, 1984).

A composição das espécies de Ichneumonidae capturadas em cada manejo, nos pontos amostrais e com os métodos de amostragem foram comparadas por análise de variância multivariada não paramétrica (np-MANOVA), baseada em uma matriz de dissimilaridade gerada pelo índice de Bray-Curtis (Anderson, 2001).

As curvas de rarefação foram feitas através do software estatístico EstimateS 9.1.0 (*Collwel, 2009*), com 1000 aleatorizações e sem reposição. As demais análises foram feitas com o software estatístico R, versão 3.3.2 (*R Development Core Team, 2016*) através do pacote Vegan (*Oksanen et al., 2016*) e do pacote *agricolae* (*Mandiburu, 2017*).

RESULTADOS

Foram coletados no cultivo de guaraná, 524 exemplares de Ichneumonidae distribuídos em 18 subfamílias, 56 gêneros e 148 espécies. No manejo orgânico e na respectiva mata adjacente ao cultivo foram amostrados 288 exemplares (54,96%) distribuídos em 44 gêneros e 96 espécies, já no manejo convencional e respectiva mata adjacente foram coletados 236 exemplares (45,04%) distribuídos em 41 gêneros e 93 espécies (tabela 1).

Tabela 1. Abundância e frequência relativa (FR%) de Ichneumonidae coletados no cultivo de *Paullinia cupana* de manejo convencional e orgânico da EMBRAPA Manaus (Amazonas, Brasil).

(continua)

Táxon	Convencional			Orgânico				
	Interior	Borda	Mata	Interior	Borda	Mata	Total	FR (%)
Anomaloninae							**32**	**6,11**
Agrypon sp.	0	0	0	1	0	0	1	0,19
Podogaster sp. 1	4	2	0	1	9	1	17	3,24
Podogaster sp. 2	1	0	9	0	0	2	12	2,29
Podogaster sp. 3	0	0	0	0	0	1	1	0,19
Podogaster sp. 4	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Ateleutinae							**1**	**0,19**
Ateleute ashaninka Bordera & Sääksjärvi, 2012	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Banchinae							**7**	**1,34**
Lissonota sp.	0	1	0	0	0	0	1	0,19
Meniscomorpha sp. 1	0	0	0	0	0	3	3	0,57
Meniscomorpha sp. 2	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Meniscomorpha sp. 3	0	0	0	1	0	0	1	0,19
Syzeuctus sp.	0	0	0	0	0	1	1	0,19
Brachycyrtinae							**2**	**0,38**
Brachycyrtus veriatrix Gauld & Ward, 2000	0	0	0	0	0	1	1	0,19
Campopleginae							**84**	**16,0**
Charops sp. nov.	1	0	0	1	1	0	3	0,57
Microcharops anticarsiae Gupta, 1987	0	0	0	0	3	0	3	0,57

Tabela 1. Abundância e frequência relativa (FR%) de Ichneumonidae coletados no cultivo de *Paullinia cupana* de manejo convencional e orgânico da EMBRAPA Manaus (Amazonas, Brasil).

(continua)

Táxon	Convencional			Orgânico				
	Interior	**Borda**	**Mata**	**Interior**	**Borda**	**Mata**	**Total**	**FR (%)**
Venturia sp. 1	27	3	2	10	9	0	51	9,73
Venturia sp. 2	3	0	1	1	3	0	8	1,53
Venturia sp. 3	8	4	0	6	1	0	19	3,63
Cremastinae							**54**	**10,3**
Creagrura nigripes Townes, 1971	0	0	0	0	1	0	1	0,19
Eiphosoma henorum Gauld, 2000	1	0	0	0	2	0	3	0,57
Eiphosoma nigrum (Szepligeti, 1906)	0	0	0	0	3	0	3	0,57
Eiphosoma sp. 1	0	0	3	0	0	0	3	0,57
Eiphosoma sp. 2	0	0	0	4	2	0	6	1,15
Eiphosoma sp. 3	0	1	3	12	7	0	23	4,39
Eiphosoma sp. 4	0	0	0	0	1	0	1	0,19
Eutanygaster sp.	0	0	0	2	2	0	4	0,76
Xiphosomella sp. 1	0	0	0	0	0	1	1	0,19
Xiphosomella sp. 2	1	0	0	0	1	0	2	0,38
Xiphosomella sp. 3	0	0	0	0	2	0	2	0,38
Xiphosomella sp. 4	0	1	0	0	0	0	1	0,19
Xiphosomella sp. 5	0	0	0	1	0	0	1	0,19
Xiphosomella sp. 6	0	0	0	1	0	0	1	0,19
Xiphosomella sp. 7	0	1	0	1	0	0	2	0,38
Cryptinae							**162**	**30,9**
Acerastes sp. 1	1	0	0	1	0	0	2	0,38
Acerastes sp. 2	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Acerastes sp. 3	0	0	0	0	1	0	1	0,19
Agonocryptus sp.	1	0	0	0	0	2	3	0,57
Baltazaria sp.	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Cryptanura sp.	0	0	0	1	0	0	1	0,19
Debilos gnampthum Scherrer, 2012	0	0	0	0	0	1	1	0,19
Debilos petiolatum Scherrer, 2012	2	0	2	0	0	1	5	0,95
Debilos soror (Trentepohl, 1829)	0	1	1	0	1	3	6	1,15
Debilos sp.	0	2	6	1	4	4	17	3,24
Diapetimorpha sp. 1	0	0	4	0	9	4	17	3,24
Diapetimorpha sp. 2	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Diapetimorpha sp. 3	0	0	0	0	0	1	1	0,19
Diapetimorpha sp. 4	0	0	1	0	0	2	3	0,57
Diapetimorpha sp. 5	0	0	0	0	0	1	1	0,19
Diapetimorpha sp. 6	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Diapetimorpha sp. 7	0	0	1	0	1	1	3	0,57
Diapetimorpha sp. 8	0	0	4	0	0	0	4	0,76

Tabela 1. Abundância e frequência relativa (FR%) de Ichneumonidae coletados no cultivo de *Paullinia cupana* de manejo convencional e orgânico da EMBRAPA Manaus (Amazonas, Brasil).

(continua)

Táxon	Convencional			Orgânico				
	Interior	**Borda**	**Mata**	**Interior**	**Borda**	**Mata**	**Total**	**FR (%)**
Diapetimorpha sp. 9	0	0	1	0	1	0	2	0,38
Diapetimorpha sp. 10	0	1	0	0	0	0	1	0,19
Diapetimorpha sp. 11	0	0	2	0	0	1	3	0,57
Digonocryptus sp. 1	0	0	1	0	0	1	2	0,38
Digonocryptus sp. 2	0	0	0	0	0	1	1	0,19
Digonocryptus sp. 3	0	0	1	0	0	0	1	0,19
New genus sp. nov.	0	0	0	0	0	1	1	0,19
Glodianus sp.	0	0	1	0	1	0	2	0,38
Golbachiella sp.	1	0	1	0	0	0	2	0,38
Lamprocryptus sp.	0	0	0	0	1	1	2	0,38
Latosculum sp. 1	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Latosculum sp. 2	0	0	4	0	0	0	4	0,76
Lymeon sp. 1	1	0	0	1	2	0	4	0,76
Lymeon sp. 2	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Lymeon sp. 3	0	1	0	0	0	0	1	0,19
Lymeon sp. 4	0	0	0	0	0	1	1	0,19
Mallochia sp. 1	0	0	0	2	0	0	2	0,38
Mallochia sp. 2	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Messatoporus sp. 1	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Messatoporus sp. 2	0	1	0	0	0	0	1	0,19
Mesostenus sp. 1	0	0	0	0	0	1	1	0,19
Mesostenus sp. 2	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Photocryptus sp. 1	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Photocryptus sp. 2	0	0	0	2	4	1	7	1,34
Polycyrtidea sp. 1	0	0	0	10	4	0	14	2,67
Polycyrtidea sp. 2	0	1	0	0	0	0	1	0,19
Polycyrtus sp. 1	0	0	0	0	0	1	1	0,19
Polycyrtus sp. 2	0	1	0	0	1	0	2	0,38
Polycyrtus sp. 3	0	1	8	0	1	0	10	1,91
Polycyrtus sp. 4	0	0	1	6	2	2	11	2,10
Polycyrtus sp. 5	0	1	0	0	0	0	1	0,19
Prosthoporus sp.	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Rhinium sp. 1	0	0	0	0	1	0	1	0,19
Rhinium sp. 2	0	1	0	0	0	0	1	0,19
Rhinium sp. 3	0	0	1	1	0	0	2	0,38
Rhinium sp. 4	1	0	0	0	0	0	1	0,19
Toechorychus sp. 1	1	0	0	0	0	0	1	0,19
Trihapsis sp. 1	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Whymperia sp. 1	0	0	0	1	0	0	1	0,19
Ctenopelmatinae							**2**	**0,38**
Lathrolestes sp. nov.	0	0	0	0	2	0	2	0,38
Icheneumoninae							**38**	**7,25**
Ichneumoninae sp. 1	0	0	3	0	0	0	3	0,57
Ichneumoninae sp. 2	0	0	1	0	0	0	1	0,19

Tabela 1. Abundância e frequência relativa (FR%) de Ichneumonidae coletados no cultivo de *Paullinia cupana* de manejo convencional e orgânico da EMBRAPA Manaus (Amazonas, Brasil).

(continua)

Táxon	Convencional			Orgânico				
	Interior	Borda	Mata	Interior	Borda	Mata	Total	FR (%)
Ichneumoninae sp. 3	0	0	1	0	0	1	2	0,38
Ichneumoninae sp. 4	1	0	1	0	0	2	4	0,76
Ichneumoninae sp. 5	0	0	0	1	0	0	1	0,19
Ichneumoninae sp. 6	0	1	0	0	0	0	1	0,19
Ichneumoninae sp. 7	1	1	0	0	0	0	2	0,38
Ichneumoninae sp. 8	0	0	0	1	1	0	2	0,38
Ichneumoninae sp. 9	1	0	0	2	2	0	5	0,95
Ichneumoninae sp. 10	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Ichneumoninae sp. 11	0	1	1	0	0	2	4	0,76
Ichneumoninae sp. 12	0	0	4	0	0	5	9	1,72
Joppa sp.	0	3	0	0	0	0	3	0,57
Labeninae							**4**	**0,76**
Apechoneura longicauda Kriechbaumer, 1890	0	0	2	0	0	0	2	0,38
Apechoneura sp.	0	1	0	0	0	0	1	0,19
Grotea sp. nov.	0	0	0	0	1	0	1	0,19
Mesochorinae							**4**	**0,76**
Mesochorus sp. 1	0	1	0	0	0	0	1	0,19
Mesochorus sp. 2	0	0	0	0	1	0	1	0,19
Mesochorus sp. 3	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Mesochorus sp. 4	0	0	0	0	1	0	1	0,19
Metopiinae							**2**	**0,38**
Colpotrochia sp.	0	0	0	0	0	1	1	0,19
Metopius sp.	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Nesomesochorinae							**26**	**4,96**
Nonnus sp. nov. 1	0	0	0	0	0	3	3	0,57
Nonnus sp. nov. 2	0	0	13	0	3	7	23	4,39
Ophioninae							**16**	**3,05**
Enicospilus sp. 1	0	0	0	2	6	0	8	1,53
Enicospilus sp. 2	0	0	0	0	1	0	1	0,19
Enicospilus sp. 3	0	1	0	0	0	0	1	0,19
Enicospilus sp. 4	0	0	0	0	1	0	1	0,19
Enicospilus sp. 5	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Enicospilus sp. 6	0	0	0	0	0	1	1	0,19
Enicospilus sp. 7	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Enicospilus sp. 8	0	0	0	1	0	0	1	0,19
Enicospilus sp. 9	0	0	0	0	0	1	1	0,19
Orthocentrinae							**68**	**13,0**
Chilocyrtus sp.	0	0	0	0	0	1	1	0,19
Eusterinx sp. 1	0	0	0	0	3	1	4	0,76
Eusterinx sp. 2	0	0	0	0	0	1	1	0,19
Eusterinx sp. 3	0	0	0	0	0	4	4	0,76
Eusterinx sp. 4	0	0	1	0	0	0	1	0,19

Tabela 1. Abundância e frequência relativa (FR%) de Ichneumonidae coletados no cultivo de *Paullinia cupana* de manejo convencional e orgânico da EMBRAPA Manaus (Amazonas, Brasil).

(conclusão)

Táxon	Convencional			Orgânico				
	Interior	Borda	Mata	Interior	Borda	Mata	Total	FR (%)
Eusterinx sp. 5	0	0	0	0	1	0	1	0,19
Megastylus sp. 1	0	0	5	0	0	0	5	0,95
Megastylus sp. 2	0	0	2	0	0	1	3	0,57
Megastylus sp. 3	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Megastylus sp. 4	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Megastylus sp. 5	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Megastylus sp. 6	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Orthocentrus sp. 1	0	0	2	0	0	0	2	0,38
Orthocentrus sp. 2	0	0	0	0	0	2	2	0,38
Orthocentrus sp. 3	1	0	11	1	0	7	20	3,82
Orthocentrus sp. 4	0	0	1	0	0	1	2	0,38
Orthocentrus sp. 5	0	0	0	0	0	1	1	0,19
Orthocentrus sp. 6	0	0	4	0	1	2	7	1,34
Orthocentrus sp. 7	0	0	1	0	0	3	4	0,76
Orthocentrus sp. 8	0	0	1	1	2	0	4	0,76
Orthocentrus sp. 9	0	0	1	0	0	0	1	0,19
Plectiscidea sp.	0	0	0	1	0	0	1	0,19
Pimplinae							**2**	**0,38**
Clistopyga melanoptera Castillo, Sääksjärvi & Bordera, 2016	0	0	1	0	0	1	2	0,38
Tersilochinae							**18**	**3,44**
Stethantyx sp.	3	2	1	7	5	0	18	3,44
Tryphoninae							**2**	**0,38**
Netelia sp.	0	0	0	2	0	0	2	0,38
Total							**524**	**100**

Abundância e Riqueza de Ichneumonidae

Não foram detectadas diferenças na abundância de espécies de Ichneumonidae entre o manejo orgânico e convencional (ANOVA $_{(1,24)}$ F = 1,349; p = 0,257) e entre a variável ponto de amostragem (interior, borda e mata adjacente) (ANOVA $_{(2,24)}$ F = 3,194; p = 0,059). A variável amostra (ao longo do tempo) não afetou a detecção do efeito individual das variáveis testadas (tabela 02).

Tabela 2. Resultados da análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas para a abundância de Ichneumonidae para o modelo com uso das variáveis manejo, ponto de amostragem e amostras. Nível de significância de 0,05%.

Variáveis	Graus de liberdade	Valor de F	Valor de p
Manejo	1	1,349	0,257
Ponto de amostragem	2	3,194	0,059
Amostras	11	0,735	0.696
Interação entre Manejo e Amostras	11	0.310	0,976
Interação entre Ponto de amostragem e Amostras	22	0,657	0,837

A variável ponto de amostragem afetou a riqueza de espécies de Ichneumonidae (ANOVA (2,24) F = 4,538; p = 0,02), com maior riqueza para a mata adjacente e para a borda dos manejos (Figura 01). A variável Manejo não afetou a riqueza e a variável amostra (ao longo do tempo) não teve efeito sobre as demais variáveis utilizadas no modelo, ou seja, não afetou a detecção do efeito individual das variáveis testadas (tabela 03).

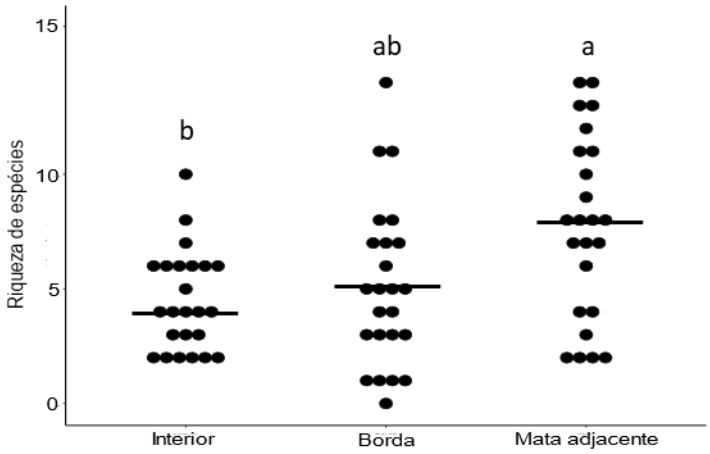

Figura 4. Riqueza de espécies de Ichneumonidae em diferentes pontos de amostragem associados ao manejo de guaraná na área da EMBRAPA Manaus (Amazonas, Brasil). Círculos representa os dados, barras horizontais representa a média para cada grupo. As médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste Tukey ($p<0,05$).

Tabela 3. Resultados da análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas para a riqueza de Ichneumonidae para o modelo com uso das variáveis manejo, ponto de amostragem e amostras. Nível de significância de 0,05%.

Variáveis	Graus de liberdade	Valor de F	Valor de p
Manejo	1	2,140	0,157
Ponto de amostragem	2	4,538	0,021
Amostras	11	0,627	0,788
Interação entre Manejo e Amostras	11	0,386	0,949
Interação entre Ponto de amostragem e Amostras	22	0,538	0,926

Em relação a riqueza, as curvas de rarefação de espécies não atingiram a assíntota para nenhum dos manejos do cultivo de guaraná (figura 3). O número de espécies estimadas com Chao1 foi 284 para o manejo convencional e de 186 espécies para o manejo orgânico, valores bem acima dos registrados em ambos os manejos. A porcentagem de *singletons* (apenas um

indivíduo por amostra) das espécies amostradas foi de 67% para o manejo convencional e de 54% para o orgânico. Já, Bootstrap estimou para ambos os manejos uma riqueza de 117 espécies.

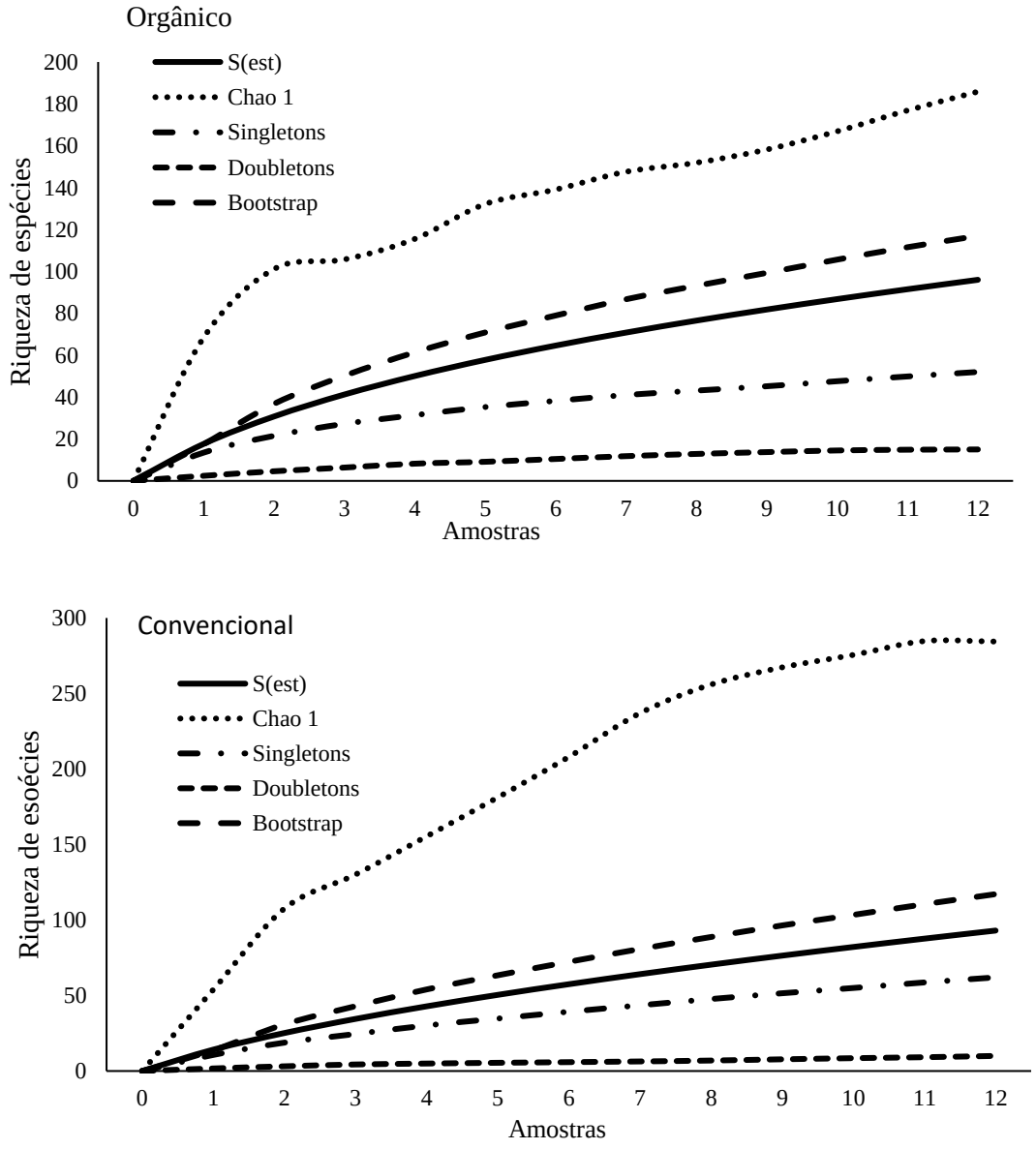

Figura 5. Curvas de rarefação da riqueza de espécies de Ichneumonidae amostradas em cultivo de guaraná na área da EMBRAPA Manaus (Amazonas, Brasil) de manejo orgânico e manejo convencional. S (est) – riqueza amostrada nesse estudo.

Composição de Ichneumonidae

A composição de espécies de Ichneumonidae foi influenciada pela variável manejo (convencional ou orgânico) (PERMANOVA $_{(1,63)}$ F = 3,08; p = 0,001) e pela variável ponto de

amostragem (interior, borda e mata adjacente) (PERMANOVA $_{(2,63)}$ F = 4,908; p = 0,001). A variável amostra (ao longo do tempo) não afetou a detecção do efeito individual das variáveis testadas sobre a composição de espécies de Ichneumonidae (tabela 04).

Tabela 4. Resultados da análise de variância multivariada não paramétrica (np-MANOVA) para composição de Ichneumonidae no modelo com uso das variáveis manejo, ponto de amostragem e amostras. Nível de significância de 0,05%.

Variáveis	**Graus de liberdade**	**Valor de F**	r^2	**Valor de p**
Manejo	1	3,084	0,04	0,001*
Ponto de amostragem	2	4,908	0,12	0,001*
Amostras	1	0,999	0,01	0,431
Interação entre Manejo e Amostras	1	1,173	0,01	0,266
Interação entre Ponto de amostragem e Amostras	2	0,918	0,02	0,616

Das 148 espécies, 66 foram coletadas apenas na mata, 25 foram exclusivas da borda e 14 espécies ocorreram somente no interior. Nove espécies foram registradas em todos os pontos de amostragem (figura 04).

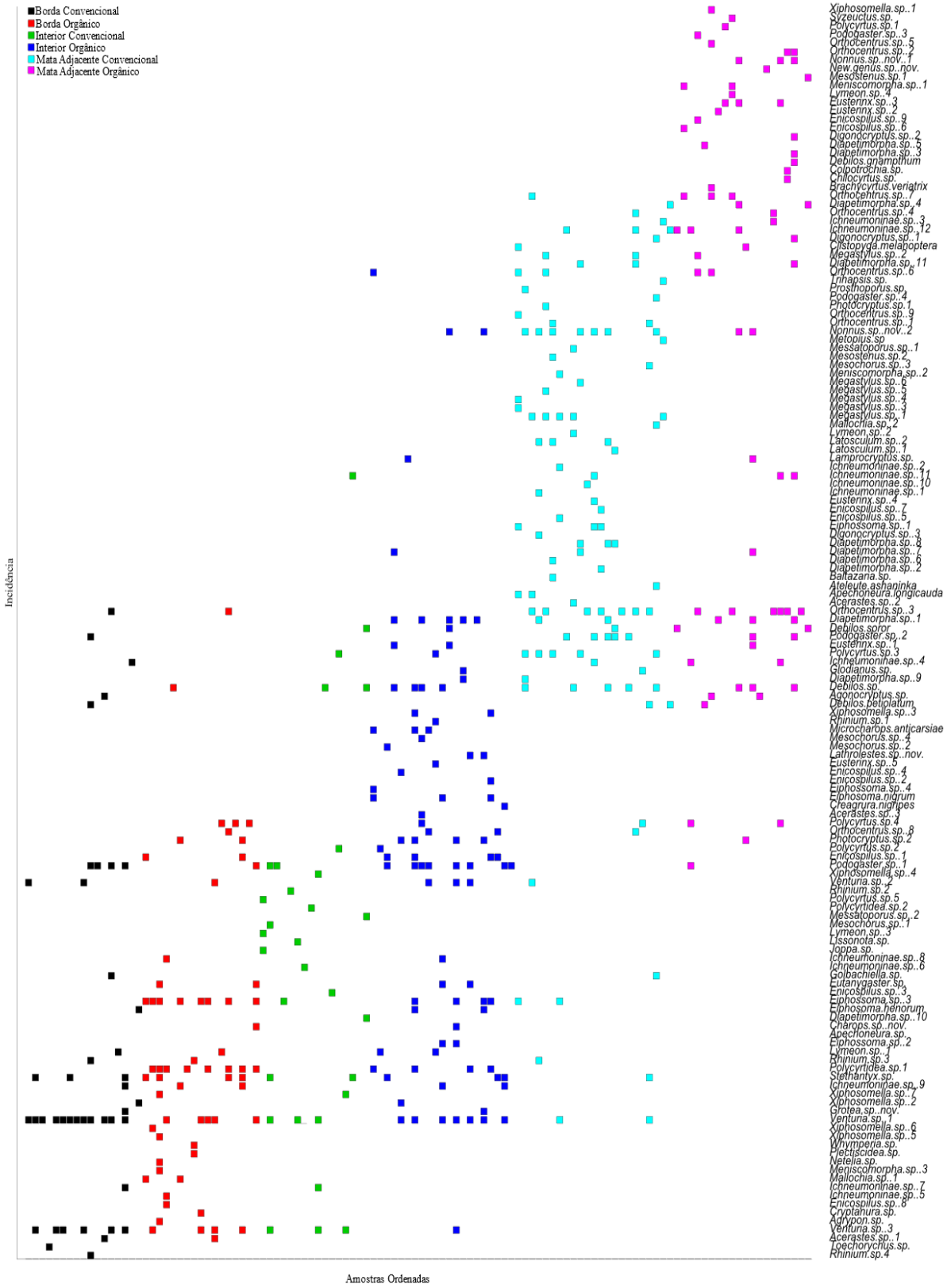

Figura 6. Distribuição das espécies de Ichneumonidae capturadas nos diferentes pontos de amostragem associados ao manejo orgânico e convencional de guaraná na área da EMBRAPA Manaus (Amazonas, Brasil).

DISCUSSÕES

Os Ichneumonidae possuem elevado potencial para o controle biológico de pragas em ecossistemas agrícolas, dada a alta diversidade de hospedeiros e hábitos (*Gauld 2006*). Entretanto, poucos estudos foram realizados no Brasil para inventariar a fauna de himenópteros parasitoides em agroecossistemas (*Perioto et al. 2002*) e ainda mais escassos foram os estudos para Ichneumonidae, em que os estudos foram realizados em plantio de *Hevea brasiliensis* L. (Euphorbiaceae) (*Tempest et al., 1998*) e em plantio de *Cocos nucifera* L. (Arecaceae) (*Comério et al., 2012*). Assim, esse estudo é pioneiro para o conhecimento das espécies de Ichneumonidae associadas ao cultivo do guaraná.

Nesse estudo, foi obtido um número similar ou superior de subfamílias do que o encontrado em estudos anteriores, tanto em áreas de cultivo (*Comério et al., 2012*) quanto em áreas de vegetação nativa (*Kumagai, 2002*; *Veijalainen et al., 2012*). Das subfamílias capturadas é importante destacar Orthocentrinae, que são negligenciados por causa de seu pequeno porte (em comparação a outros Ichneumonidae) (*Santos & Quicke, 2011*), que em área de mata foram coletadas 22 espécies. O número de espécies coletadas corrobora os estudos anteriores (*Santos e Quicke, 2011; Veijalainen et al., 2012*), os quais sugerem que a taxonomia desta subfamília é negligenciada na região neotropical devido seus exemplares serem de pequeno porte.

Dentre os gêneros mais representativos, *Venturia* Schrottky, 1902 geralmente são abundantes em agroecossistemas e parasitam larvas de Pyralidae (Lepidoptera) (*Gauld, 1984*). *Eiphosoma* Cresson, 1865 geralmente são encontradas em ambientes abertos e degradados, parasitando larvas de Pyralidae e Noctuidae (Lepidoptera), que constituem importantes pragas agrícolas (*Gauld, 2000*). Como exemplo de espécies de *Eiphosoma* abundantes em cultivos podem ser citados *E. oyafusoi* Onody, Melo, Penteado-Dias & Dias-Filho 2009, *E. dentattor* Fabricius, 1804 que atacam larvas de *Diaphania hyalinata* (Linnaeus, 1767) (Lepidoptera, Pyralidae) em cultivos orgânicos de *Eruca sativa* Miller (*Onody et al., 2009*; *Onody et al., 2012*), e *E. laphygmae* Costa Lima, 1953 como parasitoide de espécies de *Spodoptera* (Guenée, 1852) (Lepidoptera, Noctuidae), especialmente *S. frugiperda* (Smith, 1797) (*Onody et al., 2012*).

Em relação a riqueza e abundância, as similaridades obtidas em ambos os manejos podem estar relacionadas com a vegetação adjacente. A manutenção da riqueza e abundância de parasitoides em cultivos dependem da diversidade da 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*). Entretanto, há uma tendência geral na redução da riqueza e abundância em paisagens agrícolas devido à utilização de agroquímicos, manejo do solo e pela uniformidade da paisagem (*Pfiffner & Luka, 2000*). Os resultados obtidos para riqueza corroboram essa tendência, já que há uma menor riqueza no interior e borda dos manejos em relação a mata adjacente.

A mata adjacente ao cultivo fornece refúgio e recursos adicionais que permite que insetos nativos continuem a existir em áreas agrícolas e esse refúgio possibilita o retorno desses insetos para o interior do cultivo (*Benton et al., 2003*). Possivelmente, por causa desse retorno dos insetos para o interior dos manejos é que foi obtido um elevado número de *singletons,* o que reflete nos elevados valores de riqueza observado nas curvas de rarefação.

A elevada riqueza de espécies prevista pelo estimador Chao1 deve-se ao alto número de *singletons* nas amostras, o qual é utilizado na equação do estimador para calcular a riqueza esperada (*Chao, 1984*).

Estudos realizados em uma floresta tropical em Sulawesi, Indonesia e na Guiana verificaram que a porcentagem de *singletons* em diferentes coletas de artrópodes é de cerca de 60% (*Noyes, 1989*, *Coddington et al. 2009*), ambos similares ao valor obtido nesse estudo para Ichneumonidae. Novotný e Basset (2000) ao estudar a elevada taxa de *singletons* em comunidades de insetos herbívoros em Mandang, Papua Nova Guiné, sugeriram que a riqueza de espécies é influenciada por um movimento constante dos insetos das plantas adjacentes.

O elevado número de espécie de Ichneumonidae restritas a determinado local reflete os hábitos que cada grupo possui na busca por hospedeiros. A família possui uma ampla diversidade de hospedeiros e esses parasitoides podem ter migrado para o cultivo a procura de hospedeiros. Esse movimento dos hospedeiros, mediado pelas diferenças entre os manejos, possivelmente resultou na diferença que foi observada na composição de espécies de Ichneumonidae.

A composição característica da vegetação adjacente aos cultivos demostra a importância de sua conservação para a redução da perda da biodiversidade em agroecossistemas (*Petit & Firbank, 2006*). Além disso, atua como refúgio para espécies ausentes na área cultivada (*Marshall & Moonen, 2002*). A composição da borda difere de ambientes centrais de vegetação florestal devido que são muito mais iluminadas, expõem extremos microclimáticos e os organismos estão sujeitos a maior estresse biótico (*Laurance et al., 2002*). Dessa maneira, muitas espécies evitam habitats de borda (*Tabarelli et al, 2010*), enquanto outras parecem proliferar em consequência de menor predação e/ou aumento de recursos disponíveis (*Wirth et*

al., 2008). No interior de monoculturas convencionais, a composição de parasitoides é afetado pelo uso de agrotóxicos, pela simplificação da paisagem e outros distúrbios e em agroecossistemas é determinada pela vegetação associada, abundância e tempo de colonização de parasitoides (*Waage & Greathead, 1986*). Alguns parasitoides se beneficiam do ambiente agrícola porque seus hospedeiros constituem pragas agrícolas, como *Venturia* e *Eiphosoma*, citados anteriormente, *Stethantyx* Townes, 1971 que parasita coleópteros fitófagos de Curculionidae e Nitidulidae (*Horstmann, 2010*) e *Podogaster* Brullé, 1846 que parasita espécies de Saturnidae (Lepidoptera) (*Gauld & Bradshaw, 1997*).

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Esse estudo reforça a importância da manutenção da vegetação nativa adjacentes aos cultivos e de agroecossistemas mais diversificados para a conservação das espécies de Ichneumonidae na região amazônica. Assim, conclui-se que a vegetação nativa adjacente aos manejos orgânico e convencional de *Paullinia cupana* possibilita a manutenção de espécies de Ichneumonidae ausentes na borda e interior dos cultivos, bem como, há uma perda da riqueza de Ichneumonidae no interior de ambos os manejos e que manejo orgânico possibilita a manutenção de uma maior composição de espécies em relação ao convencional.

REFERÊNCIAS

Altieri MA, Silva EM, Nicholls CI. 2003. *O papel da biodiversidade no manejo de pragas.* Holos, Ribeirão Preto.

Altieri MA. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Elsevier Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74:19-31. DOI. 10.1016/S0167-8809(99)00028-6.

Anderson MJ. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26:32–46. DOI. 10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x

Benton TG, Vickery JA, Wilson JD. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology & Evolution*. 18:182-188. DOI. 10.1016/S0169-5347(03)00011-9.

Burel F. 1992. Effect of landscape structure and dynamics on species diversity in hedgerow networks. *Landscape Ecology*, 6(3): 161-174.

Campanhola C, Valarini PJ. 2001. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*. 18-3:69-101.

Chao A. 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*. 11:265-270.

Coddington JA, Agnarsson I, Miller JA, Kuntner M, Hormiga G. 2009. Undersampling bias: the null hypothesis for singleton species in tropical arthropod surveys. *Journal of Animal Ecology*. 78:573–584. DOI. 10.1111/j.1365-2656.2009.01525.x.

Colwell RK, Mao CX, Chang J. 2004. Interpolating, extrapolation, and comparing incidence-based species acumulations curves. *Ecology*. 85:2717-2727. DOI. 10.1890/03-0557.

Comério EF, Onody HC, Benassi VLRM. 2012. Levantamento da fauna de Ichneumonidae (Hymenoptera) em cultivo de coqueiro anão verde associado às plantas invasoras. *EntomoBrasilis*. 5-2:109-114.

Fernandes DRR, Santos BF, Pádua DG, Araújo RO. 2017. Ichneumonidae in *Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil*. PNUD. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/2248>. (Accessed in 30 june 2017).

Gaigher R, Pryke JS, Samways MJ. 2015. High parasitoid diversity in remnant natural vegetation, but limited spillover into the agricultural matrix in South African vineyard agroecosystems. *Biological Conservation,* 186: 69-74. DOI: 10.1016/j.biocon.2015.03.003.

Gauld I, Bradshaw K. 1997. The subfamily Anomaloninae. In: Gauld I. The Ichneumonidae of Costa Rica, 2. *Memoirs of American Entomological Institute*, 57: 1-485.

Gauld ID. 1984. *An introduction to the Ichneumonidae of Australia; with a contribuition of Metopiina by M.G Fitton.* British Museum (Natural Histpry), London.

Gauld ID. 1991. The Ichneumonidae of Costa Rica, 1. Introduction, keys to subfamilies, and keys to the species of the lower Pimpliform subfamilies Rhyssinae, Poemeniinae, Acaenitinae and Cylloceriinae. *Memoirs of the American Entomological Institute*, Gainesville. 47: 1-589.

Gauld ID. 2000. The Ichneumonidae of Costa Rica, 3. Introduction and keys to species of the

subfamilies Brachycyrtinae, Cremastinae, Labeninae and Oxytorinae, with an appendix on the Anomaloninae. *Memoirs of the American Entomological Institute* 63:1-453.

Gauld ID. 2006. Familia Ichneumonidae. In: Hanson PE, Gauld ID, ed. *Hymenoptera de la Región Neotropical*. Memoirs of the American Entomological Institute, Gainesville. 77: 446-486.

Higuchi N, Santos J, Ribeiro JR, Freitas JV, Vieira G, Cöic A, Minette L. 1997. Crescimento e incremento de uma floresta amazônica de terra-firme manejada experimentalmente. In: MCT-INPA. *Biomassa e nutrientes florestais – Relatório Final do Projeto Bionte*. Manaus. 89-131.

Horstmann K. 2010. Revision of Nearctic Tersilochinae II. Genera *Allophrys* Förster, *Barycnemis* Förster, *Ctenophion* gen. nov., *Sathropterus* Förster, *Spinolochus* Horstmann and *Stethantyx* Townes (Hymenoptera, Ichneumonidae). Spixiana, 33(1): 73–109.

IBGE. 2017. *Levantamento sistemático da produção agrícola*. Available at: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/2017/lspa_201712.pdf (accessed 14 September 2017).

Kumagai AF, Graf V. 2002. Biodiversidade de Ichneumonidae (Hymenoptera) e monitoramento das espécies de Pimplinae e Poemeniinae do Capão da Imbuia, Curitiba, Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia*. 19-2: 445-452. DOI. 10.1590/S0101-81752002000200010.

Laurance WF, Lovejoy TE, Vasconcelos HL, Bruna EM, Didham RK, Stouffer PC, Gascon C, Bierregaard RO, Laurence SG, Sampaio E. 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology*, 16:605-618. DOI: 10.1046/j.1523-1739.2002.01025.x.

Mandiburu F. 2017. *Package 'agricolae'*, Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.2-8.

Marshall EJP, Moonen AC. 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture Ecosystems and Environment* 89, 5–21. DOI: 10.1016/S0167-8809(01)00315-2.

Novotný V, Basset Y. 2000. Rare species in communities of tropical insect herbivores: pondering the mystery of singletons. *Oikos*. 89: 564-572. DOI. 10.1034/j.1600-0706.2000.890316.x.

Noyes JS. 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: 285-298. DOI. 10.1080/00222938900770181.

Oksanen J, Blanchet FG, Kindt R, Legendre P, Minchin PR, O'hara RB, Simpson GL, Solymos P, Stevens MHH, Wagner H. 2013. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.0-10.

Onody HC, Melo IF, Penteado-Dias AM, Dias-Filho MM. 2009. New species of *Eiphosoma* Cresson 1865 (Hymenoptera, Ichneumonidae, Cremastinae) from Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 69: 1205-1206. DOI: 10.1590/S1519-69842009000500028.

Onody HC, Melo IF, Penteado-Dias AM. 2012. Abundância, riqueza e diversidade de espécies de *Eiphosoma* Cresson 1865 (Hymenoptera, Ichneumonidae, Cremastinae) associada a hortas orgânicas. *IDESIA*. 30-1: 115-120. DOI. 10.4067/S0718-34292012000100014.

Palacio EE, Wahl DB. 2006. Familia Ichneumonidae. In: Fernández F, Sharkey M. *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Bogotá: Sociedad Colombiana de Entomologia y Universidad Nacional de Colombia.

Pereira JCR. 2005. *Cultura do guaranazeiro no Amazonas*. 4º ed. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental.

Perioto NW, Lara RIR, Santos JCC, Selegatto A. 2002. Himenópteros parasitoides (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. DOI: 10.1590/S0085-56262002000200008.

Petit S, Firbank L. 2006. Predicting the risk of losing parcels of semi-natural habitat to intensive agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 115: 277–280. DOI: 10.1016/j.agee.2005.11.029.

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

Queiroz JM, Almeida FS, Perreira MPS. 2006. Conservação da biodiversidade e o papel das formigas (Hymenoptera: Formicidae) em agroecossistemas. *Floresta e Ambiente*, 13(2): 37-45.

R Development Core Team. 2016. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, Available at: http://www.R-project.org, (accessed 26 September 2017).

Santos AMC, Quicke DLJ. 2011. Large-scale diversity patterns of parasitoid insects. *Entomological Science*. 14: 371–382. DOI. 10.1111/j.1479-8298.2011.00481.x.

Santos BF. 2017. Phylogeny and reclassification of Cryptini (Hymenoptera, Ichneumonidae, Cryptinae), with implications for ichneumonid higher-level classification. *Systematic Entomology*, 42: 650–676. DOI: 10.1111/syen.12238

Smith EP, van Belle G. 1984. Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics*. 40: 119-129.

Tabarelli M, Aguiar AV, Ribeiro MC, Metzger JP, Peres CA. 2010. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes. *Biological Conservation* 143, 2328–2340. Doi: 10.1016/j.biocon.2010.02.005.

Tempest AM, Bergmann EC, Faria AM, Penteado-Dias AM, Imenes SDL, Guerra TM. 1998. Sobre os Ichneumonidae presentes em cultura de seringueira (*Hevea brasiliensis*). *Arquivos do Instituto Biológico*, 65(2): 63-68.

Veijalainen A, Sääksjärvi IE, Erwin TL, Gómez IC, Longino JT. 2013. Subfamily composition of Ichneumonidae (Hymenoptera) from western Amazonia: insights into diversity of tropical parasitoid wasps. *Insect Conservation and Diversity*. 6: 28-37. DOI. 10.1111/j.1752-4598.2012.00185.x.

Viana VM, Pinheiro LAFV. 1998. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. *Série Técnica IPEF*. 12-32: 25-42.

Waage J, Greathead D. 1986. *Insects parasitoids*. New York, Academic Press. 389p.

Wirth R, Meyer ST, Leal IR, Tabarelli M. 2008. Plant Herbivore Interactions at the Forest Edge. In: Lüttge U., Beyschlag W., Murata J. (eds) *Progress in Botany. Progress in Botany, vol 69*. Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-540-72954-9_17.

Yu DS, Achterberg C, Horstmann K. 2004. *Taxapad Ichneumonoidea*. Vancouver, [s. n.]. Available at www.taxapad.com (Accessed 9 October 2016).

SÍNTESE

O presente estudo caracterizou a assembleia de Ichneumonidae presente no cultivo convencional e orgânico de guaraná (*Paullinia cupana*), em uma área experimental da EMBRAPA- Manaus (Amazonas, Brasil), bem como, na vegetação adjacente aos cultivos.

Com base nos resultados, foi possível evidenciar o elevado número de gêneros raros, pouco frequentes e acidentais, expor os grupos predominantes em cada sistema de manejo, registrar a ocorrência de *Plectiscidea* Viereck, 1914 para o Brasil e ampliar o registro de ocorrência dos gêneros *Acerastes* Cushman, 1929, *Agonocryptus* Cushman, 1929, *Charops* Holmgren, 1859, *Creagrura* Townes, 1971, *Eusterinx* Forster, 1869, *Eutanygaster* Cameron, 1911, *Glodianus* Cameron, 1902, *Golbachiela* Townes, 1970, *Grotea* Cresson, 1864, *Lathrolestes* Forster, *Lissonota* Gravenhorst, 1869, *Mallochia* Viereck, 1912, *Meniscomorpha* Schmiedeknecht, 1907, *Mesochorus* Gravenhorst, 1829, *Orthocentrus* Gravenhorst, 1829, *Polycyrtidea* Viereck, 1913, *Polycyrtus* Spinola, 1840, *Rhinium* Townes, 1966, *Stethantyx* Townes, 1971 e *Venturia* Schrottky, 1902.

Também, evidência a importância da manutenção da vegetação nativa adjacentes aos cultivos e de agroecossistemas mais diversificados para a conservação das espécies de Ichneumonidae na região amazônica. Uma vez que, a vegetação nativa adjacente aos manejos orgânico e convencional possibilita a manutenção de espécies de Ichneumonidae, bem como possibilita o afluxo dessas espécies para o interior do manejo.

No entanto, o manejo convencional limita esse afluxo, o que resulta em menor abundância e riqueza de espécies do que o manejo orgânico e uma composição de espécies distintas entre os manejos. Cabe destacar que a maioria dos gêneros registrados para o estado pela primeira vez foram amostrados no manejo orgânico do guaraná. Isso indica que a intensidade do manejo afeta a fauna de Ichneumonidae e que o manejo orgânico, aparentemente, contribui para a manutenção da assembleia de Ichneumonidae nesse sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

Anderson, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26:32–46. DOI. 10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x

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

Fernandez, F.; Sharkey, M. J. (Eds). 2006. *Introducion a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. 894p.

Gauld, I. D. 2006. Familia Ichneumonidae, p: 446-487. In: Hanson, P. E.; Gauld, I. D. (eds.). *Hymenoptera de la Region Neotropical*. Memoirs of the American Entomological Institute, v.77, p. 994.

Gauld, I. D. 1991. The Ichneumonidae of Costa Rica, 1. Introduction, keys to subfamilies, and keys to the species of the lower Pimpliform subfamilies Rhyssinae, Poemeniinae, Acaenitinae and Cylloceriinae. *Memoirs of the American Entomological Institute*, v.47, p.1-589.

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

Grimaldi, D.; Engel, M. S. 2005. Hymenoptera: ants, bees and other wasps. In: grimaldi, D.; Engel, M. S. (Ed.). *Evolution of the insects*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 407–467.

IBGE. 2017. *Levantamento sistemático da produção agrícola*. Rio de Janeiro, v.30 n.12, p.1-82. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo_Indicadores_IBGE/2017/estProdAgr_201712.pdf> Acesso em: 27 jun. 2017.

Sandonato, D. L.; Onody, H. C.; Penteado-Dias, A. M. 2010. Fauna de Campopleginae (Hymenoptera, Ichneumonidae) em hortas orgânicas em Araraquara e São Carlos, SP, Brasil. *Biota Neotropica*, v.10, n.2, p.117-12.

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

Townes, H. 1969. The genera of Ichneumonidae, part 1. *Memoirs of the American Entomological Institute*, Ann Arbor, v. 11, p. 1-300.

Wahl, D. B.; Sharkey, M. J. 1993. Superfamily Ichneumonoidea. In: Goulet, H., Huber, J. T. (Ed.). *Hymenoptera of the world*: An identification guide to families. Ottawa: Research Branch. Agriculture Canada Publication, cap. 10, p. 395-442.

Yu, D. S.; Achterberg, C.; Horstmann, K. 2012. *Taxapad Ichneumonoidea*. Disponível em: <www.taxapad.com> Acesso em: 21 jan 2017.