

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SEDE ZAMORA CHINCHIPE EL PANGUI



CARRERA DE BIOLOGÍA

TEMA:

**DIVERSIDAD DE HYMENOPTEROS PRESENTES EN UN CULTIVO
DE CAFÉ, CACAO Y UN BOSQUE SECUNDARIO EN EL SECTOR
DE MANCHINAZA ALTO, ZAMORA CHINCHIPE.**

AUTOR:

LENDY PAOLA ERAS SAMANIEGO.

DIRECTOR:

GALO ALFREDO BUITRÓN JURADO, M. Sc.

EI PANGUI – ECUADOR

2021

Declaratoria de Autoría y Cesión de Derechos

Quien suscribe **Lendy Paola Eras Samaniego** con C.I. 1900744796, hace constar que es autor/a del Trabajo de Integración Curricular titulado: “**DIVERSIDAD DE HYMENOPTEROS PRESENTES EN UN CULTIVO DE CAFÉ, CACAO Y UN BOSQUE SECUNDARIO EN EL SECTOR DE MANCHINAZA ALTO, ZAMORA CHINCHIPE**”, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, M.Sc. GALO ALFREDO BUITRÓN JURADO. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón El Pangui, a los 6 días del mes de julio del 2021.



LENDY PAOLA ERAS SAMANIEGO

CI: 1900744796

Declaración de autenticidad

Yo, Lendy Paola Eras Samaniego, declaro que el presente proyecto de investigación, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.



LENDY PAOLA ERAS SAMANIEGO

C.I. 1900744796

Certificado de Aprobación por el Tribunal de Sustentación

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el Trabajo de Integración Curricular titulado: “**DIVERSIDAD DE HYMENOPTEROS PRESENTES EN UN CULTIVO DE CAFÉ, CACAO Y UN BOSQUE SECUNDARIO EN EL SECTOR DE MANCHINAZA ALTO, ZAMORA CHINCHIPE**”.



Firmado digitalmente por:
ELIZABETH DEL
CARTEN RAMIREZ
IGLESIAS

Dra. Elizabeth Ramírez Iglesias
Presidente del Tribunal

MARIO
ANDRES
AVILA
ANDRADE

Firmado
digitalmente por
MARIO ANDRES
AVILA ANDRADE
Fecha: 2021.07.19
08:06:56 -05'00'

M.Sc Mario Andrés Ayila
Miembro del Tribunal

CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA
SERVICIO CENTRAL DEL ECUADOR
Firmado Digitalmente por: KLEVER IVAN
CUENCA ORTIZ
Hora oficial Ecuador: 18/07/2021 22:43

M.Sc Klever Ivan Cuenca
Miembro del Tribunal

Certificado de Porcentaje de Similitud obtenido en el Sistema Antiplagio

Quien suscribe el presente M. Sc. Galo Alfredo Butrón Jurado con C.I.: 1717090748, certifica que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **“DIVERSIDAD DE HYMENOPTEROS PRESENTES EN UN CULTIVO DE CAFÉ, CACAO Y UN BOSQUE SECUNDARIO EN EL SECTOR DE MANCHINAZA ALTO, ZAMORA CHINCHIPE”**, ha sido examinado a través del sistema Antiplagio URKUND y presenta un porcentaje de similitud el 9 %.

En el cantón El Pangui, a los 19 días del mes de julio del 2021.

GALO ALFREDO
BUITRON
JURADO

Firmado digitalmente por
GALO ALFREDO BUITRON
JURADO
Fecha: 2021.07.19
08:43:54 -05'00'

M. Sc. Galo Alfredo Butrón Jurado

Director del trabajo Integración curricular.

DEDICATORIA.

A mi familia por haber sido el apoyo fundamental en toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida, a quienes fueron parte de mi formación tanto académica como ser humano.

AGRADECIMIENTO

Al M. Sc. Galo Alfredo Buitrón Jurado tutor del presente trabajo investigativo, quien con sus conocimientos y apoyo supo guiarme teórica y metodológicamente de manera correcta.

A la Universidad Estatal Amazónica por permitirme ser parte de su familia universitaria, la cual fue una gran oportunidad para obtener una profesión.

Paola

a) Resumen

Los Hymenopteros son indicadores sensibles de la biodiversidad de los ecosistemas, además de ser excelentes polinizadores, parasitoides y fitófagos. Su disminución denota la afectación a los agroecosistemas por prácticas agrícolas inadecuadas. El objetivo del presente estudio fue determinar la diversidad de Hymenopteros asociados a los agroecosistemas de café (*Coffea arabica*), cacao (*Theobroma cacao*) y bosque secundario (tratamiento control), en el sector de Manchinaza Alto, El Pangui Zamora Chinchipe. En cada uno de los cultivos se delimitaron parcelas de 18 x 27m. Cada parcela fue dividida en sub-parcelas de 6 m x 9 m para un total de 9 repeticiones. En cada una de esas parcelas se estableció trampas amarillas, las cuales consistieron en envases de plástico, con una solución jabonosa; para ser más efectiva la colecta, las cuales fueron colocadas a 75 cm del suelo. Se identificaron Hymenopteros depredadores, polinizadores; parasitoides y fitófagos según sus características morfológicas e información bibliográfica. Las especies se colectaron una vez cada semana por 48 horas por un tiempo total de muestreo de tres meses. En la parcela de cacao, el número de individuos colectados fue de 324 correspondientes a 32 especies, en la parcela de café fue de 332 individuos pertenecientes a 31 especies mientras que en el bosque secundario fue de 150 correspondientes a 18 especies, para un total de 820 individuos y 42 especies colectadas en las tres parcelas. Por medio de los índices de diversidad, se obtuvo estadísticamente una mayor diversidad en el cacao, en contraste con café ($p < 0.05$). Se concluye que existe una diversidad importante de Hymenopteros en los agroecosistemas que ayudan en el mantenimiento y la calidad de los servicios ecosistémicos.

Palabras claves: Agroecosistema, abundancia, depredadores, control biológico, polinizadores.

b) ABSTRACT.

Hymenoptera are sensitive indicators of ecosystem biodiversity, as well as being excellent pollinators, parasitoids and phytophages. Their decrease denotes the impact of inappropriate agricultural practices on agroecosystems. The objective of this study was to determine the diversity of hymenopterans associated with the agroecosystems of coffee (*Coffea arabica*), cocoa (*Theobroma cacao*) and secondary forest (treatment control), in the Manchinaza Alto sector, El Pangui. In each crop, 18m x 27m plots were delimited. Each plot was divided into subplots of 6m x 9m for a total of 9 replicates. In each of these plots, yellow traps were installed, which consisted of plastic containers, with a soapy solution. To make the collection more efficient, they were placed 75 cm from the ground. Predators, pollinators parasitoids, phytophages were identified based in morphological characters and bibliographic information. The species were collected once a week for 48 hours during a total sampling period of three months. In the cocoa plot, the number of individuals collected was 324 corresponding to 32 species, in the coffee plot it was 332 belonging to 31 species while in the secondary forest it was 150 corresponding to 18 species with a total of 820 individuals and 42 species collected in the three plots. By means of the diversity indices, a higher diversity was obtained in cocoa agroecosystem, in contrast to coffee ($p < 0.05$) and secondary forest. It is concluded that a high diversity of hymenoptera can be found in agroecosystems which allow the maintenance and quality of the ecosystem services.

Keywords: Agroecosystem, abundance, predators, biological control, pollinator

CONTENIDO

a)	RESUMEN.....	viii
b)	ABSTRACT.....	ix
c)	CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
	1.1 Planteamiento del problema... ..	1
	1.2 Objetivos.....	3
	1.2.1 Objetivo general.....	3
	1.2.2 Objetivos específicos.....	3
	1.3 Justificación.....	3
d)	CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
	2.1 Orden Hymenóptera	5
	2.1.1 Generalidades del orden himenóptero.	5
	2.2 Características de los grupos funcionales.	6
	2.2.1 Hymenopteros depredadores.....	6
	2.2.2 Hymenopteros polinizadores.	6
	2.2.3 Hymenopteros fitófagos.....	6
	2.2.4 Hymenopteros parasitoides.....	7
	2.3 Clasificación del orden himenóptero.	7
	2.4 Estudios en el Ecuador de la diversidad de Hymenopteros	8
	2.5 Familias del orden himenóptero en Ecuador.....	9
	2.6 Diversidad de Hymenopteros amazónicos.	11
	2.6.1 Roles funcionales de los Hymenopteros en agroecosistemas amazónicos. 11	
e)	CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
	3.1 Localización.....	12
	3.1.1 Aspectos generales del clima de Tundayme	12
	3.1.2 Descripción de las parcelas de estudio.....	13

3.2	Tipo de investigación...	16
3.3	Métodos de Investigación.....	16
3.3.1	Muestreo.	16
3.3.2	Período y técnica de recolección.....	17
3.3.3	Trampas de caída amarillas.....	17
3.3.4	Identificación taxonómica.....	18
3.3.5	Análisis estadísticos.....	19
f)	CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	20
4.1	Resultados.....	20
4.1.1	Composición de especies en los tratamientos de cacao, café y bosque secundario.....	20
4.1.2	Curvas de acumulación de especies.....	25
4.1.3	Estadísticos descriptivos (promedio y desviación estándar).....	28
4.1.4	Índices de diversidad de Shannon-Wiener, Margalef y Simpson.....	29
4.1.5	Análisis de Kruskall Wallis.....	29
4.1.6	Análisis de correspondencia (CA)	30
4.2	Discusión.....	32
4.2.1	Composición de especies en los tratamientos de cacao, café y bosque secundario.....	32
4.2.2	Curvas de acumulación de especies.....	33
4.2.3	Estadísticos descriptivos (promedio y desviación estándar).....	33
4.2.4	Índices de diversidad de Shannon-Wiener, Margalef y Simpson.....	34
4.2.5	Análisis de Kruskall Wallis.....	34
4.2.6	Análisis de correspondencia (CA)	35
g)	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
h)	REFERENCIAS	37
i)	ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1-2. Familias del orden himenóptero y su número de especies en el Ecuador.....	9
Tabla 2-4. Promedio mensual del número de especies de Hymenopteros registrada por trampa trampa amarillas en Manchinaza Alto en cultivo de cacao, café y bosque secundario por mes... ..	28
Tabla 3-4. Promedio mensual del número de individuos de Hymenopteros registrados por trampa en cada agroecosistema por mes.....	28
Tabla 4-4. Cálculo de índice de diversidad en el cacao, café y bosque secundario.....	29
Tabla 5-4. Análisis de Kruskall Wallis de la diversidad de Hymenopteros en tres agroecosistemas en Manchinaza Alto, Ecuador.....	30

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Figura 1-3: Mapa de la localización de la zona de estudio en Manchinaza Alto, El Pangui, Zamora Chinchipe.....	12
Figura 2-3: Parcelas de cacao, café y bosque secundario ubicadas en Manchinaza Alto, El Pangui.....	14
Figura 3-3: Parcela de cacao en el sector de Manchinaza Alto.....	15
Figura 4-3: Parcela de café en el sector de Manchinaza Alto.....	15
Figura 5-3: Parcela de bosque secundario en el sector de Manchinaza Alto.....	16
Figura 6-3: Diseño de las parcelas de muestreo de Hymenopteros de los agroecosistemas de cacao, café y bosque secundario en una finca en Manchinaza Alto, El Pangui, Zamora Chinchipe.....	17
Figura 7-3: Trampas de caída amarillas instaladas en el sitio de estudio en Manchinaza Alto.....	18
Figura 8-4. Especies de Hymenopteras colectadas en los tres tratamientos (cacao, café y bosque secundario) en Manchinaza Alto, El Pangui, Zamora Chinchipe.....	21
Figura 9-4. Número de individuos por especie de Hymenopteros hallados en una parcela de cacao en Manchinaza Alto, El Pangui, Zamora Chinchipe	23

Figura 10-4: Número de individuos por especie de Hymenopteros en la parcela de café en Manchinaza Alto, El Pangui, Zamora Chinchipe.....	24
Figura 11-4: Distribución del número de individuos por especie de Hymenoptera en la parcela de bosque secundario en Manchinaza Alto, El Pangui, Zamora Chinchipe	25
Figura 12-4: Curva de acumulación de especies de Hymenoptera en tres parcelas de cacao, café y bosque secundario entre enero y abril del 2021 (durante época lluviosa) en Manchinaza Alto.....	25
Figura 13-4: Curva de acumulación de especies de Hymenoptera en la parcela de cacao, entre enero y abril del 2021 (durante época lluviosa) en Manchinaza Alto.....	26
Figura 14-4: Curva de acumulación de especies de Hymenoptera en la parcela de café entre enero y abril del 2021 (durante época lluviosa) en Manchinaza Alto... ..	27
Figura 15-4: Curva de acumulación de especies de Hymenoptera en la parcela del bosque secundario entre enero y abril del 2021 (durante época lluviosa) en Manchinaza Alto.	27
Figura ABC16-4: Biplot del análisis de correspondencia de los tres tratamientos cacao, café y bosque secundario en Manchinaza Alto, El Pangui... ..	31
Figura DEF17-4: Biplot del análisis de correspondencia de los grupos funcionales encontrados en los tratamientos de cacao, café y bosque secundario durante el muestreo realizado en Manchinaza Alto, El Pangui.....	32

ANEXOS

Anexo A. Contribución a la inercia del análisis de correspondencia de los tratamientos de cacao, café y bosque secundario en Manchinaza Alto, El Pangui... ..	43
Anexo B. Puntuaciones de filas del análisis de correspondencia de los tratamientos de cacao, café y bosque secundario en Manchinaza Alto, El Pangui... ..	44
Anexo C. Puntuaciones de la columna del análisis de correspondencia de los tratamientos de cacao, café y bosque secundario en Manchinaza Alto, El Pangui... ..	46
Anexo D. Contribución a la inercia del análisis de correspondencia de los grupos funcionales en los tratamientos de cacao, café y bosque secundario en Manchinaza Alto, El Pangui.....	47

Anexo E. Puntuaciones de filas del análisis de correspondencia de los grupos funcionales en los tratamientos de cacao, café y bosque secundario en Manchinaza Alto, El Panguí.....	48
Anexo F. Puntuaciones de columnas del análisis de correspondencia de los grupos funcionales en los tratamientos de cacao, café y bosque secundario en Manchinaza Alto, El Panguí.....	49

c) Capítulo 1: Introducción.

1.1 Planteamiento del Problema.

El orden Hymenoptera constituye un grupo de insectos muy diversos, de los cuales se estima que se han descrito aproximadamente 115.000 especies a nivel mundial (Sharkey & Fernández, 2006). Los Hymenopteros incluyen principalmente a las hormigas, las avispas y abejas. A pesar de que existe una gran variedad de formas y tamaños presentan un plan morfológico estructural muy homogéneo, en la cápsula cefálica se diferencian ojos compuestos normalmente bien desarrollados; aparato bucal estructuralmente masticador, aunque adaptado en algunos casos a lamer y succionar. Las alas son membranosas, con tendencia a la reducción de la venación; el primer par siempre es mayor que el segundo (Fernández, S. Pujade, 2015).

Los Hymenopteros se clasifican en tres grupos taxonómicos que son: los Symphyta, Parasítica y Aculeata (Fernández, S. Pujade, 2015). La principal diferencia de esta clasificación es el ovipositor en las hembras, se encuentra modificado a modo de sierra (Symphyta), taladro (Parasítica) o aguijón (Aculeata) (Fernández, S. Pujade, 2015). Estos insectos se caracterizan por ser holometábolos con dos tipos larvarios principales: eruciforme en los sínfitos e himenopteriforme (vermiforme eucéfala), en los Apócritos; aunque en los Parasítica pueden existir larvas con morfologías muy particulares (Fernández, S. Pujade, 2015).

En la actualidad se han descrito aproximadamente 1095 especies de Hymenopteros en el Ecuador (GBIF, 2019). La amazonía se destaca por su alta riqueza de especies de Hymenopteros, que sobresalen por la extraordinaria variedad de modos de vida, pues existen Hymenopteros con hábitos que van desde la fitofagia; por ejemplo, especies de la familia Formicidae, hasta el mutualismo como en la polinización; servicio que realizan especies de la subfamilia Xylocopinae, la formación de sociedades complejas o formas parasitoides como sucede, por ejemplo; con las especies de la familia Braconidae (Pazmiño, 2018).

Según Veijalainen et al (2012) mencionan, que en los bosques lluviosos del Parque Nacional Yasuní (Orellana) se han registrado 20 subfamilias de parasitoides de la familia Ichneumonidae. Además, Mazón, et al (2020) encontraron en el Parque Nacional Podocarpus en Zamora Chinchipe, 32 familias entre las que se destacan

Ichneumonidae y Braconidae. En la amazonía occidental ecuatoriana se han registrado 489 especies de hormigas, siendo las más abundantes *Camponotus*, *Pheidole*, *Pseudomyrmex*, *Pachycondyla*, *Brachymyrmex* y *Crematogaster* (Wilkie, et al. 2010) Para Padrón, et al. (2021) el color de la trampa utilizada en los muestreos es de gran importancia, porque algunos insectos poseen cierta preferencia en cuanto al color, si solo se va a coleccionar abejas el método de trampas de colores no es la mejor, pero son muy útiles para evaluar la comunidad de insectos en general.

La estructura y funcionamiento del ambiente son aspectos esenciales para la supervivencia de las especies y el bienestar humano, por tal razón es muy importante la conservación de los bosques. Pero debido al agrandamiento de la frontera agrícola se han devastado los bosques nativos para introducir cultivos los cuales generan ingresos económicos a los agricultores. Tales actividades generan problemas para mantener el equilibrio ecológico, inclusive dentro de los cultivos. La mayoría de cultivos utilizan insecticidas que ponen en riesgo la supervivencia de los insectos; producen una disminución de las poblaciones de distintas especies incluyendo a los Hymenopteros, los cuales habitan en distintos agroecosistemas (Sermeño-Chicas et al., 2019). El uso de insecticidas además hace más vulnerables a enfermedades a los cultivos debido a la ausencia de controladores naturales de diversos organismos y la ausencia de nutrientes por la pérdida de organismos del suelo (Young, A.2010).

Los agroecosistemas son entornos modificados por la especie humana para realizar actividades agrícolas de policultivo, con el propósito de promover la conservación de los ecosistemas y mantener el equilibrio de las especies que habitan en estos ambientes (León, 2012). Según el estudio realizado por Huaman et al (2017) sugiere, que en los cultivos de café (*Coffea arabica*) existe una gran presencia de insectos del orden himenóptera, en donde sobresalen las familias Eulophidae e Ichneumonidae que tienen una función beneficiosa para los agroecosistemas. Las familias Eulophidae e Ichneumonidae pertenecen al grupo funcional de los parasitoides de larvas de lepidópteros; por lo cual ayudan a mantener el equilibrio ecológico de los agroecosistemas. También, León et al. (2019) menciona, que en el cultivo de cacao existe mayor presencia de organismos Hymenopteros especialmente depredadores y polinizadores (especies de las familias Halictidae y Apidae), que en otros agroecosistemas como los cultivos de arroz y guanábana.

Esta investigación se llevó a cabo en la provincia de Zamora Chinchipe, cantón El Pangui, parroquia Tundayme; sector Manchinaza Alto. El propósito de este trabajo investigativo es determinar la diversidad de Hymenopteros en dos tipos de agroecosistemas de la región: café (*Coffea arabiga*), cacao (*Theobroma cacao*), y en un bosque secundario el cual sirvió de control. Este estudio pretende comprender como se encuentra organizada la comunidad de insectos Hymenopteros en los agroecosistemas de El Pangui. Por lo que se evaluaron los efectos de los cultivos de café y cacao sobre la diversidad de morfoespecies de Hymenopteros y se compararon con la diversidad de este orden en un bosque secundario para responder la pregunta: ¿Cómo influyen los dos tipos de agroecosistemas en la diversidad de Hymenopteros, con respecto a un bosque secundario amazónico?

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo general.

Determinar la diversidad de Hymenopteros asociados a los agroecosistemas de café (*Coffea arabiga*), cacao (*Theobroma cacao*) y bosque secundario, en el sector de Manchinaza Alto; El Pangui, Zamora Chinchipe.

1.2.2 Objetivos específicos.

Determinar la composición taxonómica de Hymenopteros para comparar la diversidad de morfoespecies presentes en el bosque secundario y en dos tipos de agroecosistemas, café y cacao.

Evaluar la riqueza y abundancia de Hymenopteros hallados en agroecosistemas de café (*Coffea arabiga*), cacao (*Theobroma cacao*) y en un bosque secundario.

Determinar el rol funcional de las morfoespecies de Hymenopteros hallados en agroecosistemas de café, cacao y bosque secundario.

1.3 Justificación.

La diversidad de Hymenopteros es importante para el funcionamiento de ecosistemas, pues la composición y diversidad de especies influyen en distintos servicios ecosistémicos como: el flujo de materia, energía; polinización, etc. (Fernández, S. Pujade, 2015). Entre esos, los Hymenopteros son un importante grupo de insectos que

actúan principalmente como polinizadores; depredadores y controladores de plagas (Sermeño Chicas et al. 2019).

Los Hymenopteros prestan servicios ecosistémicos beneficiosos como la polinización, la cual tiene un enorme impacto en nuestra vida, pues aproximadamente un 75% de las especies vegetales cultivadas son polinizadas por insectos y una tercera parte de la dieta de los humanos depende directa o indirectamente de los insectos polinizadores (Escobés & Vignólo, 2018). Además, estudios recientes estiman que casi el 90% de las plantas con flores del planeta dependen de los polinizadores para la producción de semillas viables (Escobés & Vignólo, 2018). Los Hymenopteros parasitoides son también organismos benéficos para los cultivos, debido a que son controladores biológicos, es decir regulan de manera natural a que las poblaciones de especies de insectos perjudiciales crezcan de manera exponencial poniendo en riesgo a los sembríos (García & Montilla, 2010).

La fitofagia es una de las actividades que pone en riesgo a las especies que realizan este tipo de alimentación dentro de los cultivos, ya que por parte de los humanos son vistos como plagas que generan pérdidas económicas, los principales Hymenopteros fitófagos son las hormigas (Formicidae). Aunque en algunos de los casos la interacción entre las plantas y las hormigas es de tipo mutualista ya que estos insectos defienden a la planta de los herbívoros y los vegetales le dan a cambio refugio (Ruíz, et al. 2014). Estas interacciones son importantes para mantener la diversidad vegetal de las selvas lluviosas tropicales (Reyes & Ríos, 2015).

La importancia de describir la composición, diversidad y roles funcionales de los Hymenopteros en los agroecosistemas amazónicos son por el desconocimiento de las diferentes actividades que realizan las especies de Hymenopteros que allí se encuentran. Esto permite que el ser humano los valore y no los considere como plagas a fin de evitar la aplicación de insecticidas en los cultivos, lo cual podría contribuir al éxito de los cultivos. La aplicación de insecticidas, ocasiona un desequilibrio ecológico al afectar a las especies de insectos que participan tanto en la polinización, como en el control biológico y aumentan la presencia de plagas en los cultivos, debido a la desaparición de los parasitoides y fitófagos (Sermeño-Chicas et al., 2019). Por lo tanto, las alteraciones en la diversidad de Hymenopteros pueden generar repercusiones dentro de los ecosistemas naturales y agrícolas cuyo valor económico no ha sido aún determinado en zonas tropicales como las de El Pangui.

El conocimiento sobre la diversidad del orden himenóptero es importante para el mantenimiento de la regulación de los ecosistemas, siendo fundamental conocer su diversidad en distintos tipos de agroecosistemas amazónicos como el café o el cacao, que son importantes actividades económicas en El Pangui, provincia de Zamora Chinchipe.

d) Capítulo 2: Fundamentación teórica.

2.1 Orden himenóptera.

2.1.1 Generalidades del orden himenóptero.

Se estima que existen aproximadamente 160,000 especies de Hymenopteros a nivel mundial, el cual incluye a los grupos de las hormigas, avispas y abejas (Fernández, S. Pujade, 2015). Son el grupo más importante de especies polinizadoras de las plantas angiospermas; por lo cual que son claves para la vida en el planeta. No obstante, algunas especies son consideradas plagas, pero una gran mayoría son usadas como controladores biológicos de otros insectos. La distribución del orden himenóptera es cosmopolita (Zumbado & Azofeifa, 2018).

La mayoría de Hymenopteros adultos se alimentan de líquidos, especialmente de néctar de flores o nectarios extraflorales y de las secreciones dulces de hemípteros chupadores de savia, como las chicharras; pulgones y otros. La mayor parte de especies de este orden están activos en las horas soleadas y durante la noche se posan sobre la vegetación, aunque algunos son nocturnos (Paccha, 2017). Este grupo se caracteriza por poseer metamorfosis completa. En el caso de las hembras suelen poner sus huevos en sitios protegidos, sobre o dentro de la vegetación, dentro o sobre sus hospederos y en nidos. Las larvas son de dos tipos: de vida libre y activas (Symphyta), o confinadas en una celda de crianza o dentro de un hospedero o asociada a este, en el caso de las avispas parasitoides (Zumbado & Azofeifa, 2018).

Una de las características presente en todos los Hymenopteros es la haplodiploidía, mecanismo que sirve para la determinación del sexo, en donde los machos provienen de huevos no fecundados y las hembras de huevos fertilizados (Zumbado & Azofeifa, 2018). Este orden se identifica por tener el cuerpo relativamente duro o coriáceo, aparato bucal masticador o masticador-lamedor. Antenas conspicuas, con 10 o más segmentos, largas en muchas especies. Poseen cuatro alas membranosas. Hembras con ovipositor bien desarrollado, algunas veces más largo que el cuerpo, presencia de aguijón (ovipositor

modificado) en algunas especies (Zumbado & Azofeifa, 2018). Los himenópteros cumplen diversos roles en los ecosistemas formando distintos grupos funcionales.

2.2 Características de los grupos funcionales.

2.2.1 *Hymenopteros depredadores.*

Las especies que pertenecen a este grupo corresponden a distintas familias entre la que se destacan las familias Pompilidae, Formicidae y Vespidae (Fernández, S. Pujade, 2015). Los depredadores son generalistas, siendo organismos muy activos en la búsqueda de sus presas, ya sea a través de vuelos cortos o rápidos combinados con movimientos por el suelo a gran velocidad. A pesar de que pueden fabricar nidos con barro en cavidades preexistentes (Fernández, S. Pujade, 2015), es muy habitual en varias especies que sencillamente excaven galerías en el suelo o utilicen la propia madriguera de la presa. Luego depositan el huevo sobre la presa y cierran la cavidad utilizada (Fernández, S. Pujade, 2015).

2.2.2 *Hymenopteros polinizadores.*

Las especies de este grupo pertenecen a distintas familias entre otras destacan las familias Apidae con las subfamilias Xylocopinae, Bombinae, Euglossinae entre otras (Zumbado & Azofeifa, 2018). La mayoría de organismos de este orden son beneficiosos por su valor ecológico, comercial y agrícola, debido a que las abejas; abejorros, son importantes polinizadores de cultivos. Varias de estas especies producen miel; polen, cera con alto valor nutritivo, medicinal o comercial.

2.2.3 *Hymenopteros fitófagos.*

Un organismo fitófago es aquel que se alimenta de cualquier material el cual es de origen vegetal (Zumbado & Azofeifa, 2018). Existen muy pocas especies que son plagas, entre las cuales se destacan las hormigas defoliadoras (*Atta* sp.) que provocan daños graves en cultivos enteros (Zumbado & Azofeifa, 2018). Las hormigas forman parte de la familia Formicidae con especies que tienen larvas herbívoras, barrenadores de tallos, también hay avispa formadoras de agallas como las de la familia Eurytomidae que son otro tipo de Hymenopteros defoliadores; algunas abejas sin aguijón las cuales pertenecen a la subfamilia Apinae son fitófagos que dañan flores, tallos y otras partes de las plantas, en busca de néctar, resinas y otras sustancias para alimento de sus larvas o construir sus nidos (Zumbado & Azofeifa, 2018).

2.2.4 Hymenopteros parasitoides.

Son insectos que en su mayoría son especialistas al seleccionar el hospedero para cumplir con las primeras partes de su ciclo de vida, por tal razón, los parasitoides son más pequeños que el hospedero. Estos insectos parasitan principalmente huevos, larvas y pupas de otras especies de invertebrados (Zumbado & Azofeifa, 2018). Las larvas de los parasitoides se desarrollan dentro o fuera del hospedero, los organismos adultos son de vida libre, necesitan de polen; néctar, para su supervivencia cuando ya son adultos. Los himenópteros que pertenecen a este grupo funcional corresponden a las familias Braconidae, Bethylidae, Scelionidae, Trichogrammatidae e Ichneumonidae (Zumbado & Azofeifa, 2018). Una gran variedad de especies es usada como control biológico en distintos tipos de cultivos tropicales (Ruíz, 2015)

En el Ecuador no existen muchos estudios sobre la diversidad de Hymenopteros en los cultivos de café y cacao, por tal razón este estudio es importante. Algunos autores como Aguilar-Astudillo et al., (2019) mencionan, que en las plantaciones de café (*Coffea arabica*) en Chiapas (México); se han colectado 134 familias de insectos, que corresponden a 12 órdenes, en donde el más abundante fue el orden himenóptera; lo cual indica que estos cultivos se mantienen ecológicamente equilibrados, es decir que están menos perturbados que otros sistemas agrícolas. Para Ríos (2015) en las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) en Ecuador se han encontrado al menos cinco especies de hormigas y dos especies de avispas relacionadas con la flor de este cultivo, pues la existencia de estas especies está vinculada con la presencia de nectarios y polen.

2.3 Clasificación del orden himenóptero.

El orden himenóptero se clasifica en dos subórdenes:

1. Symphyta, que se caracterizan porque los adultos no poseen cintura y las larvas son eruciformes (parecidas a las orugas de las mariposas) con seis o más propodios, debido a que se alimentan de hojas y otros tejidos vegetales. Las larvas se alejan del alimento para pupar (Paccha, 2017).
2. Apocrita, que agrupa a las hormigas, avispas y abejas. Estos se identifican puesto que los adultos presentan una cintura, en donde el primer segmento del abdomen está fusionado con el tórax, por esta razón a menudo se hace referencia al abdomen como gaster o metasoma, y al tórax como mesosoma; se supone que esta modificación le da más fortaleza a la articulación del abdomen (Paccha, 2017). La mayoría de especies

tienen aguijón y sus larvas son vermiformes (no tienen patas), ya que son alimentadas por los adultos o son depositados dentro o sobre un hospedero donde se desarrollan. Las larvas pupan en o cerca del lugar donde se desarrollaron (Zumbado & Azofeifa, 2018). Los adultos pueden vivir desde unos pocos días hasta varios años, como las reinas de las hormigas cortadoras de hojas *Atta sexdens* (Formicidae) que viven hasta 20 años (Malagon, 2016).

2.4 Estudios en el Ecuador de la diversidad de Hymenopteros.

En la actualidad en el Ecuador existen algunos estudios sobre la diversidad de Hymenopteros. En su mayoría, estas investigaciones han sido realizadas sobre las hormigas. Autores como Piedra, G (2015) y Tuza (2015) realizaron estudios en el Parque Nacional Podocarpus, Reyes-Puig & Ríos-Alvear (2015) realizaron la investigación en el Parque Nacional Yasuní, que reflejan la riqueza y abundancia de especies de hormigas, lo cual permite conocer el estado de conservación de diferentes bosques ecuatorianos; y en donde también se encontraron algunas especies nuevas para la ciencia.

Uno de los pocos trabajos actuales acerca de la diversidad de Hymenopteros son: el de Picon (2019), que evaluó la diversidad de este orden en los bosques de *Scalesia* de Galápagos, en este trabajo; se destacaron por su abundancia en cuanto a familias como Platigastridae, seguida de Braconidae y Bethyilidae. También destaca el de Mazón et al (2020) que identificaron las familias de Hymenopteros presentes en diferentes niveles de perturbación en los bosques andinos, y evaluaron cómo los grupos funcionales de Hymenopteros están cambiando a medida que aumentan la perturbación en el Parque Nacional Podocarpus en Zamora Chinchipe. Estos autores encontraron 32 familias, en las que se destacan Ichneumonidae y Braconidae (Mazón et al. 2020).

En cuanto al cacao, (*Theobroma cacao*) es uno de los principales cultivos tradicionales en el Ecuador desde la época de la colonia. En la actualidad aporta con el 65 % de materia prima para la producción mundial de chocolate fino (Campuzano, 2016). Sin embargo en los cacaotales podemos encontrar insectos que los productores consideran como plagas, debido al desconocimiento de la función que cumplen dentro de estos ecosistemas. Consecuentemente; empiezan a aplicar insecticidas, acabando así con la diversidad de especies de himenópteros, lo cual podría disminuir la productividad de los cultivos al eliminar insectos polinizadores, depredadores y parasitoides (Vera et al., 2016).

Para Salazar & Torres (2017), la disminución del rendimiento de los cultivos de café y cacao, se debe actualmente a que existe una disminución de polinizadores; lo cual reduce la producción de frutos. Los organismos Hymenopteros son de gran importancia ya que algunos son perjudiciales debido a que son plagas forestales (sínfitos), pero la mayoría de las especies son consideradas beneficiosas, al intervenir de manera decisiva en aspectos relacionados con el control de plagas (parasitoides y depredadores) y la polinización (Fernández, S. Pujade, 2015).

2.5 Familias del orden himenóptero en Ecuador.

De acuerdo a GBIF (2019), en el Ecuador existen 1095 especies pertenecientes a 54 familias de Hymenopteros. A continuación, en la Tabla 1 se observa el número de especies de cada familia en el Ecuador.

Tabla 1. Familias del orden himenóptero y su número de especies en el Ecuador.

Familia	Número de especies
Suborden Apocrita	
Andrenidae	5
Apidae	223
Aphelinidae	4
Bethylidae	23
Braconidae	86
Ceraphronidae	1
Chalcididae	5
Charipidae	1
Chrysididae	5
Collectidae	13
Crabronidae	15
Cynipidae	1
Diapriidae	1
Dryinidae	3
Encyrtidae	1
Eucharitidae	6
Eucoilidae	1

Eulophidae	18
Eumenidae	23
Eupelmidae	16
Eurytomidae	11
Evaniidae	3
Figitidae	2
Formicidae	461
Halictidae	41
Ichneumonidae	8
Leucospidae	1
Liopteridae	1
Megachilidae	10
Megaspilidae	1
Melittidae	1
Mutillidae	6
Mymaridae	7
Pelecniidae	1
Pelecniidae	1
Platygastridae	3
Pompilidae	35
Proctotrupidae	1
Pteromalidae	5
Rhopalosomatidae	1
Scelionidae	15
Scoliidae	2
Signiphoridae	2
Sphecidae	4
Tanaostigmatidae	1
Tiphiidae	1
Torymidae	1
Vespidae	42

Suborden Symphyta

Argidae	7
Orussidae	1
Pergidae	8
Tenthredinidae	3
Xiphydriidae	2

Fuente. GBIF (2019).

2.6 Diversidad de Hymenopteros amazónicos.

La información sobre los insectos en la amazonía es tan escasa que no es posible determinar si sus poblaciones están sufriendo una disminución de la biomasa como ocurre en otros biomas y situaciones (Hallmann et al., 2017). Sin embargo este puede ser el caso de ecosistemas específicos en la frontera de la deforestación, donde el impacto del uso intensivo de pesticidas en las plantaciones vecinas o incendios, puede afectar la biota natural restante (Dourojeanni, 2019). A pesar de todas estas afectaciones que han sufrido los ecosistemas amazónicos se han registrado hasta 72 especies de hormigas en el Parque Nacional Yasuní; en donde las subfamilias con mayor riqueza fuerón Myrmicinae y Formicinae (Reyes & Ríos, 2015).

2.6.1 Roles funcionales de los Hymenopteros en agroecosistemas amazónicos.

Según el estudio realizado por Aguado, Gutiérrez, & Muñoz (2019) demuestra que los Hymenopteros polinizadores, posee patrones como complementariedad funcional y especialización en las interacciones entre plantas y polinizadores de un agroecosistema. Además, los Hymenopteros pueden ejercer mecanismos de control adecuados para maximizar el rendimiento de estos sistemas de cultivo; para controlar las pérdidas por daño de herbivoría en los agroecosistemas. Acciones como la inclusión y el manejo de redes de interacción en los agroecosistemas fortalecería los fundamentos sobre los cuales se basa la agroecología, ocasionando un mejoramiento en el valor y sostenibilidad a través del tiempo. Por tal razón, es importante determinar la composición y diversidad de este orden de insectos en agroecosistemas tropicales como los de El Panguí en la provincia de Zamora Chinchipe.

e) Capítulo 3: Metodología de la investigación.

3.1 Localización.

La investigación se desarrolló en una finca de producción, ubicada en el sector de Manchinaza Alto, parroquia Tundayme; cantón El Pangui, provincia de Zamora Chinchipe al sur de la amazonia del Ecuador (Figura 1).

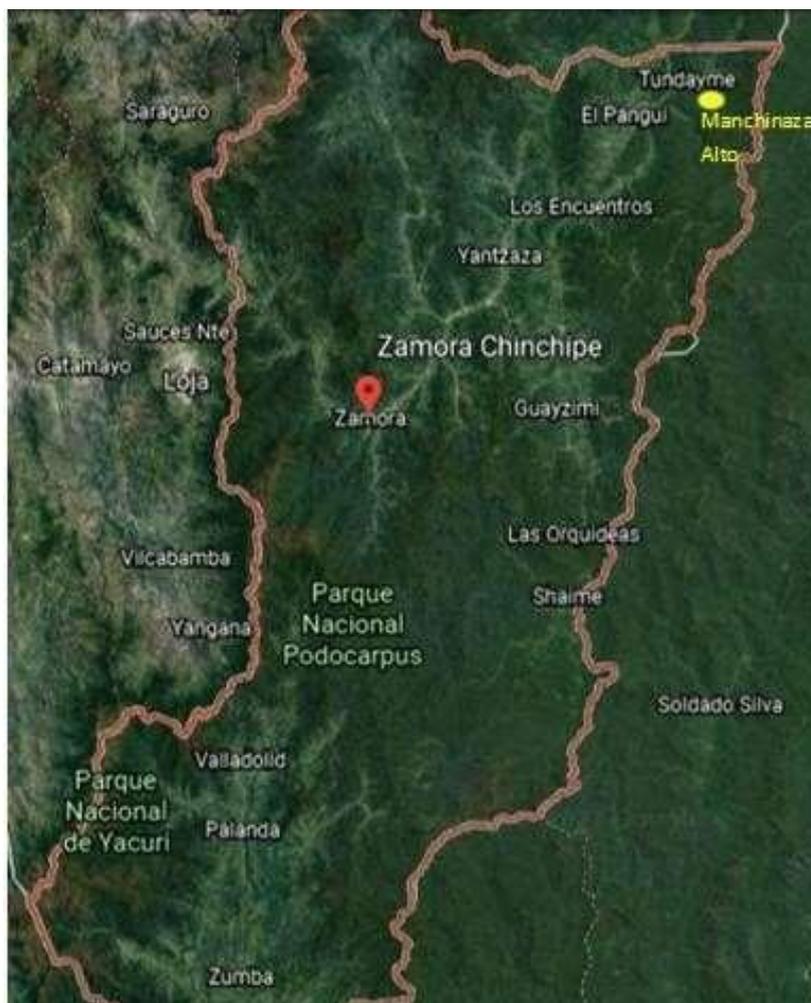


Figura 1: Mapa de la localización de la zona de estudio en Manchinaza Alto, El Pangui, Zamora Chinchipe. Tomado de Google earth (15-07-2021).

3.1.1 Aspectos generales del clima de Tundayme.

La parroquia Tundayme está caracterizada por presentar condiciones atmosféricas variables, que incluyen períodos con fuertes lluvias, pasando a un clima caluroso y soleado en pocas horas dentro de un mismo día. Tales características también se presentan en el sector de Manchinaza Alto; pues este lugar pertenece a dicha parroquia. La precipitación anual promedio es de 1871,9 mm anuales (GAD parroquial rural de Tundayme, 2019).

Temperatura: Está estrechamente vinculada con la altitud, por lo cual en Tundayme varía debido a su ubicación en las estribaciones de la Cordillera del Cóndor. La temperatura presenta variaciones de 18 a 24 °C. Las temperaturas altas (verano), se han registrado durante el mes de diciembre y en los primeros meses del año; y las más bajas, en los meses de abril y mayo, lo cual se relaciona con la época de lluvias (GAD parroquial rural de Tundayme, 2019).

3.1.2 Descripción de las parcelas de estudio.

La superficie terrestre de las parcelas que estuvo bajo estudio, se caracterizó por la presencia de un conjunto de cuevas, terrazas; colinas medianas, que son características de la Cordillera del Cóndor y que se constituyen en fuentes hídricas. El área de muestreo, correspondió a una finca productiva que tiene una elevación promedio de aproximadamente 838 msnm. Considerando la topografía del terreno se identificaron tres niveles en la finca (bajo, medio y alto): dos de las parcelas se encuentran en una superficie relativamente plana y la otra parcela posee un 10% de pendiente, (GAD parroquial rural de Tundayme, 2019).

La finca se encontró dividida en áreas de producción de cacao, que ocuparon la parte baja de la finca (3°36'53.58"S, 78°30'54.34"O), con una altitud de 820 msnm; cultivo de café que ocuparon la parte media del terreno (3°61.53'54.64"S, 78°51.54'43.71"O), con una altitud de 838 msnm y un bosque secundario que se encuentra en la parte alta de la propiedad (3°50'33,95"S, 78°40.20'60.4"O); con una altitud de 900 msnm (S.F. Applicality Ltd., 2019) (Figura 2).



Figura 2: Parcelas de cacao, café y bosque secundario ubicadas en Manchinaza Alto, El Pangui. Tomado de Google earth (19/05/2021)

3.1.2.1 Aspectos generales de la vegetación.

El área de estudio tuvo tres parcelas que fueron: la parcela de cacao, donde predominan plantas de *Theobroma cacao*. El sistema de cultivo fue de tres metros cuadrados por planta de cacao con 54 plantas de cacao encontradas durante el presente muestreo y la edad de este cultivo es de cinco años (Figura 3). En la parcela de café predominaron plantas de *Coffea arabiga*; en la cual el sistema de cultivo era de un metro y medio cuadrado por planta de café, con un total de 216 plantas de café y la edad del agroecosistema es de siete años (Figura 4). La parcela de bosque secundario encontraste se observó una gran variedad de plantas entre las que predominaba la familia Melastomatáceae, y posee unos diez años de recuperación (Figura 5).

En los dos agroecosistemas, existió una gran cantidad de árboles que correspondían a la familia Rutáceas, Solanáceas; Moráceas incluyendo árboles frutales del género *Inga* y *Persea americana*. En cuanto al bosque secundario presentó árboles en su mayoría de Melastomatáceas, Arecaceas, Clusiaceae y del género *Piper*; con una altura promediode 15m y un sotobosque denso (obs, per.)



Figura 3: Parcela de cacao en el sector de Manchinaza Alto.



Figura 4: Parcela de café en el sector de Manchinaza Alto.



Figura 5: Parcela de bosque secundario en el sector de Manchinaza Alto.

3.2 Tipo de Investigación.

Este proyecto se enmarca dentro del convenio marco de la UEA y el MAE Nro. MAE-DNB-CM-2018-0087-UAmazonica del proyecto de investigación “Diversidad ecológica preliminar de artrópodos terrestres en cuatro ecosistemas naturales alrededor de la oferta académica el Pangui-Universidad Estatal Amazónica del programa de biodiversidad, ecosistemas y ambiente.

El tipo de investigación correspondió a un diseño descriptivo cuantitativo con el propósito de conocer las diferencias en la diversidad de insectos del orden himenóptero en dos agroecosistemas (cacao y café) y un bosque secundario.

3.3 Métodos de Investigación.

3.3.1 Muestreo.

El tipo de muestreo que se aplicó es sistemático, por lo que se estableció tres parcelas experimentales de 18 m x 27 m, una por cada tratamiento (cacao, café y bosque secundario). Cada parcela se dividió en sub parcelas de seis metros por nueve metros, para obtener un total de nueve sub parcelas por cada tratamiento; a las cuáles se les asignó un número del uno al nueve y se empezó enumerando de izquierda a derecha (Figura 6).

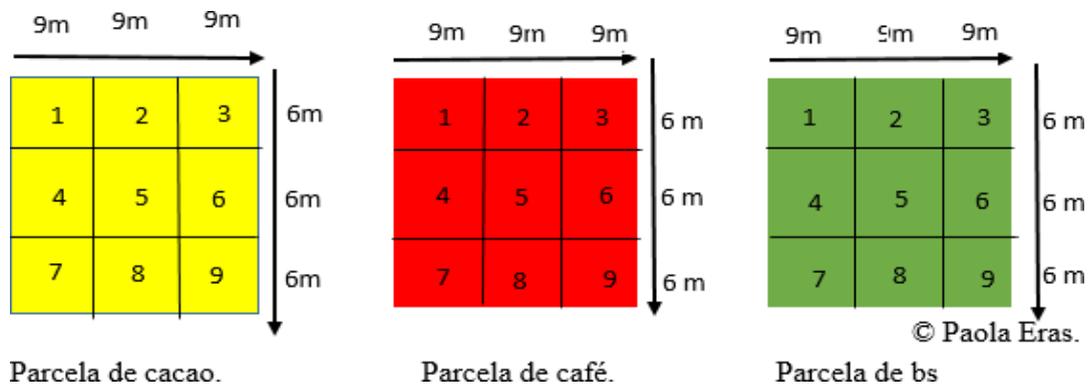


Figura 6: Diseño de las parcelas de muestreo de Hymenopteros de los agroecosistemas de cacao, café y bosque secundario en una finca en Manchinaza Alto, El Pangui, Zamora Chinchipe.

Para la delimitación de las parcelas, en la finca de estudio, se utilizó; machete y para las mediciones se empleó un flexómetro. Con el fin de señalar los puntos de la delimitación de cada parcela se usó una cinta plástica como señalización. Se tomaron las coordenadas de cada parcela con la ayuda de un dispositivo móvil y la aplicación GPS mobile topographer (S.F. Applicality Ltd, 2019).

3.3.2 *Período y técnica de recolección.*

En los tres tratamientos se realizó el muestreo durante tres meses iniciando el 23 de enero hasta el 10 de abril 2021 durante la época lluviosa. Las revisiones fueron efectuadas una vez cada semana por un total de 12 semanas lo que resultó en nueve repeticiones con un total de 108 trampas en cada parcela, que fueron incluidas en los análisis.

3.3.3 *Trampas de caída amarillas.*

En cada subparcela, se colocaron las trampas de caída amarillas para recolectar los insectos, las cuales fueron colocadas en diferentes lugares dentro de cada sub parcela. Las trampas de caída se elaboraron según Márquez (2005) de la siguiente manera: se emplearon 10 vasos de 250 ml de color amarillo, a los cuales se les colocó 100 ml de agua; 10 ml de jabón líquido y 10 ml de alcohol etílico.

Una vez elaboradas las trampas se ubicaron nueve trampas en cada parcela, a las cuales se les colocaron a 75 cm del suelo. Las trampas fueron instaladas en todas las parcelas el mismo día y se mantuvieron operativas durante 48 horas. Se utilizó este tipo de

trampa debido a que los Hymenopteros tienen la capacidad de detectar diferentes longitudes de onda de luz (Li & et al, 2012). El color amarillo de las trampas tiene una gran efectividad de captura para este orden de insectos (Marchiori, 2014). Este tipo de método se aplicó a las parcelas de los tres tratamientos: bosque secundario (control), cacao y café (Figura 7).



Figura 7: Trampas de caída amarillas instaladas en el sitio de estudio en Manchinaza Alto.

3.3.4 *Identificación taxonómica.*

La identificación se realizó mediante claves taxonómicas de Hymenoptera como las de Fernández, S. Pujade (2015), Zumbado & Azofeifa (2018), Pazmiño (2018) y Baccaro et al. (2016). Una vez colectados los individuos se los etiquetó de acuerdo al tipo de parcela (cacao, café y bosque secundario); y se los colocó en frascos de vidrio, los cuales contuvieron alcohol etílico al 70% y formol al 2% para su respectiva preservación (Salinas, 2016). Estos especímenes serán depositados en el laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica.

3.3.5 Análisis estadísticos.

Las variables que fueron analizadas son la riqueza de especies (variable cuantitativa continua) y abundancia (variable cuantitativa continua), grupo funcional (variable categórica). En cuanto al análisis estadístico se utilizó los siguientes métodos para determinar la composición y diversidad de Hymenopteros de los agroecosistemas estudiados:

Se analizó las curvas de acumulación de especie para determinar qué tan completo fue el muestreo y para hacer comparaciones del número de especies entre cada tratamiento. En donde se utilizó una matriz de datos de presencia-ausencia de Hymenopteros con especies en las filas y trampas en las columnas. Se calculó los estadísticos descriptivos (media y varianza) para evaluar la riqueza, es decir el promedio de especies por trampa en cada mes que se encontraron en cada parcela y la abundancia, que hace referencia al promedio de individuos por trampa en cada mes. La media y la varianza fueron calculados también en cuanto al número de especies, el número de individuos por mes en cada parcela y las repeticiones que sirvieron para este cálculo fueron el número de trampas.

Para comprobar la diversidad de Hymenopteros se empleó varios índices como los de Shannon-Wiener, Margalef y Simpson se utilizaron los tres porque el primero mide la diversidad, el segundo mide la riqueza específica y el tercer permite conocer la dominancia que existe de las especies en cada uno de las parcelas (Moreno, 2016). Las fórmulas de estos índices se detallan a continuación:

Índice de Shannon-Wiener:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde:

p_i = Abundancia relativa.

El rango es de 1-5, de 0-1.35 diversidad baja: 1.36-3.5 diversidad media y $>$ a 3.6 diversidad alta (Moreno, 2016)

Índice de diversidad de Margalef.

$$DMg = S - 1 / \ln N$$

Donde:

S = número de especies

N = número total de individuos

Siendo los valores, 2 baja biodiversidad y los valores superiores a 5 alta biodiversidad (Moreno, 2016).

Índice de Simpson.

$D = \sum p_i^2$

Donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Dónde: El rango es de cero y uno: si el valor es cero, diversidad infinita y si el valor es uno, no hay diversidad (Moreno, 2016).

A continuación, el análisis de Kruskal Wallis se usó para establecer diferencias en la riqueza (número de especies), abundancia (número de individuos) e índices de diversidad entre los tres tratamientos (tipo de agroecosistema). Finalmente, para determinar si existió dependencia entre la riqueza de especies de Hymenopteros y cada tratamiento (bosque secundario, cacao, café); se ejecutó un análisis de correspondencia (CA). Esta es una técnica estadística que sirve para analizar la dependencia e independencia de un conjunto de variables categóricas (Fernández., 2002).

f) Capítulo 4: Análisis de resultados.

4.1 Resultados.

4.1.1 Composición de especies en los tratamientos de cacao, café y bosque secundario.

Se identificaron 42 especies de Hymenoptero con 820 individuos en total en las tres parcelas (cacao, café, bosque secundario) correspondientes a 11 familias, las cuales fueron etiquetadas y colocadas en frascos de vidrio herméticos para su preservación (Figura 8).



Figura 8: Especies del orden Hymenoptera colectadas en los tres tratamientos (cacao, café, bosque secundario) en Manchinaza Alto, El Pangui. APOCRITA. 1. *Andrena* sp (Andrenidae). 2. *Plebeia* sp (Apidae). 3. *Rodanthidium stictium* (Apidae). 4. *Lestrimelitta* sp (Apidae). 5. *Partamona testacea* (Apidae). 6. *Ceratina* sp (Apidae). 7. *Partamona orizabensis* (Apidae). 8 *Xilocopia violacea* (Apidae). 9. *Apis mellifera* (Apidae). 10. *Lestrimelia danuncia* (Apidae). 11. *Trigona cilipes* (Apidae). 12. *Plebeia*

jatiformis (Apidae). 13. *Odontomachus* sp (Formicidae). 14. *Procryptocerus* sp (Formicidae). 15. *Acanthostichus davisi* (Formicidae). 16. *Atta sexdens* (Formicidae). 17. *Centromyrmex* sp (Formicidae). 18. *Pheidole* sp (Formicidae). 19. *Thaumatomyrmex* sp (Formicidae). 20. *Paraponera clavata* (Formicidae). 21. *Cephalotes* sp (Formicidae). 22. *Camponotus* sp (Formicidae). 23. *Crematogaster auberti* (Formicidae). 24. *Mycetophylax* sp (Formicidae). 25. *Asteca* sp (Formicidae). 26. *Sphcodes* sp (Halictidae). 27. *Augochloropsis metallica* (Halictidae). 28. *Ichneumon wasps* (Ichneumonidae). 29. *Traumatotilla* sp (Mutillidae). 30. *Anoplius* sp (Pompilidae). 31. *Pepsis* sp (Pompilidae). 32. *Nasonia* sp (Pteromalidae). 33. *Megascolia* sp (Scoliidae). 34. *Brachygastra mellifica* (Vespidae). 35. *Metapolybia aztecoide* (Vespidae). 36. *Parachartergus apicalis* (Vespidae). 37. *Polistes* sp (Vespidae). 38. *Polybia ignobilis* (Vespidae). 39. *Polybia occidentalis* (Vespidae). 40. *Polybia scutellaris* (Vespidae). 41. *Synoeca septentrionalis* (Vespidae). SYMPHYTA. 42. *Trachelus tabidus* (Cephalidae).

En el caso de la parcela de cacao se recolectó 324 individuos que correspondieron a 32 especies. La especie más abundante fue *Polistes* sp. (Vespidae) con 82 individuos, seguida de *Paraponera clavata* (Formicidae), en contraste con *Procryptocerus* sp (Formicidae) con 47 individuos (Figura 9).

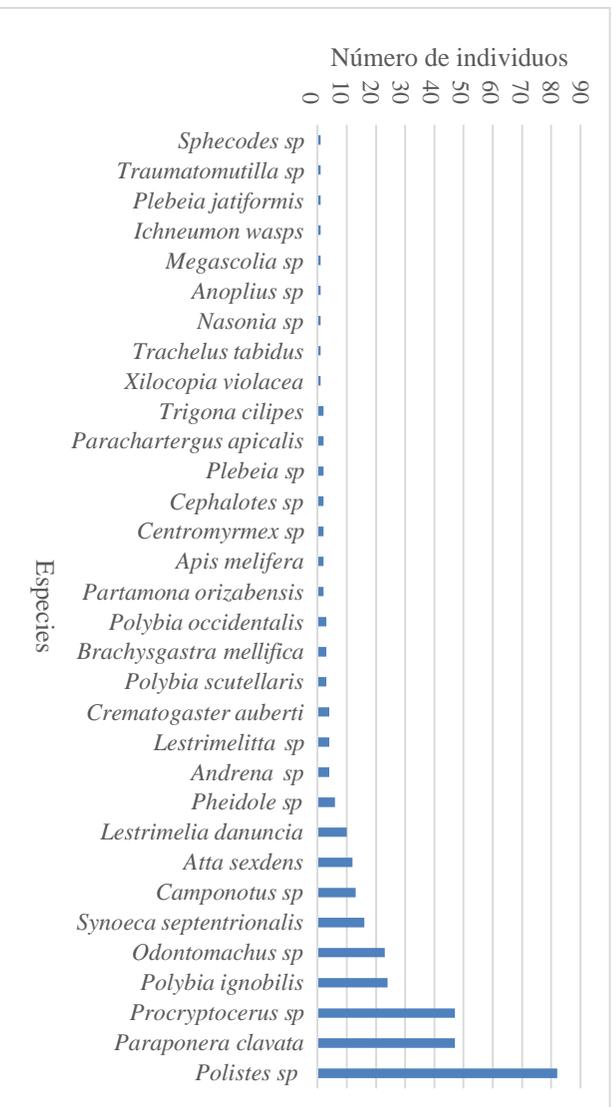


Figura 9: Número de individuos de especies de Hymenopteros hallados en una parcela de cacao en Manchinaza Alto, El Pangui, Zamora Chinchipe.

En la parcela de café se colectó 332 individuos que pertenecieron a 31 especies. La especie más abundante (Figura 10) fue *Polistes sp* (Vespidae) con 66 individuo seguidos.

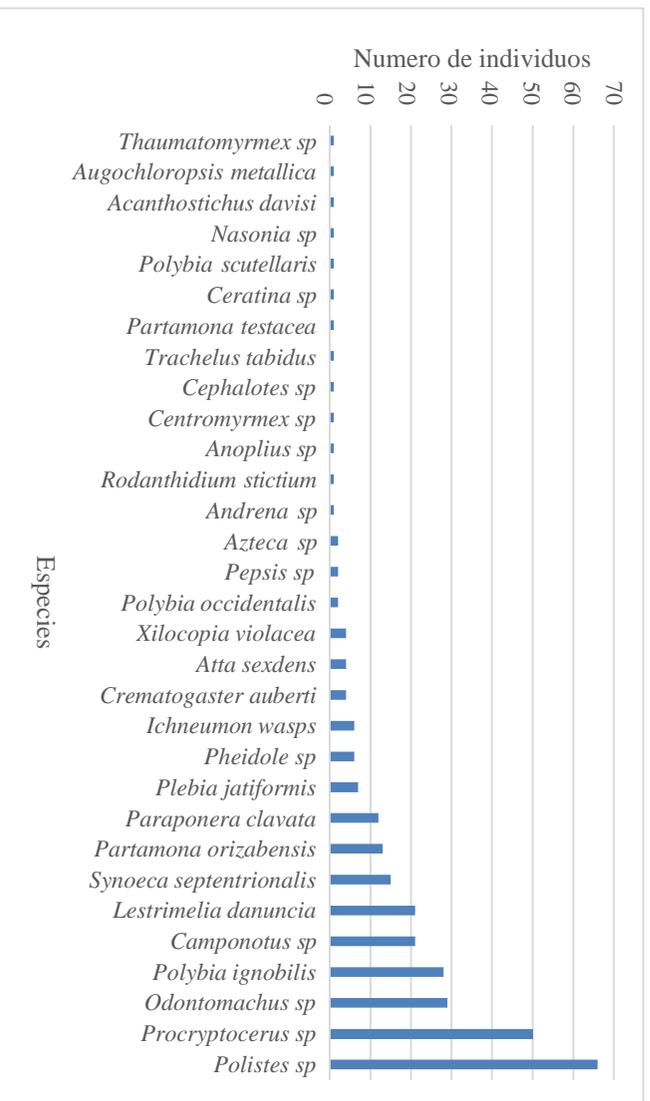


Figura 10: Número de individuos por especie de Hymenoptera en la parcela de café en Manchinaza Alto, El Pangui, Zamora Chinchipe.

En la parcela del bosque secundario se reportó 164 individuos que concernieron a 18 especies. La especie más abundante fue *Procryptocerus sp* (Formicidae) con 36 individuos seguido de *Odontomachus sp* (Formicidae) con 31 individuos de Hymenopteros (Figura 11).

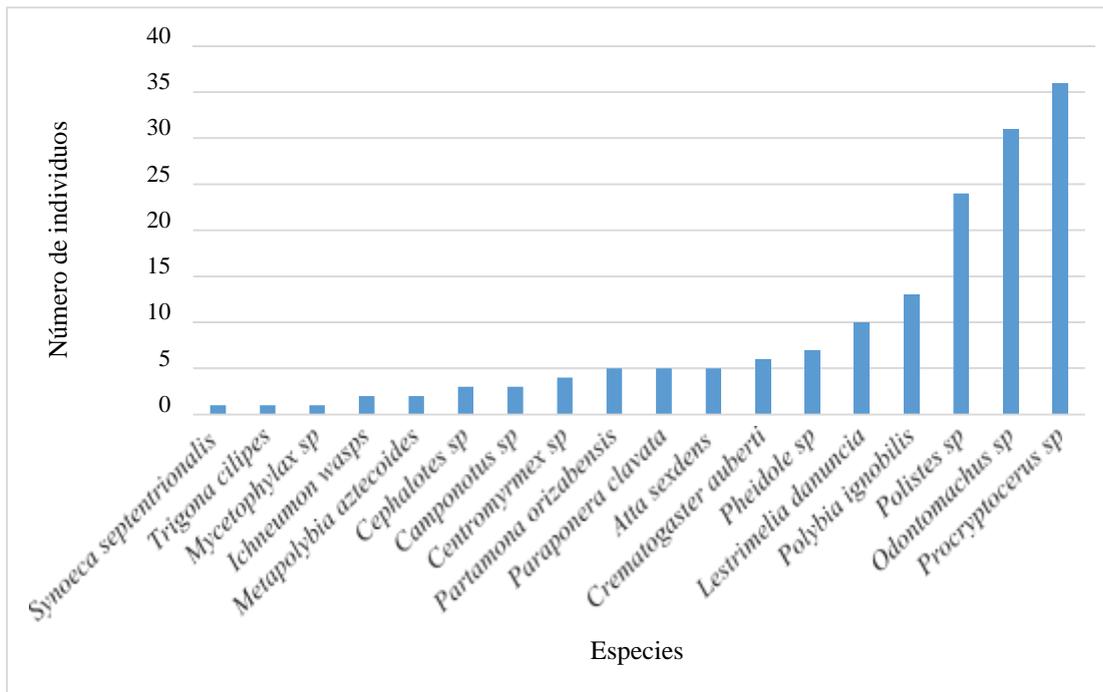


Figura 11: Distribución del número de individuos por especie de Hymenoptera en la parcela del bosque secundario en Manchinaza Alto, El Pangui, Zamora Chinchipe.

4.1.2 Curvas de acumulación de especies.

La curva de acumulación de especies (Figura 12) de las tres parcelas, cacao, café y bosque secundario, combinadas, mostró que no se alcanzó una asíntota. Es decir que con el esfuerzo de muestreo aplicado no se obtuvo la riqueza total de especies que hubo en los agroecosistemas. Pues entre más aumentaba el número de especies la asíntota crece.

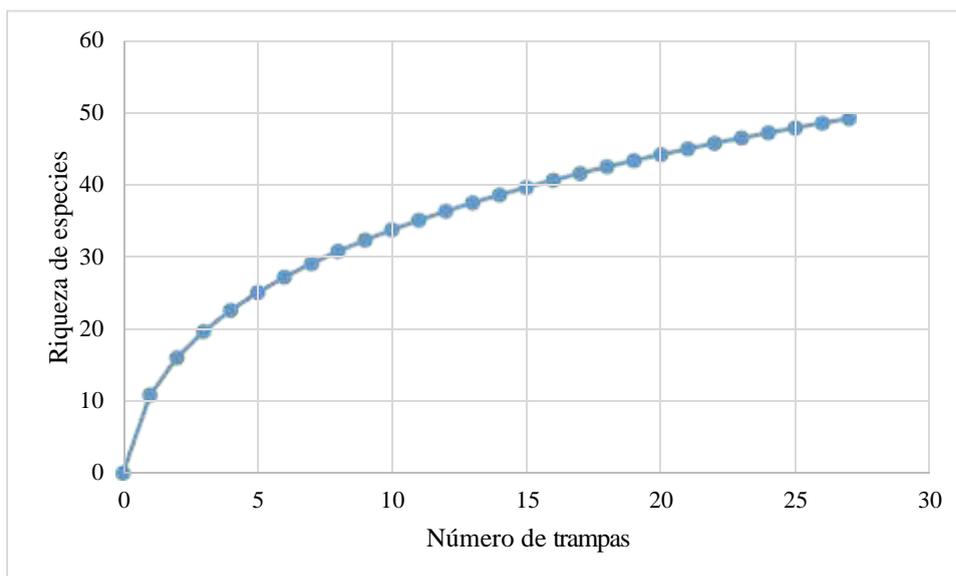


Figura 12: Curvas de acumulación de especies de Hymenoptera en tres parcelas de cacao, café y bosque secundario entre enero y abril del 2021 (época lluviosa) en Manchinaza Alto. El eje Y representa el número de especies encontradas en cada trampa

en las subparcela de cada cultivo.

La curva de acumulación de especies de la parcela de cacao (Figura 13) mostró que no se alcanzó la asíntota, es decir que el esfuerzo del muestreo no registró todas las posibles especies de este tratamiento.

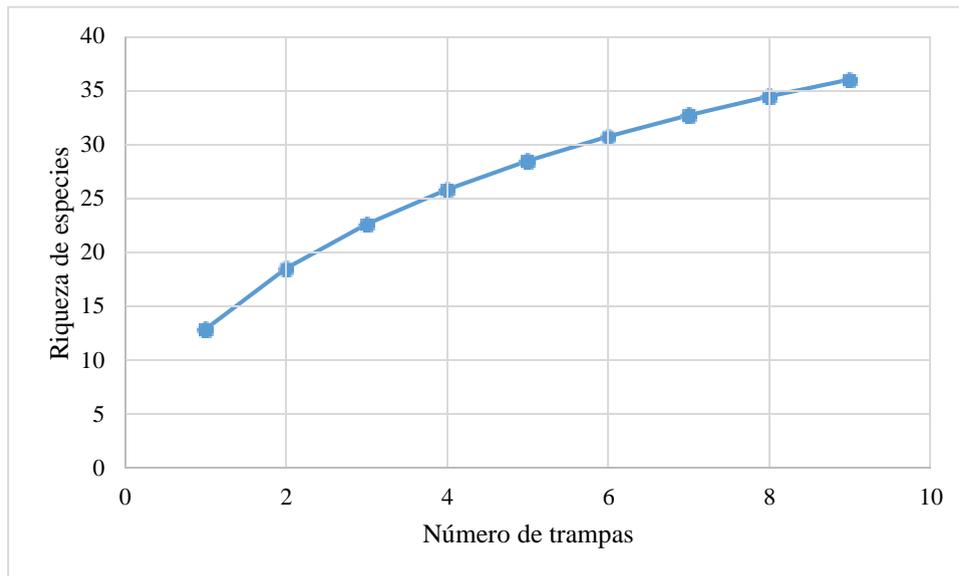


Figura 13: Curva de acumulación de especies de Hymenoptera en la parcela de cacao entre enero y abril del 2021 (época lluviosa) en Manchinaza Alto. El eje Y representa el número de especies encontradas en cada trampa en las subparcela de cada cultivo.

Curva de acumulación de especies en la parcela de café (Figura 14) indicó que no se alcanzó la asíntota pues entre mayor es el número de trampa, la curva crece.

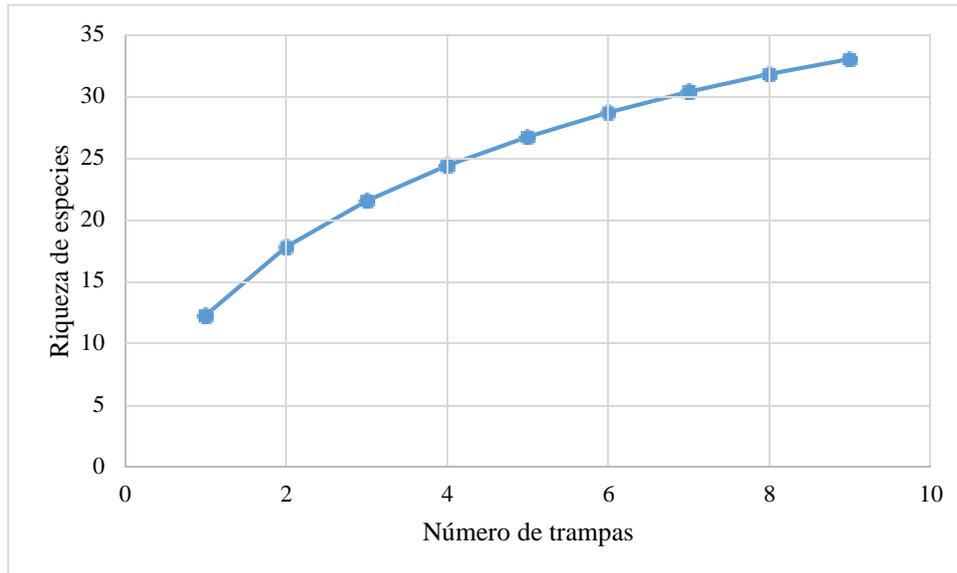


Figura 14: Curva de acumulación de especies de Hymenoptera en la parcela de café, entre enero y abril del 2021 (época lluviosa) en Manchinaza Alto. El eje Y representa el número de especies encontradas en cada trampa en las subparcela de cada cultivo.

Curva de acumulación de especies en la parcela de bosque secundario mostró que no se obtuvo tampoco la asíntota debido a que se requiere mayor esfuerzo que en cacao y café. (Figura 15).

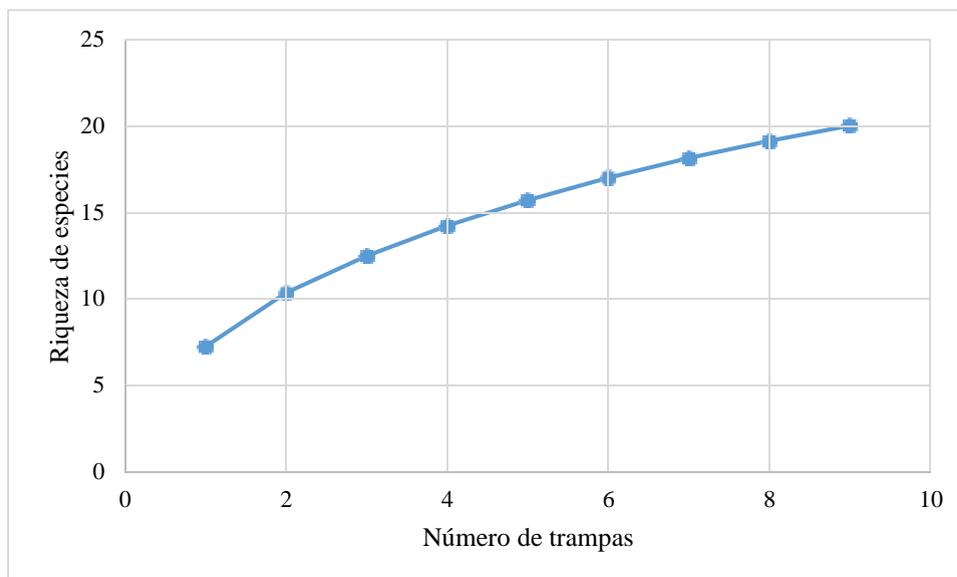


Figura 15: Curva de acumulación de especies de Hymenoptera en la parcela del bosque secundario entre enero y abril del 2021 (época lluviosa) en Manchinaza Alto. El eje Y representa el número especies encontradas en cada trampa en las subparcela de cada cultivo.

4.1.3 Estadísticos descriptivos (promedio y desviación estándar).

4.1.3.1 Riqueza de especies.

La riqueza de especies se detalla en la Tabla 2, en donde muestran los promedios y desviación estándar del número total de especies de Hymenopteros por trampa capturados en cada mes. En el tercer mes el cacao y el café presentaron un mayor promedio, pero en el bosque secundario es todo lo contrario en los meses primero y segundo poseen un promedio mayor que en el tercer mes.

Tabla 2. Promedio mensual del número de especies de Hymenopteros registrados en trampas amarillas en Manchinaza Alto en cultivo de cacao, café y bosque secundario por mes.

Agroecosistemas	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Promedio general	SD
Cacao	1.06	1.83	2.50	5.39	0.72
Café	1.31	1.78	2.47	5.56	0.59
Bosque secundario	1.06	1.14	0.89	3.08	0.13
Total	3.42	4.75	5.86	14.03	1.44

4.1.3.2 Abundancia.

La abundancia se muestra en la Tabla 3 detallando el promedio mensual del número de individuos de Hymenopteros capturados por trampa en las parcelas en cultivos de cacao, café y bosque secundario. En el tercer mes el promedio fue mayor en los dos cultivos, en comparación con el primer y segundo mes. En el caso del cacao y café hubo mayor cantidad de individuos con respecto al bosque secundario.

Tabla 3. Promedio mensual del número de individuos de Hymenopteros registrados por trampa en cada agroecosistema por mes.

Agroecosistemas	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Promedio general	SD
Cacao	2.00	3.14	4.08	9.22	1.04
Café	2.19	3.31	3.50	9.00	0.70
Bosque secundario	1.67	1.39	1.56	4.61	0.14
Total	5.86	7.83	9.14	22.83	1.88

4.1.4 Índices de diversidad de Shannon-Wiener, Margalef y Simpson.

El cómputo de los índices de diversidad de Shannon-Wiener, Margalef y Simpson permitió determinar la diversidad de Hymenopteros en los tres sitios (cacao, café y bosque secundario). En la Tabla 4 se muestran los tres índices que permitieron medir la diversidad, biodiversidad y la dominancia.

Tabla 4. Cálculo de índices de diversidad en el cacao, café y bosque secundario.

Índices	Cacao	Café	Bosque secundario
Shannon-Wiener	2.21	2.18	1.77
Margalef	3.32	3.14	2.18
Simpson	0.85	0.86	0.80

El índice de Shannon obtenido en la parcela de cacao fue de $H' = 2.21$, lo cual puede considerarse que posee una diversidad media, lo cual también ocurrió en el cultivo de café que obtuvo un valor del índice de Shannon de $H' = 2.18$. En el bosque secundario fue de $H' = 1.77$; es decir que posee una diversidad media.

El índice de Margalef en el cultivo de cacao fue de $D_{Mg} = 3.32$ indicando que posee una riqueza específica media, el cultivo de café fue de $D_{Mg} = 3.14$ demostrando que posee una riqueza específica media, pero en el caso del bosque secundario fue de $D_{Mg} = 2.18$ con una riqueza específica media.

En cuanto al índice de Simpson en los tres agroecosistemas se obtuvo una diversidad alta con valores en el cultivo de cacao de $D = 0.85$, en el cultivo de café fue de $D = 0.86$ y en el bosque secundario fue de $D = 0.80$ diversidad alta.

4.1.5 Análisis de Kruskal Wallis.

El análisis de Kruskal Wallis permitió establecer las diferencias en la riqueza (número de especies), abundancia (número de individuos) e índices de diversidad entre los tres tratamientos (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de Kruskal Wallis de la diversidad de Hymenopteros en tres agroecosistema en Manchinaza Alto, El Pangui, Ecuador.

Kruskall Wallis	H	gl	p
Riqueza de especies	21.49	2	≤ 0.001
Abundancia	25.76	2	≤ 0.001
Índice de Shannon Wiener	13.19	2	≤ 0.001

H (chi-cuadrado), gl (grados de libertad), p (significación estadística)

La tabla 5 muestra que hubo diferencias significativas en la riqueza, abundancia y diversidad de especies de Hymenoptera entre cultivos de cacao, café y el bosque secundario. En donde se obtuvo que el café tuvo mayor riqueza en comparación con el cacao y bosque secundario. Pero el cacao obtuvo mayor abundancia y diversidad en cuanto al café y bosque secundario.

4.1.6 Análisis de correspondencia (CA).

El análisis de correspondencia (Figura ABC16) determinó que hubo una asociación entre las especies de Hymenopteros y distinto agroecosistemas resultando $H=117.61$, $p=0.006$. El gráfico bidimensional mostró que algunas especies fueron más abundantes en el cacaotal como sucedió con *Prachatergus apicalis* (Vespidae), *Polybia ignobilis* (Vespidae) y *Andrena* sp (Andrenidae) que obtuvieron puntuaciones altas en la primera dimensión. Lo mismo en la dimensión dos que mostró diferencias en la frecuencia de ciertas especies como *Procryptocerus* sp (Formicidae) y *Cephalotes* sp (Formicidae) que se hallaron en bosque secundario; mientras que hacia la parte inferior se ubicaron las especies que están en zonas perturbadas como los cultivos de café y cacao. En sí, todas las especies poseen una abundancia parecida en el sitio con muy poca separación, esto puede ser porque hay especies que viven en zonas intermedias o también debido a que el muestreo se realizó solo durante la época lluviosa que podría influenciar el número de especies registradas en cada agroecosistema.

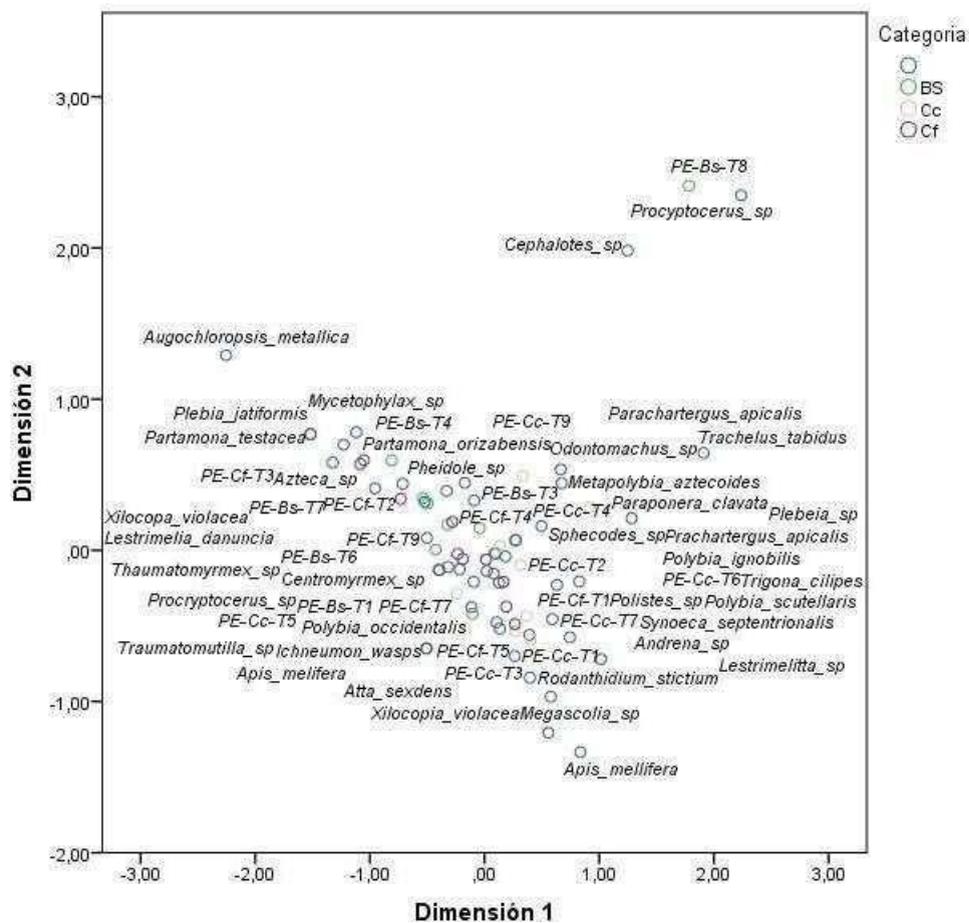


Figura ABC16. Biplot del análisis de correspondencia de los tres tratamientos cacao, café y bosque secundario en Manchinaza Alto, El Pangui.

Mediante el análisis de tablas cruzadas de los grupos funcionales de cada agroecosistema se encontró diferencias altamente significativas ($G = 20.68$, $gl = 8$, $p = 0.008$) como resultado de una dependencia de ciertos grupos de Hymenopteros al cultivo de cacao o café. En el cacao hubo mayor número de organismos depredadores=227 y fitófagos=15 que en el café (depredadores=209, fitófagos=6) o el bosque secundario (depredadores=125, fitófagos=5) pero posee menor número de individuos polinizadores=62 y parasitoides=7 en comparación con el café (polinizadores=83, parasitoides=10). El bosque secundario tuvo menor número de parasitoides (2) que los cultivos de café y cacao. Por tal razón se procedió a realizar el análisis de correspondencia (Figura DEF17) donde se obtuvo $H=1506$, $p \leq 0,001$ altamente significativo.

En el gráfico dimensional indicó que el grupo funcional que predomina en los agroecosistemas es depredador.

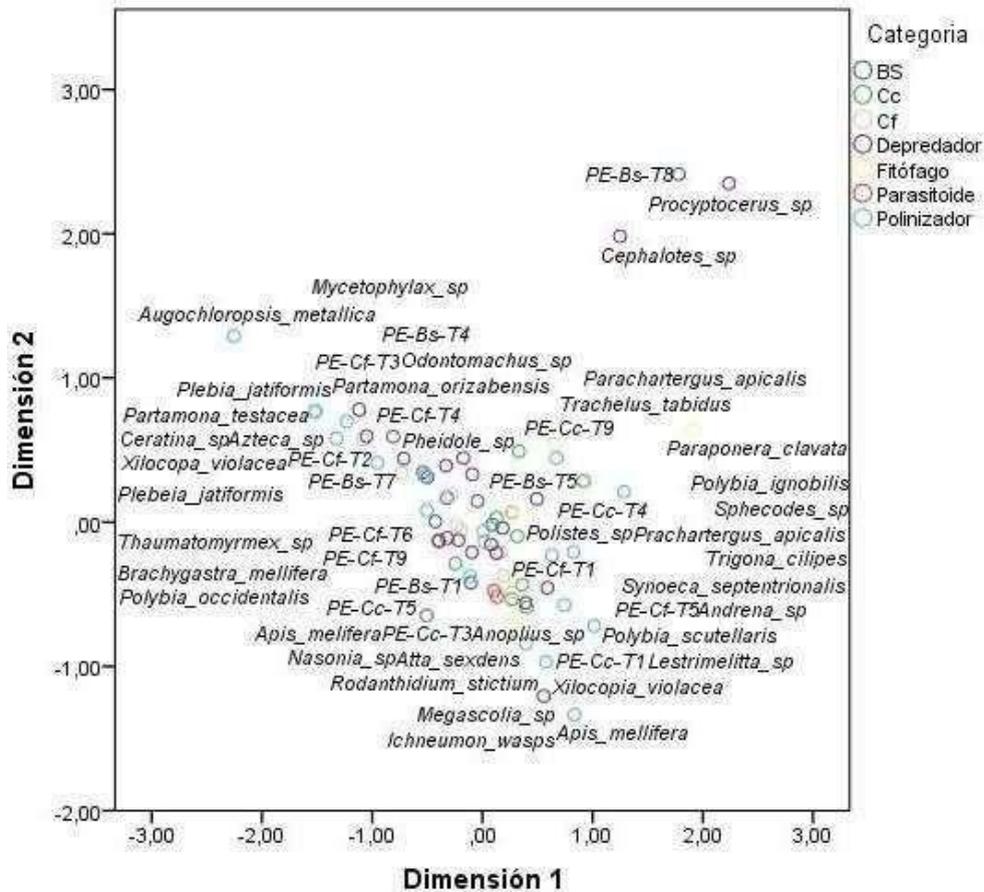


Figura DEF17. Biplot del análisis de correspondencia de los grupos funcionales encontrados en los tratamientos de cacao, café y bosque secundario durante el muestreo realizado en Manchinaza Alto, El Pangui.

4.2 Discusión.

4.2.1 Composición de especies en los tratamientos de cacao, café y bosque secundario.

La abundancia de la especie *Polistes* sp (Vespidae) en el café y cacao se debe a que es depredador de otros insectos, para Ayala & Meléndez (2017), este género se encarga de regular las poblaciones de organismos herbívoros, en donde estos son plagas en los cultivos, además complementa el trabajo en la polinización que realizan otros insectos.

4.2.2 *Curvas de acumulación de especies.*

La mayor riqueza de especies se obtuvo en el cacao, seguido del café, es decir que los dos agroecosistemas son más diversos que el bosque secundario esto puede ser debido a que hay más recursos en el cacao y café para las especies de Hymenopteros, por eso son más abundantes. O que el bosque secundario tenga especies más especializadas; o sea que no se atraen por el mismo tipo de trampa que en el cacao y el café.

Pues para Padrón, et al. (2021) existen insectos que son especialista a un color de la trampa, por lo que puede estar influenciado en cuanto a la captura de Hymenopteros en el bosque. Para Solórzano (2016), los agroecosistemas poseen una diversidad baja debido a que existe interacción hombre y la producción agrícola, esto ha ocasionado que ocurra una selección artificial biológica y no exista una autorregulación.

4.2.3 *Estadísticos descriptivos (promedio y desviación estándar).*

4.2.3.1 *Riqueza de especies.*

El promedio del número total de especies de Hymenopteros por trampa fue mayor en el tercer mes en el cacao y café, pues la lluvia era menos frecuente en comparación con los dos meses anteriores, por la que los Hymenopteros eran más frecuentes cuando no había lluvia (Falcón, 2019). Por tal motivo en los meses uno y dos cayeron menos especies de Hymenopteros en las trampas. Pero en comparación con el bosque secundario en los tres meses se colectaron menos especies; esto es porque existen especies que son especialistas Padrón, et al. (2021).

4.2.3.2 *Abundancia.*

En cuanto al promedio mensual de individuo, la mayor cantidad por trampa, ocurrió en el tercer mes en el cultivo de cacao y café en comparación con el mes uno y mes dos. Pero en el caso del bosque secundario en los tres meses cayeron menos individuos; esto puede deberse a que ambos cultivos estaban en etapa de floración, lo cual ocasiona que haya una mayor presencia de individuos Hymenopteros ya sea para polinizar o como controladores biológicos (Rojas, 2018).

4.2.4 Índices de diversidad de Shannon-Wiener, Margalef y Simpson.

En cuanto al índice de Shannon-Wiener los tres tratamientos (cacao, café y bosque secundario), mostraron diversidad media, esto debido a que la mayoría de las especies son generalistas ya que se hallaron en al menos dos de los agroecosistemas muestreados; lo que permite en cubran una amplia gama de ecosistemas para obtener alimento.

En el índice de Margalef, las tres parcelas obtuvieron riqueza específica media, esto puede ser porque el manejo de los dos agroecosistemas y el estado de mantenimiento del bosque secundario poseen buenas prácticas de conservación; a pesar que también puede ser que la riqueza específica no sea alta debido a que haya la presencia de actividades de fumigación de insecticidas. Lo que ocasiona que la riqueza de especies disminuya.

En cuanto al índice de Simpson en los tres tratamientos poseen una alta diversidad, es decir que los tres ecosistemas son complejos en cuanto mayor número de especies presenten.

La diferencia en la diversidad encontrada en los tres tratamientos podría deberse, a que en el caso de los cultivos existe alimento durante todo el año y en cuanto al bosque el alimento es de manera temporal. Además, al estar cerca los tres tratamientos, ayuda a que las especies cuando ya no tienen recursos en el bosque van hacia a los agroecosistemas haciendo de estos; sus nichos ecológicos también. Para Guzmán. R., et al. (2016), la diversidad y la riqueza taxonómica de especies de insectos en los agroecosistemas se debe a que los cultivos se encuentran en un estado de conservación muy bueno por lo que la relación insecto-sociedad es sustentable.

4.2.5 Análisis de Kruskal Wallis.

La mediana de la riqueza de especies, la abundancia y el índice de Shannon Wiener difiere entre los tres tratamientos (cacao, café y bosque secundario) debido a que las especies más abundantes están subrepresentadas y las especies raras están sobrerrepresentadas, ya que las estimaciones de riqueza de los estimadores no paramétricos (chi-cuadrado) no son precisas, por lo que podría diferir (Petersen & Meier, 2003). En si la variación de especies podría deberse a la densidad de plantas en

cada sistema de cultivo, pues en el caso del cacao existieron 54 plantas de *Theobroma cacao*; mientras que en el café hubo 216 plantas de *Coffea arabica*, que podría promover una mayor diversidad de ciertos grupos de Hymenopteros. Para Sermeño., et al. (2019), la realización de los cultivos de café y cacao necesitan de sombra, lo que ocasiona que estas plantas sean sembrados en ambientes protegidos por grandes árboles; creando una gran diversidad de nichos para las especies de insectos, incluyendo los Hymenopteros.

4.2.6 Análisis de correspondencia (CA).

En cuanto al análisis de correspondencia hubo una dependencia entre la riqueza de especies de Hymenopteros y cada tratamiento, con diferencias en las proporciones que fueron distintas al azar, esto puede variar ya que las cifras de la estimación no paramétrica (Chi-cuadrado) no refleja la verdadera riqueza (Petersen & Meier, 2003).

Esto podría deberse a como sugiere Sandoval & Fagua. (2006), la dependencia de las especies en cada uno de los tratamientos; es porque ocurre un cambio o diferenciación en la estructura y composición de la vegetación de cada cultivo, pues cada agroecosistema posee especies de plantas dominantes diferentes, que pasa de un ecosistema de cacao a un café y un bosque secundario.

Symondson, et al. (2002), mencionan que la dominancia de especies depredadoras (Formicidae) en el cultivo de cacao con respecto a los de café y bosque secundario, se debió a que de manera natural existe un control biológico; es decir que actúan como mecanismo para reducir las poblaciones de especie fitófagos, polinizadores y parasitoides, lo cual ocasiona que estos tres grupos funcionales del orden himenóptero se vean afectados. Mientras que cuando existe un menor número de especies depredadores claves ayuda a la proliferación de plagas.

g) Conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones.

- Los resultados del estudio indicaron que la composición taxonómica fue de 42 especies de Hymenopteros en los tres tratamientos correspondiente a: cacao con 32 especies, café con 31 especies y bosque secundario con 18 especies. En donde resultó

que la parcela de cacao tuvo la mayor diversidad en comparación al bosque secundario debido a que en este sitio, el alimento es temporal, a diferencia de los agroecosistemas; pues el alimento lo encuentran durante todo el año ocasionando que las especies de insectos hagan de estos lugares sus nichos. Permitiendo la existencia de una gran diversidad de especies.

- En las parcelas de cacao y café la riqueza y abundancia de Hymenopteros fue mayor en comparación con el bosque secundario, ya que en los agroecosistemas las plantas que predominaban se encontraban en época de floración. Lo cual estaba relacionado con los hábitos alimenticios de las especies por tal razón había la presencia de una gran cantidad de organismos en los transectos.
- Los roles funcionales de las especies de Hymenopteros en los agroecosistemas de cacao, café y bosque secundario fueron principalmente depredadores y polinizadores, en contraste los parasitoides y fitófagos fueron escasos; lo cual podría deberse a la gran presencia de depredadores, es decir había un control biológico.
- La concientización de reducir el uso de insecticidas en los agroecosistemas podría ser beneficioso para las poblaciones de insectos, que cumplen roles importantes como la polinización y evitan la proliferación de plagas. Y que podría ser compensada por algunos Hymenopteros fitófagos como género *Atta*, que son apreciados para la alimentación.

Recomendaciones.

- Se recomienda a futuros estudiante que tengan interés en desarrollar un trabajo similar, la implementación de otro tipo de trampa para hacer comparaciones entre los resultados arrojados en los dos tipos de trampas.
- Se sugiere que el periodo de recolección de especies Hymenopteras sea mayor a tres meses, para tener un mayor conocimiento en cuanto al funcionamiento de los insectos en los agroecosistemas.

h) REFERENCIAS.

- Agilar et al., (2019). Ecología Y Comportamiento Insectos Asociados a Cultivos De Café En Simojovel De Allende, Chiapas, México. *Entomología Mexicana* 6(2448-475X), 379–384 pp. Retrieved from <http://www.entomologia.socmexent.org/entomologia.php>
- Aguado, D., Gutiérrez, C., & Muñoz, M. (2019). Estructura funcional y patrones de especialización en las relaciones planta-polinizador de un agroecosistema en el valle del Cauca, Colombia. *Acta biológica colombiana* 24(2), 331-342 pp. Retrieved from: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol>
- Arrieche, N., Paz, R., & Nogales, M. (2015). Diversidad del grupo parasítica (hymenoptera: Apócrita) asociada al cultivo de la piña (*Ananas comosus*) en Usera, estado Lara, Venezuela. *Bioagro*, 27(1), 51–56pp.
- Ayala, R., & Meléndez, V. (2017). Familia Vespidae. En T. D. Cibrián (Ed). Fundamentos de la entomología forestal (pp. 348-353). Publicación de la Red de Salud Forestal Redes temáticas de la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) Universidad Autónoma Chapingo Comisión Nacional Forestal, México.
- Baccaro et al. (2015). Guia para los géneros de hormigas de Brasil. In *Editora INPA*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.32912>
- Campuzano, J. (2016). Inventario de insectos asociados al cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en una plantación con sistema monocultivo en el cantón Baba, recinto Concepción, provincia de los Ríos (tesis de pregrado). *Universidad técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador*. 74 pp.
- Dourojeanni, M. (2019). Conservación De Insectos En La Amazonia. *Ecología Aplicada*, 18(2), 189pp. <https://doi.org/10.21704/rea.v18i2.1337>
- Escobés, R., & Vignólo, C. (2018). Polinizadores: Guía de los polinizadores más comunes de las zonas verdes de Madrid. *Real Jardín Botánico de Madrid*, 91–93pp.
- Falcón, A. (2019). Ecología de anidación de abejas y avispas solitarias en oasis de la Península de Baja California: una aproximación experimental (Tesis de posgrado). *Centro de Investigaciones Biológicas Del Noroeste, S.C*, 1–111 pp.

Fernández. (2002). El uso del Análisis de Correspondencia (AC) como ayuda en la interpretación del dato en arqueología. Un caso de estudio. *Boletín Antropológico*, 20(55), 687–713 pp.

Fernández, S. Pujade, J. (2015). Clase Hymenóptera. *Revista IDE@-SEA*, 48, 1–13pp. Retrieved from www.sea-entomologia.org/IDE@

GAD parroquial rural de Tundayme. (2019). Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de la Parroquia Tundayme 2014-2019. *Gad Parroquial Rural de Tundayme*, 460, 398 pp. Retrieved from http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1960137410001_PD OT%20PARROQUIA%20TUNDAYME_26-10-2015_12-07-13.pdf

García, J., & Montilla, R. (2010). Hymenopteros parasitoides de insectos asociados a las plantaciones de cacao, en la región costera del estado Aragua, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 60(1), 91-97 pp.

Google earth (2021). Mapa del Ecuador, Manchinaza Alto en google earth. Recuperado el 19 de mayo del 2021, de [https:// earth.google.com/web/search/Manchinaza+Alto/@-3.6160748,51576527,794.12046685a,1011.723999d,35y,-73.71052274h,44.99973t,-0r/data=CnkaTxJJCiUweDkxY2M3OTA5OTg0NmU0NjU6MHhhMmJjMmVhN2U0YTkwOGM2GeOWoND86wzAIT-skiN4oVPAKg5NYWN0aW5hemEgQWx0bXgCIAEiJgokCYZVCpW-hDRAEYVVCpW-hDTAGYe5hwYKBhLAIVKJy3DVq1rA](https://earth.google.com/web/search/Manchinaza+Alto/@-3.6160748,51576527,794.12046685a,1011.723999d,35y,-73.71052274h,44.99973t,-0r/data=CnkaTxJJCiUweDkxY2M3OTA5OTg0NmU0NjU6MHhhMmJjMmVhN2U0YTkwOGM2GeOWoND86wzAIT-skiN4oVPAKg5NYWN0aW5hemEgQWx0bXgCIAEiJgokCYZVCpW-hDRAEYVVCpW-hDTAGYe5hwYKBhLAIVKJy3DVq1rA).

Google earth (2021). Mapa del Ecuador, Zamora Chinchipe en google earth. Recuperado el 15 de julio del 2021, de [https:// earth.google.com/web/search/Zamora+Chinchipe/@-4.10835438,-78.84568098,1937.09544553a,284360.99875107d35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCXv0MgcSzwjAEaK4lEsWABXAGfK7JpPYKVPAIdjFnB0QSVTA](https://earth.google.com/web/search/Zamora+Chinchipe/@-4.10835438,-78.84568098,1937.09544553a,284360.99875107d35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCXv0MgcSzwjAEaK4lEsWABXAGfK7JpPYKVPAIdjFnB0QSVTA)

Guzmán. R., et al. (2016). La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia multidimensional. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 32(3), 370-379 pp.

GBIF. (2019). Entomología en Ecuador: Estadísticas del orden Hymenóptera. *Sociedad entomológica ecuatoriana*. Retrieved from

<http://entomologia.ec/db/orden.php?orden=Hymenoptera>. 2pp

Hallmann et al., (2017). Disminución de más del 75 por ciento en 27 años en la biomasa total de insectos voladores en áreas protegidas. *PLOS ONE*, 12(10) pp: e0185809. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>.

Huaman et al. (2020). Insectos asociados al agroecosistema de café bajo sombra en el Distrito de Milpuc, Amazonas, Perú. *UNED Research Journal*, 12(2), 1–12pp. <https://doi.org/10.22458/urj.v12i2.3144>

León, T. (2012). Agroecología: La ciencia de los agroecosistemas – La perspectiva ambiental. *Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá*, 1–250pp.

León et al. (2019). Insectos benéficos asociados a plantas arvenses atrayentes en agroecosistemas del Piedemonte de la Orinoquia Colombiana. *Cuadernos de Biodiversidad*, 56(56), 1–14 pp. <https://doi.org/10.14198/cdbio.2019.56.01>

Li, et all. (2012). Effect of the trap color on the capture of ichneumonids wasps (Hymenoptera). *Revista Colombiana de Entomología* 38 (2): 338-342 pp.

Malagon, L. (2016). Morfología, anatomía externa, y taxonomía de himenópteros basales (Hymenoptera: Symphyta) de Colombia (tesis de postgrado). *Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá*, 381pp.

Marchiori. 2014. Microgastrinae (Hymenoptera: Braconidae) collected from native forests and pasture in southern, Goiás, Brazil. *Global Journal of Biology, Agriculture & Health Sciences* 3 (1): 23-25 pp.

Márquez, J. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* 37, 385–408 pp.

Mazón, et al. (2020). Hymenoptera functional groups' shifts in disturbance gradients at Andean forests in Southern Ecuador. *Journal of Hymenoptera Research*, 80, 1–15 pp. <https://doi.org/10.3897/JHR.80.60345>

Medina, M. (2015). Caracterización y análisis de la diversidad de artrópodos (Clase: Insecta

y Orden: Aracnidae) en un Bosque húmedo premontano occidental del Ecuador (Tesis de pregrado). *Escuela Superior Politécnica Del Litoral*, 1-72 pp.

Moreno, C. (2016). *Métodos para medir la biodiversidad*. 4(1), 64–75 pp. Retrieved from http://www.sea-entomologia.org/PDF/M3M_PRIBES_2002/101_138_Aculeata.pdf

Paccha, Y. (2017). Influencia del estado de conservación del bosque húmedo tropical sobre comunidades de himenópteros parasitoides (tesis de pregrado). *Universidad Nacional De Loja*, 100pp. Retrieved from http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/TESIS_WILSON_FERNANDO.pdf

Padrón, et al. (2021). Uso del método de trampas de colores para monitorear la diversidad de insectos (dípteros e himenópteros) en los Andes tropicales del sur de Ecuador. *Revista internacional de ciencia de insectos tropicales*, 41 (643-652). doi: 10.1007 / s42690-020-00252-2

Pazmiño, A. (2018). Patrones de diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del Bosque Protector Cerro Blanco, Guayas, Ecuador (Tesis de pregrado). *Universidad de Guayaquil*, 1–65 pp.

Petersen, F., & Meier, R. (2003). Testing species-richness estimation methods on single-sample collection data using the Danish Diptera. *Biodiversity and Conservation*, 667-686 pp. <https://doi.org/10.1023/A:1022495610021>

Picón, R. (2019). Diversidad de microhimenópteros en un bosque único de *Scalesia* en Galápagos, dentro de un área invadida por la mora *Rubus niveus* y una con control de la mora, a lo largo de los años 2014 a 2018 (tesis de pregrado). *Universidad del Azuay*, Azuay, Ecuador. 31 pp.

Piedra, G. (2015). Patrones de diversidad de hormigas en el bosque nublado de la reserva Arcoíris y la reserva El Madrigal, Ecuador (tesis de pregrado). *Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador*. 67 pp.

Reyes-Puig, C., & Ríos-Alvear, G. (2015). Diversidad en formícidos y plantas vasculares en el Parque Nacional Yasuní, Ecuador. *Boletín Serie Zoológica*, 10(11), 27-43 pp.

Ríos, D. (2015). Descripción de la diversidad entomológica asociada a la flor de

Teobroma cacao (Tesis de pregrado). *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador*, 1-41 pp.

Rojas, J. (2018). Abundancia de insectos entomófagos en relación a los recursos florales de la vegetación espontánea en huertas agroecológicas (Tesis de pregrado). *Universidad Nacional de Córdoba*, 29 pp.

Ruíz, E. (2015). La familia Ichneumonidae (Hymenoptera) en México. *Entomologia Mexicana*, 2(8), 1-13 pp. Retrieved from <http://www.researchgate.net/publication/280091252%5CnLa>

Ruíz, et al. (2014). Biodiversidad de Ichneumonidae (Hymenoptera) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(SUPPL.), 385-391 pp. <https://doi.org/10.7550/rmb.32448>

Salazar & Torres. (2017). Estudio de la dinámica de polinizadores del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en tres sistemas de producción. *Tecnología en Marcha*. Vol. 30-1. 90-100 pp.

Salinas, P. (2016). Colección, preservación y estudio de insectos. *Universidad de los Andes Mérida. Venezuela.*, 192 pp (Tesis pregrado).

Sandoval & Fagua. (2006). Estructura de las comunidades de orthoptera (Insecta) en un gradiente altitudinal de un bosque andino. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(2), 200–213 pp.

S.F. Applicality Ltd. (22 de 05 de 2019). Mobile Topographer. Limassol, Cyprus.

Sharkey M. Fernández, F. (2006). Introducción a los Hymenóptera de la Región Neotropical. *Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C.*, xxx + 894 pp.

Sermeño Chicas et al. (2019). Diversidad de artrópodos y sus enemigos naturales asociados al café (*Coffea arabiga* L.) en El Salvador. Editorial universitaria. *Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, San Salvador, El Salvador, C.A.* 248 pp.

Solórzano, J. (2016). Diferenciación campesina en agroecosistemas subtropicales: Racionalidades productivas en la parroquia Río Negro, cantón Baños de Agua Santa, provincia Tungurahua. *Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Sede Ecuador*, 7–86 pp.

Symondson, et al. (2002). Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annual Review Entomology*, 47, 562-582 pp. Retrieved from <https://pubag.nal.usda.gov/download/26638/PDF>

Tuza, M. (2015). Patrones de diversidad de hormigas en dos ecosistemas del Parque Nacional Podocarpus (tesis de pregrado). *Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador*. 46 pp.

Vera et al., (2016). Evaluación de tres métodos de polinización artificial en clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 Evaluation of three methods of artificial pollination in clones. *Idesia*, 34(6), 35–40 pp.

Veijalainen, A. et al. (2012). Subfamily composition of Ichneumonidae (Hymenoptera) from western Amazonia: Insights into diversity of tropical parasitoid wasps. *Insect Conservation and Diversity*, 1-8 pp. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2012.00185.x>

Wilkie, et al. (2010). Species diversity and distribution patterns of the ants of Amazonian Ecuador. *PLoS ONE*, 5(10), 1-9 pp. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013146>

Yong, A. (2010). La biodiversidad florística en los sistemas agrícolas. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de Las Lajas, La Habana, Cuba*, 31(4), 1-10 pp. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000400012

Zumbado, M., & Azofeifa, D. (2018). Guía básica de entomología: Insectos de importancia agrícola. *Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO)*, 204 pp. Retrieved from <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H10-10951.pdf>

i) Anexos

Anexo A: Contribución a la inercia del análisis de correspondencia de los tres tratamientos cacao, café y bosque secundario en Manchinaza Alto, El Pangui.

Contribución de la inercia

Dimensión	Valor singular	Inercia	Chi cuadrado	Sig.	Proporción de inercia		Valor singular de confianza	
					Contabilizado para	Acumulado	Desviación estándar	Correlación
								2
1	,370	,137			,584	,584	,033	,116
2	,312	,097			,416	1,000	,035	
Total		,234	117,607	,006 ^a	1,000	1,000		

a. 82 grados de libertad

Anexo B: Puntuaciones de filas del análisis de correspondencia de los tratamientos cacao, café y bosque secundario en Manchinaza Alto, El Pangui.

Puntos de fila generales^a

ESPE CIE	Masa	Puntuación en dimensión		Inercia	Contribución				
		1	2		Del punto en la inercia de dimensión		De la dimensión en la inercia del punto		
					1	2	1	2	Total
1	,010	1,389	-,109	,007	,052	,000	,995	,005	1,000
2	,004	2,004	,347	,006	,043	,002	,975	,025	1,000
3	,002	-1,067	-1,933	,003	,006	,024	,265	,735	1,000
4	,008	2,004	,347	,012	,086	,003	,975	,025	1,000
5	,002	-1,067	-1,933	,003	,006	,024	,265	,735	1,000
6	,004	-1,067	-1,933	,006	,012	,048	,265	,735	1,000
7	,024	-,786	,027	,005	,040	,000	,999	,001	1,000
8	,010	-,453	-1,477	,008	,006	,070	,100	,900	1,000
9	,004	2,004	,347	,006	,043	,002	,975	,025	1,000
10	,068	-,236	-,080	,002	,010	,001	,912	,088	1,000
11	,008	1,063	,962	,006	,024	,024	,591	,409	1,000
12	,014	-,628	-1,608	,013	,015	,115	,153	,847	1,000
13	,090	-,707	,786	,034	,121	,177	,490	,510	1,000
14	,153	-,099	,218	,003	,004	,023	,196	,804	1,000
15	,002	-1,067	-1,933	,003	,006	,024	,265	,735	1,000
16	,026	,769	-,166	,006	,041	,002	,962	,038	1,000
17	,012	-,274	,407	,001	,002	,006	,349	,651	1,000
18	,034	-,268	,824	,008	,007	,074	,112	,888	1,000
19	,002	-1,067	-1,933	,003	,006	,024	,265	,735	1,000
20	,066	,452	-,328	,007	,036	,023	,693	,307	1,000
21	,012	-,274	,407	,001	,002	,006	,349	,651	1,000
22	,036	-,329	-,510	,004	,011	,030	,331	,669	1,000
23	,020	,023	-,073	,000	,000	,000	,104	,896	1,000
24	,002	-1,759	2,808	,007	,017	,050	,317	,683	1,000
25	,004	-1,067	-1,933	,006	,012	,048	,265	,735	1,000
26	,002	2,004	,347	,003	,022	,001	,975	,025	1,000
27	,002	-1,067	-1,933	,003	,006	,024	,265	,735	1,000
28	,018	-,880	-,626	,007	,037	,023	,700	,300	1,000
29	,002	2,004	,347	,003	,022	,001	,975	,025	1,000
30	,004	,468	-,793	,001	,002	,008	,292	,708	1,000
31	,004	-1,067	-1,933	,006	,012	,048	,265	,735	1,000

32	,004	,468	-,793	,001	,002	,008	,292	,708	1,000
33	,002	2,004	,347	,003	,022	,001	,975	,025	1,000
34	,006	2,004	,347	,009	,065	,002	,975	,025	1,000
35	,002	-1,759	2,808	,007	,017	,050	,317	,683	1,000
36	,004	2,004	,347	,006	,043	,002	,975	,025	1,000
37	,161	,068	,077	,001	,002	,003	,479	,521	1,000
38	,116	-,034	-,169	,001	,000	,011	,044	,956	1,000
39	,012	,980	-,413	,005	,031	,007	,870	,130	1,000
40	,008	1,236	-,223	,005	,033	,001	,973	,027	1,000
41	,034	,879	-,179	,010	,071	,003	,966	,034	1,000
42	,004	,468	-,793	,001	,002	,008	,292	,708	1,000
Total activo	1,000			,234	1,000	1,000			

a. Normalización simétrica

Anexo C: Puntuaciones de columnas del análisis de correspondencia de los tratamientos cacao, café y bosque secundario en Manchinaza Alto, El Panguí.

Puntos de columna generales^a

Agroecosistema	Masa	Puntuación en dimensión		Inercia	Contribución				
		1	2		Del punto en la inercia de dimensión		De la dimensión en la inercia del punto		Total
					1	2	1	2	
1	,396	,741	,108	,082	,589	,015	,982	,018	1,000
2	,386	-,395	-,603	,066	,163	,451	,337	,663	1,000
3	,217	-,651	,876	,086	,249	,534	,395	,605	1,000
Total activo	1,000			,234	1,000	1,000			1,000

a. Normalización simétrica

Anexo D: Contribuciones a la inercia del análisis de correspondencia de los grupos funcionales en los tratamientos de cacao, café y bosque secundario en Manchinaza Alto, El Panguí.

Contribuciones a la inercia

Dimensión	Valor singular	Inercia	Chi cuadrado	Sig.	Proporción de inercia		Valor singular de confianza	
					Contabilizado para	Acumulado	Desviación estándar	Correlación
								2
1	1,000	1,000			,333	,333	,000	-,208
2	1,000	1,000			,333	,667	,000	
3	1,000	1,000			,333	1,000		
Total		3,000	1506,000	,000 ^a	1,000	1,000		

a. 123 grados de libertad

Anexo E: Puntuaciones de filas del análisis de correspondencia de los grupos funcionales en los tratamientos de cacao, café y bosque secundario en Manchinaza Alto, El Pangui.

Puntos de fila generales^a

GRUPO FUNCIONA L	Masa	Puntuación en dimensión		Inercia	Contribución				
		1	2		Del punto en la inercia de dimensión		De la dimensión en la inercia del punto		
					1	2	1	2	Total
1 Depredador	,641	,000	-,748	,359	,000	,359	,000	1,000	1,000
2 Fitófago	,034	3,815	1,337	,966	,493	,061	,510	,063	,573
3 Parasitoide	,036	2,965	1,337	,964	,315	,064	,327	,067	,393
4 Polinizador	,289	-,815	1,337	,711	,192	,517	,270	,727	,997
Total activo	1,000			3,000	1,000	1,000			

a. Normalización simétrica

Anexo F: Puntuaciones de columnas del análisis de correspondencia de los grupos funcionales en los tratamientos de cacao, café y bosque secundario en Manchinaza Alto, El Panguí.

Puntos de columna generales^a

ESPECIE	Masa	Puntuación en dimensión		Inercia	Contribución				
		1	2		Del punto en la inercia de dimensión		De la dimensión en la inercia del punto		Total
					1	2	1	2	
1	,010	-,815	1,337	,025	,007	,018	,270	,727	,997
2	,004	-,815	1,337	,010	,003	,007	,270	,727	,997
3	,002	-,815	1,337	,005	,001	,004	,270	,727	,997
4	,008	-,815	1,337	,020	,005	,014	,270	,727	,997
5	,002	-,815	1,337	,005	,001	,004	,270	,727	,997
6	,004	-,815	1,337	,010	,003	,007	,270	,727	,997
7	,024	-,815	1,337	,059	,016	,043	,270	,727	,997
8	,010	-,815	1,337	,025	,007	,018	,270	,727	,997
9	,004	-,815	1,337	,010	,003	,007	,270	,727	,997
10	,068	-,815	1,337	,167	,045	,121	,270	,727	,997
11	,008	-,815	1,337	,020	,005	,014	,270	,727	,997
12	,014	-,815	1,337	,034	,009	,025	,270	,727	,997
13	,090	,000	-,748	,050	,000	,050	,000	1,000	1,000
14	,153	,000	-,748	,086	,000	,086	,000	1,000	1,000
15	,002	,000	-,748	,001	,000	,001	,000	1,000	1,000
16	,026	3,815	1,337	,739	,377	,046	,510	,063	,573
17	,012	,000	-,748	,007	,000	,007	,000	1,000	1,000
18	,034	,000	-,748	,019	,000	,019	,000	1,000	1,000
19	,002	,000	-,748	,001	,000	,001	,000	1,000	1,000
20	,066	,000	-,748	,037	,000	,037	,000	1,000	1,000

21	,012	,000	-,748	,007	,000	,007	,000	1,000	1,000
22	,036	,000	-,748	,020	,000	,020	,000	1,000	1,000
23	,020	,000	-,748	,011	,000	,011	,000	1,000	1,000
24	,002	,000	-,748	,001	,000	,001	,000	1,000	1,000
25	,004	,000	-,748	,002	,000	,002	,000	1,000	1,000
26	,002	,000	-,748	,001	,000	,001	,000	1,000	1,000
27	,002	-,815	1,337	,005	,001	,004	,270	,727	,997
28	,018	2,965	1,337	,482	,158	,032	,327	,067	,393
29	,002	2,965	1,337	,054	,018	,004	,327	,067	,393
30	,004	,000	-,748	,002	,000	,002	,000	1,000	1,000
31	,004	,000	-,748	,002	,000	,002	,000	1,000	1,000
32	,004	2,965	1,337	,107	,035	,007	,327	,067	,393
33	,002	,000	-,748	,001	,000	,001	,000	1,000	1,000
34	,006	-,815	1,337	,015	,004	,011	,270	,727	,997
35	,002	,000	-,748	,001	,000	,001	,000	1,000	1,000
36	,004	3,815	1,337	,114	,058	,007	,510	,063	,573
37	,161	,000	-,748	,090	,000	,090	,000	1,000	1,000
38	,116	-,815	1,337	,284	,077	,207	,270	,727	,997
39	,012	2,965	1,337	,321	,105	,021	,327	,067	,393
40	,008	-,815	1,337	,020	,005	,014	,270	,727	,997
41	,034	,000	-,748	,019	,000	,019	,000	1,000	1,000
42	,004	3,815	1,337	,114	,058	,007	,510	,063	,573

Total activo	1,000		3,000	1,000	1,000			
--------------	-------	--	-------	-------	-------	--	--	--

a. Normalización simétrica