

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Las avispas Pimplinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) como  
indicadores del uso de plaguicidas en cafetales bajo sombra de  
El Salvador, C.A.

Por:

Darwin Antonio Bautista Alvarenga

José Roberto Rafaelano Colocho

Edgar Mauricio Romero Cuellar

Ciudad Universitaria, Noviembre de 2013.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL



Las avispas Pimplinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) como  
indicadores del uso de plaguicidas en cafetales bajo sombra de  
El Salvador, C.A.

Por:

Darwin Antonio Bautista Alvarenga

José Roberto Rafaelano Colocho

Edgar Mauricio Romero Cuellar

Requisito para optar al título de:

Ingeniero Agrónomo

Ciudad Universitaria, Noviembre de 2013.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

Ing. Mario Roberto Nieto Lovo

SECRETARIA GENERAL

Dra. Ana Leticia Zavaleta de Amaya

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO

Ing. Agr. M. Sc. Juan Rosa Quintanilla Quintanilla

SECRETARIO

Ing. Agr. M. Sc. Luis Fernando Castaneda Romero

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL

Ing. Agr. Leopoldo Serrano Cervantes

---

DOCENTE DIRECTOR

Ing. Agr. M. Sc. Rafael Antonio Menjivar Rosa

---

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

Ing. Agr. Gustavo Henríquez Martínez

---

## Resumen.

El estudio, se realizó de julio de 2012 hasta octubre de 2013, en cuatro fincas de café; de las cuales dos fueron de manejo certificado y dos de manejo convencional, ubicadas en San Salvador, Santa Ana y Sonsonate, en las cuales se recolectaron avispas Pimplinae, para conocer la diversidad de especies en cada tipo de finca; a fin de compararlas entre si e identificar especies que pudieran servir como indicadoras de la calidad de sitio; detectandose, la presencia de plaguicidas. La recolección de avispas, se realizó desde julio hasta noviembre de 2012, utilizando trampas “Malaise” artesanales, distribuyendo tres por cada finca en estudio y retirando mensualmente el material capturado. Simultáneamente, se administraron encuestas en cada finca, enlistando los plaguicidas empleados para determinar su efecto en la entomofauna en estudio de acuerdo a su presencia o ausencia en cada finca.

Se recolectaron 134 especímenes, agrupados en 11 géneros, con 20 especies, de las cuales: *Acrotaphus tibialis*, *Hymenoepimecis tedfordi*, *Scambus monroi* y *Zaglyptus simonis*; son sensibles a sitios perturbados por insecticidas y *Neotheronia lizae*, *N. lineata*, *Pimpla croceipes* y *Clistopyga henryi*, prefirieron hábitats perturbados por insecticidas.

El análisis de la diversidad alfa ( $\alpha$ ), señala a la finca La Concha como la más diversa en especies de avispas (14.96); seguida de la fincas San Antonio Amatepec (13.23), San Clemente (11.07) y San Silvestre (7.37). La diversidad beta ( $\beta$ ), indica que la finca San Silvestre y San Clemente, fueron más similares entre sus ambientes (IM=88.34%) y las fincas San Antonio Amatepec y La Concha tuvieron menor similitud (IM=47.66%).

**Palabras claves:** Diversidad Alfa, Diversidad Beta, Dinámica Poblacional, Pimplinae, Calidad de sitio.

## **AGRADECIMIENTOS.**

**A nuestra Alma Mater la Universidad de El Salvador:** por nuestra formación como profesionales para contribuir al desarrollo de nuestro país.

**A nuestro asesor:** Ing. Agr. M. Sc. Rafael Antonio Menjívar Rosa por haber aceptado asesorarnos y brindarnos su aporte científico.

**A Save the Children:** Por brindarnos el personal y transporte necesario hacia las fincas.

**A FUNDAVOLCAN S.A DE C.V:** Particularmente a la Ingeniero Julieta de Salazar, Coordinadora de dicha fundación, por realizar las gestiones con los dueños de las fincas para poder realizar nuestra investigación.

**Al Ing. Agr. José Luis Villacorta Monzón:** por brindarnos su ayuda, los días sábado hacia las fincas.

**A Ing. Agr. Miguel Paniagua:** por su ayuda en la parte estadística de la investigación

**A Don Carlos Boza, Propietario de la finca San Antonio Amatepec:** Por permitirnos realizar la investigación en su finca, por brindarnos su apoyo, la confianza de ingresar a sus fincas y de facilitarnos la información necesaria, así como poner a disposición a don Pablo González y Beatriz Gonzáles, también a ellos gracias por su ayuda.

**A Don Cesar Clemente Sierra Larín, propietario de la finca San Clemente:** Por permitirnos realizar la investigación en su finca, por brindarnos su apoyo, la confianza de ingresar a sus fincas y de facilitarnos la información necesaria, así como poner a disposición a don "German".

**Al Lic. Manuel Torres, propietario de la finca San Silvestre:** Por permitirnos realizar la investigación en su finca, por brindarnos su apoyo, la confianza de ingresar a sus fincas y de facilitarnos la información necesaria, así como poner a disposición a Don Ricardo Hernández encargado de la finca.

**A Don Alfredo Rosales, propietario de la finca La Concha:** Por permitirnos realizar la investigación en su finca, por brindarnos su apoyo, la confianza de ingresar a sus fincas y de facilitarnos la información necesaria, así como poner a disposición a don Antonio Chávez encargado de la finca.

**Al Departamento de Protección Vegetal:** Por aceptar realizar nuestra investigación y por las gestiones necesarias porque sin ellas este trabajo no fuera posible.

**A la facultad de Ciencias Agronómicas** por nuestra formación académica e intelectual durante todo este tiempo.

**A todos los docentes de la Facultad:** Por transmitir sus conocimientos que nos formaron académicamente durante toda la carrera.

**Al Ing. Agr. M. Sc. José Miguel Sermeño Chicas:** por permitirnos utilizar las instalaciones del laboratorio de insectos acuáticos y poner a disposición el equipo para la identificación de Pimplinae.

**A Ian Gauld Ph.D.** Como un homenaje póstumo a su aporte a la Entomología salvadoreña.

**A Ilari Eerikki Sääksjärvi,** curador y jefe del Museo de Zoología, universidad de Turku, Finlandia, por nombrar a una nueva especie para la ciencia.

## DEDICATORIA

A Dios por darme la sabiduría e inteligencia por conducirme en el camino correcto, a través de todo este tiempo, por darme la vida para cumplir este logro y por protegerme durante ese largo viaje desde mi hogar a la Universidad.

A mis padres José Antonio Rafaelano Vásquez y Concepción Colocho de Rafaelano por inculcarme los valores necesarios para hacerme una persona de bien, así como su apoyo incondicional todo este tiempo, por ser ese pilar fundamental en mi vida, por brindarme su amor y el sacrificio que han hecho para mis hermanos y yo por todo eso y más, gracias.

A mis Hermanos Lisandro Antonio Rafaelano Colocho y Gabriela Concepción Rafaelano Colocho, por estar siempre conmigo, dándome su apoyo y consejos, por brindarme asilo cuando lo necesite, por esas charlas por esas peleas por todo, gracias.

A mis difuntos abuelos: José Daniel De León Cornejo y Erlinda Colocho y mis abuelos: José Audilio Rafaelano Delgado (Q.E.P.D), recuerdo y extraño esas largas charlas sobre tu vida, donde describías minuciosamente cada detalle y como dentro de cada una de ellas iba sumergido un consejo, me enseñaste mucho y a Lucia Vásquez de Rafaelano (Q.E.P.D), gracias por esos consejos que me diste.

A mis amigos Jairo Aarón Vigíl Sánchez y Celia Carolina Yanes Vilorio, por estar conmigo durante todo este tiempo de amistad y hermandad, por su apoyo, por los buenos momentos y los malos, por ese café en donde el tiempo se marchaba rápido, cuando esas conversaciones filosóficas no podían faltar y esos largos viajes que tuvimos juntos conquistando nuevos lugares en tres días, ustedes que se han vuelto parte importante de mi vida, gracias.

Al Ing. Mauricio Tejada, porque se convirtió en un amigo, consejero y gracias por brindarnos su ayuda cuando era necesaria.

A mis compañeras Flor Noemí Quintanilla Menjívar, Carolina Beatriz Monge de Castro y Luis Miguel Delgado Díaz por acompañarme en estos años, por compartir buenos momentos de universidad, gracias.

A nuestra querida Universidad por darme esa oportunidad de estudiar y formarme como profesional.

A la facultad de Ciencias Agronómicas por mi formación académica, la cual se convirtió en mi hogar durante todo este tiempo.

Al Departamento de Protección Vegetal por aceptar el trabajo de investigación y su disposición para ayudar en lo necesario.

A nuestro docente director Ing. Rafael Antonio Menjívar Rosa por su disponibilidad y dedicación durante toda la tesis.

A todos los docentes de la Facultad por transmitir sus conocimientos que me formaron académicamente durante mi carrera.

José Roberto Rafaelano Colocho

## DEDICATORIA

Primeramente quiero darle gracias a nuestro padre Dios y a nuestra virgen Santísima, por todas las bendiciones recibidas en mi vida cotidiana y en el periodo de estudiante, por darme la fuerza, fortaleza, inteligencia y entusiasmo, para logra culminar con mis estudios.

A mis padres, Rafael Antonio Bautista Nieto y Tomasa Alvarenga de Bautista, a mis hermanos; Betty Arely, Elmer Rafael; por todo el apoyo incondicional tanto económicamente y moralmente; siempre me llenaron de ánimos en los momentos más difíciles de mi carrera; Dios se los recompense con muchas bendiciones por todo el esfuerzo y empeño que me brindaron. A mis sobrinos: Karla Raquel, Byron Danilo, Ximena Guadalupe, a mi cuñado: Luis Ventura, mis abuelos: Mauricia Ayala; Julián Bautista, José Alvarenga y Amelia Nieto (Q.D.G.D), sé que ambos desde el cielo, me fortalecieron con sus bendiciones y a toda mi familia que de una u otra manera siempre estuvieron pendientes de mí.

A mi novia: Karen García por todo su apoyo incondicional en todo el periodo de estudio y por siempre estar dispuesta en ayudarme con mis tareas, a todos mis amigos y compañeros de promoción, con los cuales disfrutamos y sufrimos muchos momentos inolvidables.

A mis compañeros de Tesis, José Roberto Colocho, Edgar Romero y nuestro asesor Ing. Rafael Menjívar, por ayudarnos y creer en nosotros para realizar esta investigación.

A los Señores.: Pablo Sánchez, “German”, Antonio Chávez, Ricardo Hernández y la Señorita. Sandra Sánchez, por todo su apoyo y confianza que nos brindaron en las fincas de estudio; a los Ing. Luis Villacorta, Ing. Miguel Paniagua; por apoyarlos con la logística del traslado hacia las fincas y por ayudarnos con la parte estadística de la investigación.

En fin a todos los que siempre me brindaron su apoyo moral para poder salir adelante con todos los obstáculos que se presentaron en mis estudios, le digo infinitamente gracias, y que Dios los colme de muchas bendiciones.

Darwin Antonio Bautista Alvarenga

## DEDICATORIA.

Al Eterno y Único Dios verdadero, quien me otorgo la fuerza y sabiduría para poder culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres Edgar Valmore y María Elena, padres amorosos y baluartes incansables de este triunfo, que me han brindado su apoyo y amor durante toda mi vida, aun cuando nunca he sido merecedor de tanto. ¡Mil gracias!

A mis abuelos Andrés y Laura Cuéllar, ellos me enseñaron el amor por el agro, y aunque ya no están en vida sé que en el cielo se regocijan de este logro. ¡ESTE TRIUNFO VA POR USTEDES!

A mis hermanos Víctor y Marcela quienes siempre han estado conmigo apoyándome.

A mi esposa Claudia María la mujer ideal que Dios puso a mi lado.

A mis compañeros de tesis Darwin Bautista y José Roberto Rafaelano, más que compañeros hermanos con quienes camine y logre culminar este nuevo triunfo.

A el Ing. Agr. M. Sc. Rafael Antonio Menjívar Rosa, por confiar en nosotros para esta investigación y su apoyo durante este proceso.

Edgar Mauricio Romero Cuéllar.

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁG.
Resumen.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIA.....	vii
Introducción.....	1
II. Revisión bibliográfica.....	2
2.1. Situación del café en El Salvador.....	2
2.1.1. Importancia de los cafetales bajo sombra y su diversidad.....	3
2.1.2. El café y sus efectos positivos en el medio ambiente.....	5
2.1.3. Importancia económica de los cafetales bajo sombra.....	5
2.1.4. Manejo de los cafetales.....	6
2.2. Clasificación de los plaguicidas.....	7
2.2.1 Según la vía de ingreso al cuerpo del insecto.....	7
2.2.2. Según la penetración y traslocación en la planta.....	7
2.2.3. Por su utilidad.....	8
2.2.4. Por la estructura química del ingrediente activo.....	8
2.2.5. Por toxicidad aguda.....	10
2.3. Residualidad de plaguicidas.....	10
2.4. Efecto de los plaguicidas en los recursos naturales y la salud humana.....	11
2.4.1. Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.....	11
2.4.2. Contaminación de los suelos.....	11
2.4.3. Contaminación del aire.....	11
2.5. Certificación de cafetales.....	12
2.6. Tipos de sello de certificación de café en El Salvador.....	13
2.6.1. Café orgánico.....	13
2.6.2. Comercio Justo.....	14
2.6.3. Rainforest Alliance.....	15
2.6.4. UTZ Certified Coffee.....	15
2.7. Bioindicadores de la calidad ambiental.....	16
2.8. La familia Ichneumonidae.....	16
2.8.1. Subfamilia Pimplinae.....	18

2.8.1.1. Tribus. ....	18
2.8.2. Bio-ecología de los Pimplinae.....	19
2.8.3. Importancia de los Pimplinae como indicadores ambientales. ....	22
2.9. Métodos de recolección e índices de diversidad. ....	22
2.9.1. Trampas Malaise .....	22
2.9.2. Diversidad Alfa .....	23
2.9.3. Diversidad beta.....	23
III. Materiales y métodos. ....	24
3.1. Descripción del estudio.....	24
3.2. Metodología de Campo.....	27
3.4. Metodología de Identificación. ....	28
3.5. Metodología Estadística.....	29
IV. Resultados y Discusión. ....	31
4.1. Caracterización de los patrones de utilización de plaguicidas en fincas con manejo convencional y certificado.....	31
4.2. Diversidad de Pimplinae. ....	32
4.3. Diversidad de Pimplinae en Fincas certificadas de café.....	42
4.3.1. Análisis de las especies de Pimplinae no comunes para las Fincas en estudio. ...	50
4.4. Diversidad de Pimplinae en fincas convencionales.....	54
4.4.1. Análisis de las especies de Pimplinae no comunes para las fincas en estudio. ....	65
4.5. Determinación de posibles especies indicadoras de presencia de Plaguicidas (calidad de sitio).....	68
4.6. Análisis de la diversidad de especies en fincas de café certificadas y convencionales. ....	71
4.6.1. Diversidad alfa ( $\alpha$ ) de especies en los sitios o fincas. ....	71
4.6.2. Análisis de la diversidad beta ( $\beta$ ). ....	72
V. Conclusiones.....	74
VI. Recomendaciones.....	76
VII. Bibliografía consultada .....	77
VIII. ANEXOS .....	83

## ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Comparación entre la fauna Pimplinae de las fincas de café en El Salvador y la fauna completa de Costa Rica y los Estados Unidos de Norte América.....	4
Cuadro 2. Plaguicidas aplicados en fincas de café certificadas. ....	31
Cuadro 3: Plaguicidas aplicados en fincas de café convencionales. ....	31
Cuadro 4. Frecuencia de ocurrencia relativa, de géneros de Pimplinae recolectados en cuatro fincas de café bajo sombra en El Salvador. ....	33
Cuadro 5. Frecuencia relativa de especies de Pimplinae recolectadas en cuatro fincas de café bajo sombra, en El Salvador. ....	33
<b>CUADRO 6. DIVERSIDAD ALFA DE ESPECIES DE PIMPLINAE, EN LAS FINCAS DE CAFÉ.....</b>	<b>72</b>
Cuadro 7. Similitud de sitios utilizando el índice de Morisita- Horn.....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Identificación de Pimplinae <sup>1</sup> . a) Hembra adulta. b) Detalle de venación alar. ....	21
Figura 2. Ubicación geográfica de las fincas de café en estudio. ....	24
Figura 3. Ubicación geográfica del casco y trampas en la finca San Clemente. ....	25
Figura 4. Ubicación geográfica del casco y trampas en la finca La Concha. ....	25
Figura 5. Ubicación geográfica del casco y trampas en la finca San Silvestre. ....	26
Figura 6. Ubicación geográfica del casco y trampas en la finca San Antonio Amatepec. ....	26
Figura 7. Instalación de la trampa Malaise. ....	27
Figura 8. Georeferenciación de las trampas . ....	27
Figura 9. Recolección de material capturado. ....	28
Figura 10. Etiquetado de material muestreado. ....	28
Figura 11. Encuesta realizada a encargado de la finca. ....	28
Figura 12. Identificación de Pimplinae. ....	29
Figura 13. Frascos etiquetados después de la identificación. ....	29
Figura 14. Géneros recolectados en la Finca San Antonio Amatepec y San Silvestre en el periodo Julio-Noviembre 2012. ....	42
Figura 15. Especies recolectadas en Finca San Antonio Amatepec, periodo Julio-Noviembre 2012. ....	46
Figura 16. Especies recolectadas en finca San Silvestre, periodo julio-noviembre 2012. ....	46
Figura 17. Géneros Pimplinae recolectados en la Finca San Clemente y La Concha en el periodo Julio-Noviembre 2012. ....	55
Figura 18. Especies de Pimplinae recolectadas en la Finca La Concha, periodo Julio-Noviembre 2012. ....	58
Figura 19. Especies de Pimplinae recolectadas en la Finca San Clemente, periodo Julio-Noviembre 2012. ....	58
Figura 20. Dinámica poblacional de las especies en las fincas certificadas. ....	69
Figura 21. Dinámica poblacional de las especies en las fincas convencionales. ....	69
Figura 22. Porcentaje de especímenes de Pimplinae en las fincas de café. ....	72
Figura 23. Dendrograma de similitudes del índice de Morisita - Horn para las fincas San Silvestre, San Clemente, San Antonio Amatepec y La Concha. ....	74

## INDICE DE ANEXOS

### Índice de figuras.

Figura A 1: Encuesta. ....	83
Figura A 2. <i>Neotheronia mellosa</i> Cresson. <sup>2</sup> .....	84
Figura A 3. <i>Pimpla caeruleata</i> Cresson. <sup>2</sup> .....	84
Figura A 4. <i>Polysphincta gutfreundi</i> Gauld. <sup>2</sup> .....	84
Figura A 5. <i>Tromatobia blancoi</i> Gauld. <sup>2</sup> .....	84
Figura A 6. <i>Clistopyga henryi</i> Gauld. <sup>2</sup> .....	84
Figura A 7. <i>Dolichomitus zonatus</i> (Cresson). <sup>2</sup> .....	84
Figura A 8. <i>Zaglyptus simonis</i> Gauld. <sup>2</sup> .....	84
Figura A 9. <i>Acrotaphus tibialis</i> (Cameron). <sup>2</sup> .....	84
Figura A 10. <i>Xanthopimpla aurita</i> Krieger. <sup>2</sup> .....	84
Figura A 11. <i>Hymenoepimecis tedfordi</i> Gauld. <sup>2</sup> .....	84
Figura A 12. <i>Scambus monroi sp.n.</i> Gauld. <sup>2</sup> .....	84

## Introducción

En El Salvador, existen muy pocas zonas, donde se resguarda la diversidad de flora y fauna; debido a la constante tala y destrucción de hábitats por sistemas de monocultivo. El parque cafetero, contribuye al resguardo de un sin número de especies vegetales y animales, a la captación de Dióxido de Carbono; y además garantiza las zonas de recarga, entre mucho otros beneficios. Sin embargo dentro del manejo agronómico de este sistema, existe el uso de plaguicidas, que si bien es cierto contribuyen a obtener los rendimientos requeridos; el uso constante de éstos genera una perturbación del Agroecosistema, contaminando el ambiente agrícola: aire, suelos, ríos, mantos acuíferos; poniendo en peligro de extinción a muchas especies de la flora y fauna, ahí existente.

En El Salvador, el Museo Británico de Historia Natural de Londres, Inglaterra, realizó una investigación, sobre los Pimplinae (Hymenoptera, Ichneumonidae); desde el año 2000 al 2002, registrando 21 géneros y 59 especies de Pimplinae. En esta investigación, se determinó que algunas de las especies encontradas, pueden ser catalogadas como indicadoras de calidad de sitio. Por la importancia señalada a tales avispa, desde el punto de vista científico, académico y práctico, se llevó a cabo el presente estudio, con el fin de detectar las especies Pimplinae en fincas certificadas y convencionales, que podrían ser usadas para determinar la perturbación causada por plaguicidas.

En años recientes, han surgido empresas certificadoras de fincas de café, que califican a tales fincas como de producción eco-amigable; es decir, produciendo y conservando la biodiversidad, lo cual representa beneficios tanto económicos como ambientales, pues el café producido bajo tales especificaciones, tiene un mayor valor de venta y goza de la preferencia de consumidores en el extranjero. La certificación, toma alrededor de cinco años, por lo que se pretende establecer, la utilidad de los insectos Pimplinae en la certificación.

Cabe señalar que existen limitantes, ya que se conoce muy poco sobre la bio-ecología de la mayoría de especies Pimplinae; por lo que serán necesarios estudios posteriores, con el objeto de completar y mejorar el conocimiento sobre este grupo; y reconocer así, la importancia biológica de estas especies de insectos, dentro del parque cafetalero de El Salvador.

Finalmente, este es un estudio pionero, en el cual se conoció la diversidad de especies, de los Pimplinae; tanto en fincas convencionales, como certificadas, estimando a la vez, las especies que son tolerantes y no tolerantes, a perturbaciones por plaguicidas. Además, se

logró estudiar la dinámica poblacional de las especies de Pimplinae, en cada uno de los sistemas; y se estableció el funcionamiento de trampas Malaise artesanales, debido a su efectividad en la captura del grupo estudiado.

## **II. Revisión bibliográfica**

### **2.1. Situación del café en El Salvador.**

El café es uno de los principales rubros económicos de El Salvador que contribuyen al producto interno bruto (PIB) y generación de empleo desde el siglo pasado, manteniendo su importancia a pesar de la crisis experimentada en el período de 1980 a 1998 que afectó el desarrollo del sector. Diversos factores contribuyeron a un descenso en los indicadores económicos del país a causa del conflicto armado entre los cuales están, implementación de políticas económicas adversas (impuestos y medidas para mantener una economía de guerra), inestabilidad jurídica (reforma agraria) y efervescencia social (insurgencia, migración y paros laborales); sumándose después a estos factores lesivos el efecto del rompimiento de las cláusulas económicas del Convenio Internacional del Café a mediados del año 1989, los efectos del fenómeno del niño y la lluvia tropical del huracán Mitch (PROARCA/ CAPAS 1999).

Después de la guerra, la infraestructura cafetalera del país no ha podido recuperarse de su deterioro por las fluctuaciones de los precios del mercado internacional, con períodos de precios bajos que proporcionan precios de compra a los productores abajo del costo de producción agrícola, ocasionándole pérdidas y saldos insolutos en sus cosechas. A pesar de los males que han impactado la caficultura salvadoreña, el café sigue siendo una fuente importante en ingresos de divisas, disminuyendo su participación desde 1980 a 1996 del 50% al 19% a causa de la caída de precios en el mercado internacional (volatilidad del mercado) y el crecimiento de la maquila incluida en las exportaciones. El Salvador cuenta con tres zonas productoras de café que tienen un área total cafetera de 231,751 Mz distribuidas en 51.8% al Occidente, 29.1% en el Centro y 19.1% al Oriente del país. Los tipos de calidad del café poseen una distribución del cultivo en 52.4% bajo, 32.1% media altura y 15.5% estricta altura. Las zonas cafeteras de El Salvador cubren un 8% del territorio y cerca de un 14% del área agrícola, las que sumadas al 2% de cobertura de bosque natural permiten cubrir un 10% del área nacional que mantiene un hábitat para preservación de flora y fauna, recarga de agua y captura y retención de carbono (PROARCA/ CAPAS 1999).

En la actualidad se estima que el parque cafetalero tiene 229,921 Mz, lo que equivale a 160,944.7 Ha. Toda el área esta cultivada bajo sombra de árboles de diferentes especies, lo que permite obtener café de excelente calidad, las zonas productivas de café están distribuidas a nivel nacional en los rangos de altitudes desde los 500 hasta los 1600 msnm. Este sistema contribuye en lo ambiental a mantener y proteger los mantos acuíferos y la fertilidad del suelo; aumentar la longevidad del cafeto, fijar o capturar el Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y preservar la biodiversidad de muchas especies locales y migratorias. En El Salvador la mayor reserva forestal la constituyen los cafetales bajo sombra, un sistema muy complejo donde se alberga una diversidad de especies tanto de flora y fauna. Con estos parques cafetaleros se evita la erosión de los suelos por la cantidad de materia orgánica depositada a través de los años y con su conservación se pretende reducir el calentamiento global y garantizar la producción de oxígeno (PROCAFE s.f.).

#### **2.1.1. Importancia de los cafetales bajo sombra y su diversidad.**

En El Salvador cerca de 80% de la cobertura forestal es sombra para café. Hay varios tipos de sombra: tradicional, policultivo diverso y policultivo simplificado. Más o menos un cuarto de esta cobertura está clasificada como tradicional o policultivo diverso; es decir que la diversidad de árboles es mayor de 10 especies nativas por ha., haciendo, en muchas ocasiones, árboles vestigiales. Por su área y ubicación con respecto a las áreas protegidas, los cafetales de sombra representan un recurso ambiental muy importante por su papel en varios servicios ambientales:

- a. El manejo del agua.
- b. El secuestro de carbono.
- c. Recursos recreacionales.
- d. Filtración de nutrientes excesivos.
- e. Constituyen una forma de vincular fragmentos de vegetación natural remanente.
- f. Conservación de la diversidad biológica y sus recursos genéticos y económicos (Monro y Peña 2002).

Los cafetales pueden ser una herramienta para conservar los recursos naturales como el agua, suelo, biodiversidad, así como también para mitigar el cambio climático. Otros servicios que ofrecen, de los cuales se habla poco, son la belleza escénica, recreación, conservación de la cultura, control biológico y polinización. La diversidad que hay en los cafetales es muy significativa, entre los cuales se pueden mencionar: hábitat de insectos,

anfibios, reptiles, aves, mamíferos, orquídeas, epifitas, hongos, helechos, microorganismos y árboles de diferentes especies (Soto s.f).

Dentro de los cafetales bajo sombra, se han encontrado muchas especies de flora y fauna, especialmente nativa, las cuales fueron inventariadas para que sirvan de base para estudios futuros sobre la diversidad biológica salvadoreños; entre las cuales se tienen: Árboles: 261 especies dentro de los cafetales bajo sombra, de las que 235 (90%) fueron nativas y 26 exóticas. Helechos: 40 especies nativos, lo que constituye el 11% del total de especies en el país. Mamíferos: 13 familias, 23 especies (8 especies nacionales en peligro de extinción y 11 especies nacionales amenazadas de extinción). Anfibios: 5 familias, 8 especies (3 especies nacionales amenazadas de extinción). Reptiles: 7 familias, 22 especies (1 especie nacional en peligro de extinción, 6 especies nacionales amenazadas de extinción). Aves: 34 familias, 138 especies (101 especies residentes, 37 especies migratorias). Avispas Pimplinae: 59 especies encontradas en cafetales bajo sombra, todas son presumiblemente nativas y 6 (10%), fueron especies nuevas para la ciencia. La diversidad de avispas Pimplinae es impresionante, siendo casi un tercio de la diversidad total de Costa Rica (cuadro 1) (Monro y Peña 2002).

Cuadro 1. Comparación entre la fauna Pimplinae de las fincas de café en El Salvador y la fauna completa de Costa Rica y los Estados Unidos de Norte América.

Género	El Salvador	Costa Rica	EE.UU	Género	El Salvador	Costa Rica	EE.UU
<i>Acrodactyla</i>	-	-	4	<i>Nomosphacia</i>	1	4	-
<i>Acropimpla</i>	-	-	3	<i>Odontopimpla</i>	1	1	-
<i>Acrotaphus</i>	4	5	1	<i>Oxyrrhexis</i>	-	-	1
<i>Alophosternum</i>	-	-	1	<i>Perithous</i>	-	-	3
<i>Anastelgis</i>	1	5	1	<i>Pimpla</i>	12	20	20
<i>Apecthis</i>	1	1	5	<i>Piogaster</i>	-	-	1
<i>Calliephialtes</i>	3	12	4	<i>Polysphincta</i>	2	7	5
<i>Clistopyga</i>	3	8	7	<i>Scambus</i>	4	6	26
<i>Clydonium</i>	1	9	-	<i>Schizopyga</i>	-	-	2
<i>Delomerista</i>	-	-	7	<i>Sinarachna</i>	-	-	2
<i>Dolichomitus</i>	4	8	19	<i>Ticapimpla</i>	-	1	-
<i>Dreisbachia</i>	1	3	2	<i>Townesia</i>	-	-	1
<i>Ephialtes</i>	-	-	4	<i>Tromatobia</i>	1	5	5
<i>Eruga</i>	-	6	3	<i>Xanthopimpla</i>	1	2	-
<i>Exeristes</i>	-	-	1	<i>Umanella</i>	-	1	-
<i>Flacopimpla</i>	-	1	-	<i>Zabrachypus</i>	-	-	1
<i>Hymenoepimecis</i>	1	3	-	<i>Zaglyptus</i>	1	4	3
<i>Iseropus</i>	-	2	3	<i>Zatypota</i>	3	8	13
<i>Itoplectis</i>	1	4	9	<i>Zonopimpla</i>	1	23	-
<i>Leptopimpla</i>	-	1	-				
<i>Liotryphon</i>	-	-	10				
<i>Neotheronia</i>	12	30	4	<b>Totales</b>	<b>59</b>	<b>184</b>	<b>171</b>

Fuente: Gauld et al. .2002.

### **2.1.2. El café y sus efectos positivos en el medio ambiente.**

El cultivo del café es por sí mismo una plantación de arbustos, un cultivo agroforestal con sombra que se practica en la mayoría de los países centroamericanos y que refuerza sus coberturas vegetales. Si bien es cierto, el anterior modelo de producción se considera en sí mismo un beneficio ambiental, aún no se aprovechan totalmente sus ventajas, por cuanto todavía se generan problemas ambientales como a) deforestación acelerada, b) pérdida de biodiversidad, c) erosión del suelo etc. (PEICCE 1993 citado por Obando 1999).

Los beneficios del modelo de siembra del café definido por diversos autores están relacionados con la secuestro de carbono (3, 053,000 toneladas métricas al año), biodiversidad (preservan más de 55 especies de árboles y se refugian más de 80 especies de aves y aproximadamente 600 especies de insectos), protección de fuentes de agua, conservación de suelos, importancia económica y social etc. (PEICCE 1993 citado por Obando 1999).

### **2.1.3. Importancia económica de los cafetales bajo sombra.**

En El Salvador, los cafetales cubren el 43% de la demanda total de leña. El 76% de los hogares de la zona cafetalera cocinan con leña proveniente del cafetal, por lo que juega un papel importante en la estructura del flujo de caja de los cafetaleros en El Salvador. La venta de leña paga la mano de obra utilizada en la poda y manejo de la sombra y tiene un índice de precios arriba de la inflación real. Se ha determinado que, la cantidad absoluta de leña consumida sigue incrementando al ritmo poblacional. La demanda de leña es mayor que la oferta sostenible, lo que ocasiona deforestación, pero a la vez la oportunidad de que la producción de leña en fincas sea una oportunidad de generar ingresos (Martínez 2005).

Desde hace más de dos siglos y hasta nuestros días, el café se mantiene como una de las bebidas más populares en el mundo occidental. El grano del cafeto es considerado como un producto básico que tiene una gran importancia para la economía de numerosos países productores que, en algunos casos, dependen en gran medida de su exportación hacia los países consumidores para obtener divisas. Para tal efecto, el grano debe pasar por un proceso que involucra a productores, beneficiadores, comercializadores, etc. La dinámica del sistema agroindustrial del café en todos los países productores está influida en distintos grados por el comportamiento del mercado mundial porque dicho cultivo se extendió hasta

alcanzar a más de 50 países de los continentes americano, asiático y africano. El café es uno de los pocos cultivos que se destinan en su mayor parte a la exportación; la maquinaria usada en su producción y procesamiento provienen en buena parte de países no productores; y sus precios son determinados en centros financieros de Nueva York y Londres. En lo referente a costos, debemos resaltar que la producción del café necesita una gran cantidad de mano de obra desde su siembra hasta la recolección, siendo ésta última la que representa entre 40 y 60% de los costos totales. En este sentido se puede ver la importancia que esta actividad tiene, como generadora de empleo a escala mundial, para aproximadamente 25 millones de productores. La actividad cafetalera mundial es determinada por numerosos factores gestados al interior y al exterior de los países que en diversos grados se encuentran relacionados con ella, por lo que la producción, oferta y demanda internacionales del aromático son constantemente influidas por los mismos. El cultivo del café está muy extendido en numerosos países tropicales, en especial Brasil, que concentra poco más de un tercio de la producción mundial. El café es uno de los principales productos de origen agrícola comercializados en los mercados internacionales, y a menudo supone una gran contribución a las exportaciones de las regiones productoras. En el 2010 se produjeron un total de 7 millones de toneladas de café en el mundo. Brasil, Colombia, Indonesia y Vietnam, lideran la producción mundial de café con un volumen de producción que oscila entre los 4 a 5 millones de sacos por año, El Salvador por su parte aumento su producción de café de 89,828 kg. En 2008, a poco más de 100,000 kgs. En 2011. Además de estos datos se tiene que en nuestro país el 81% de los habitantes consumen café (Aguirre 2005).

#### **2.1.4. Manejo de los cafetales.**

Los caficultores a lo largo del proceso de producción, han implementado gran cantidad de plaguicidas altamente tóxicos, como medida de control para prevenir y evitar pérdidas en la producción de café, a causa de las diferentes plagas y enfermedades. Dentro de los plaguicidas más utilizados se conocen: DDT, Lindano, Clordano. Heptacloro, Paration, Paraquat, 2,4, 5 -T, Pentaclorofenol, DBCP, EDB, Canfecloro, y Clordimeformo; aunque actualmente muchos de estos productos han sido prohibidos o restringidos en más de 90 países debido a su alta toxicidad (Quijano 2010).

## **2.2. Clasificación de los plaguicidas.**

Los plaguicidas se clasifican de acuerdo con varios criterios: según la vía de ingreso del insecticida al cuerpo del insecto; la capacidad de penetrar y translocarse en la planta; la efectividad particular contra las plagas; el origen y la naturaleza química del producto y por su toxicidad.

### **2.2.1 Según la vía de ingreso al cuerpo del insecto.**

La forma a través de la cual penetra en los tejidos vulnerables de la plaga. Los plaguicidas pueden clasificarse en:

**a. Contacto:** aquellos que actúan al contacto con la cutícula.

**b. Ingestión:** Aquellos que penetran por el sistema digestivo; es decir deben ser ingeridos por la plaga con los alimentos naturales, como las hojas, o con sustancias preparadas como cebos tóxicos.

**c. Fumigantes:** Son productos en forma de gas que penetran a través del sistema respiratorio del insecto (REDESA 2006).

### **2.2.2. Según la penetración y translocación en la planta.**

Cuando se deposita sobre la planta un plaguicida puede ocurrir que éste permanezca en el exterior, que penetre hasta los tejidos inmediatos, o que penetre hasta los tejidos conductores y circule con la savia.

**a. Plaguicidas superficiales:** Son aquellos que permanecen depositados sobre la superficie de la planta, no penetran en los tejidos internos.

**b. Plaguicidas de penetración:** Son aquellos que pueden penetrar y atravesar los tejidos vegetales cuando se aplican sobre la superficie superior de las hojas y tienen capacidad para destruir a la plaga que está dentro del tejido interno (parénquima) de la hoja o en la parte inferior (envés).

**c. Plaguicidas sistémicos:** Son aquellos productos que se incorporan a la savia de la planta, trasladándose desde el follaje hacia al resto de la planta. Además, son absorbidos por las raíces, y se trasladan hacia la parte aérea de la planta. (REDESA 2006)

### 2.2.3. Por su utilidad

Según el tipo de organismo que controlan, los plaguicidas se clasifican en:

- Insecticidas: para controlar insectos.
- Acaricidas: para controlar ácaros y arañas.
- Raticidas o rodenticidas: para controlar roedores.
- Fungicidas: para controlar hongos.
- Bactericidas: para controlar bacterias.
- Nematicida: contra nematodos.
- Herbicidas: contra malezas.
- Caracolcida o molusquicida: para controlar moluscos. (REDESA 2006)

### 2.2.4. Por la estructura química del ingrediente activo.

A continuación se agrupan los plaguicidas en familias en las que todos los miembros tienen ingredientes activos con estructuras similares:

**Organoclorados:** Son sustancias que llevan cloro en su composición. Algunos organoclorados son muy estables y se acumulan en el suelo, el agua, los animales, en la grasa humana y en la leche. Pueden ingresar al organismo a través de los sistemas digestivo y respiratorio, o por la piel intacta. Como consecuencia, muchos países permiten su uso sólo durante campañas de salud pública para combatir vectores de enfermedades de importancia epidemiológica, como por ejemplo malaria y dengue. La mayoría de los organoclorados tiene toxicidad aguda baja pero posee efectos crónicos conocidos. Entre estos están *DDT*, *Heptacloro*, *Mirex*, *Clordano*.

**Organofosforados:** Son fosfatos orgánicos. Se degradan relativamente rápido en el medio ambiente; sin embargo, se han encontrados con frecuencia aguas subterráneas y en cuerpos de agua superficiales en América tropical. Los organofosforados ingresan por vía cutánea, respiratoria o digestiva. La primera constituye la ruta común de penetración, así como la forma más frecuente de intoxicaciones laborales. Algunos compuestos son extremadamente tóxicos y se absorben fácilmente, por lo que su manejo entra a graves riesgos. No se acumulan en el organismo. Muchos tienen toxicidad aguda alta. Los organofosforados como *malatión*, *clorpirifos* y *metamidofos*, son el grupo más ampliamente usado por los pequeños agricultores.

**Carbamatos:** El grupo químico de los carbamatos corresponde a ésteres del ácido carbámico. Tienen baja persistencia ambiental pero toxicidad aguda relativamente alta. Ingresan al organismo por vía cutánea, respiratoria o digestiva. No se acumulan en el organismo. Son muy tóxicos para las abejas y avispas parasitoides. *Aldicarb*, *carbofuran* y *methomyl* son carbamatos.

**Piretroides:** Son compuestos sintéticos que guardan cierta semejanza con las sustancias activas del piretro que se encuentra en las flores de una especie de *Chrysanthemum*. En general son productos de amplio espectro y su acción es por contacto. Son poco tóxicos para el hombre y otros animales de sangre caliente. Los piretroides se absorben por el tracto gastrointestinal y respiratorio; su absorción a través de la piel intacta es relativamente baja. Los ejemplos incluyen *cipermetrina*, *deltametrina* y *permetrina*.

**Bipiridilos:** Los bipiridilos son herbicidas muy solubles en agua. Desde el punto de vista toxicológico, la ruta de absorción más importante es la digestiva, pues que es la más frecuente en casos de intoxicación (accidental o suicida). La absorción por la piel intacta y la vía respiratoria es escasa. Sin embargo, algunos pueden ulcerar tanto la piel como la mucosa respiratoria e incrementar su absorción por estas rutas por corrosión. Lo mismo sucede si la piel presenta abrasiones o heridas. Se ha informado de casos fatales de intoxicación sistémica como resultado de contaminación de heridas con esta sustancia. Las lesiones más graves son las pulmonares, ya que dejan como secuela la fibrosis pulmonar. Dentro de este grupo se consideran al *paraquat* y *diquat*.

**Triazinas:** Son herbicidas. Los compuestos más conocidos son la *atrazina* y *simazina*. Las triazinas tienen toxicidad sistémica baja, pero son contaminantes importantes del agua subterránea.

**Tiocloroalquilos:** Son funguicidas. Se absorben por la piel y la vía digestiva. Incluyen *captan*, *captafol*, *folpet*. Otro miembro es la talidomida, sustancia conocida que causa deformidad.

**Ditiocarbamatos:** La mayoría son funguicidas. Los ditiocarbamatos se absorben en grados variables por el tracto digestivo, el tracto respiratorio y la piel intacta. El thiram irrita la piel y las membranas mucosas. Tienen toxicidad aguda de moderada a baja. Se presentan comercialmente con los nombres de *Antracol*, *Arasan*, *Dithane M-45 (Mancozeb)*, *Manzin*,

*Polyram, Ziram. Imidacloprido*: Tiene propiedad sistémica y penetración translaminar. Posee baja toxicidad para los mamíferos. Los tratamientos son más efectivos cuando son aplicados sobre plantas en pleno crecimiento vegetativo. El acefato y la avamectina tienen propiedades sistémicas que pueden mejorar la cobertura y proporcionar efecto residual.

**Reguladores del crecimiento de los insectos**: Estos productos no matan al estado adulto, pero sí inhiben o retrasan el crecimiento. El uso de reguladores de crecimiento como *buprofezin* y *pyriproxyfen*, preserva la abundancia y actividad de los parasitoides y predadores a diferencia de los insecticidas convencionales (REDESA 2006).

### 2.2.5. Por toxicidad aguda.

La industria de los agroquímicos advierte la peligrosidad de los plaguicidas a través del color de las viñetas de sus envases:

- a. Franja roja, extremadamente tóxico.
- b. Franja amarilla, altamente tóxico.
- c. Franja azul, moderadamente tóxico.
- d. Franja verde, ligeramente tóxico.

En muchos países, los plaguicidas forman parte esencial de la agricultura. Las personas creen que si no se usan plaguicidas para proteger las plantas de los insectos y otras plagas, los cultivos se malogran y se pierde mucho dinero. Pero el uso excesivo de plaguicidas produce serias consecuencias ambientales (REDESA 2006).

### 2.3. Residualidad de plaguicidas

La residualidad de los plaguicidas se refiere al período que se necesita para que estos se descompongan en los diferentes medios en los cuales se ha depositado, siempre que hayan aplicaciones de plaguicidas parte del producto se transforma en depósito ya sea dentro o fuera del cultivo tratado, animal o cualquier otra área. Este puede permanecer en forma química original o puede ser alterado por factores ambientales, degradaciones metabólicas u otros procesos. Cada uno de los plaguicidas posee diferentes períodos de residualidad, así se tiene que hay productos que necesitan meses o años para su descomposición (Huezo 2006).

## **2.4. Efecto de los plaguicidas en los recursos naturales y la salud humana.**

### **2.4.1. Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.**

La contaminación de las aguas, en especial el agua potable, con residuos de plaguicidas ha sido una de las mayores preocupaciones en los países desarrollados en los últimos años, la cual suele suceder: Al utilizar los ríos para evacuar desechos contaminados con residuos de plaguicidas, Al lavar el equipo utilizado en las aplicaciones de estos productos directamente en las fuentes de agua o muy cerca de ellas, Por escorrentía, por infiltración, Como consecuencia del efecto de la deriva especialmente cuando se realizan aplicaciones aéreas (García 1997).

### **2.4.2. Contaminación de los suelos**

La evaluación del grado de contaminación del suelo por plaguicidas es de particular importancia, debido a la transferencia de estos contaminantes a los alimentos. En el caso de la ganadería, los plaguicidas organoclorados pasan del suelo al follaje y finalmente son absorbidos por los animales, depositándose en su grasa aumentando las concentraciones de residuos en carne y leche.

### **2.4.3. Contaminación del aire.**

Los plaguicidas que tienen alta tensión de vapor, se volatilizan con facilidad durante la operación o inmediatamente después de ella. La aplicación aérea no controlada puede ocasionar la contaminación del aire de poblados próximos a zonas agrícolas y causar intoxicación en las poblaciones expuestas (Henao y Nieto 1991).

Existen muchos ejemplos de comunidades enteras a nivel mundial que sufren de envenenamiento crónico de plaguicidas. Aun cuando se usan correctamente, algunas sustancias químicas de los plaguicidas se quedan en el medio ambiente durante años, se evaporan en la atmósfera y contaminan todo el planeta; generando de esta manera un impacto ambiental, ocasionando modificaciones sobre el medio ambiente o sus componentes bióticos. Los recursos y masas de agua se contaminan por los plaguicidas, por la descarga de residuos industriales y sobrantes de agua del lavado del equipo, por su aplicación directa al agua, por el desplazamiento de plaguicidas arrastrados por las lluvias hacia los cauces, por la aplicación en áreas cercanas a los ríos, entre muchas otras, todo se debe a las malas prácticas que los productores realizan al momento de la aplicación. Con respecto al suelo, estos contaminantes se almacenan en las partículas del suelo (limos, arcillas, otros), y pueden ser transferidos a los alimentos de consumo humano por medio de la translocación

en los pastos, forrajes o cultivos. Y con respecto a la contaminación del aire, esto se genera por las altas tensiones de vapor y la facilidad de volatilización durante la aplicación (FAO 2011).

En El Salvador se consumen 3, 660,872.09 kg de agroquímicos, con un costo de \$7,000,000 y alrededor de 200,000 toneladas métricas de fertilizantes sintéticos (simples y compuestos). En 1999 se registraron 2,312 intoxicaciones por efectos de los plaguicidas (sexta causa de mortalidad en El Salvador), detallándose de la siguiente manera: 1,646 personas entre 15 a 44 años, 334 personas entre 0 a 14 años, 332 personas mayores de 65 años (Monro y Peña 2002).

Estas intoxicaciones representan un costo elevado para los servicios de salud. De acuerdo a datos provistos por el Hospital Nacional de San Rafael en Santa Tecla, cada paciente admitido por intoxicación con plaguicidas representa un costo diario promedio de \$155 dólares por día, cifra que aumenta a \$ 211 dólares por día si el paciente es menor de edad (Chelala 2004).

## **2.5. Certificación de cafetales.**

La certificación es una garantía por escrito dada por una agencia certificadora independiente, que asegura que el proceso de producción o el producto cumplen con ciertos requisitos o normas establecidas por diferentes organizaciones o países. La norma de certificación se cumple a través de un examen técnico que es normalmente conducido por una organización independiente y acreditada. Estos requisitos de certificación pueden prestar mayor importancia en aspectos ambientales (conservación del suelo, protección del agua, uso de plaguicidas, manejo de desechos, etc.), sociales (ingreso del productor, derecho de los trabajadores, seguridad en el trabajo, etc.) o de calidad (altitud, características de la región, beneficiado, etc.). Se han desarrollado varios programas de certificación creados por organizaciones privadas, gobierno y empresas, que buscan contribuir a la resolución de los precios de café y su impacto ambiental del sector cafetalero (Andersen 2003 citado por Quispe 2007).

Dentro de la importancia de tener cafetales certificados, se tienen: mayor oportunidad para obtener sobreprecio en la venta de café, acceso a mercados especiales, acceso a premios y reconocimientos acceso a créditos verdes, servicios de mercadeo a través de ferias y eventos y mejora la productividad de la finca en forma amigable con el ambiente (Mejía, Fajardo y Quezada s.f).

La certificación aumenta la eficiencia de las fincas, reduce el uso de insumos costosos y mejora la administración. Los trabajadores se benefician de un lugar de trabajo más limpio, más seguro y más digno donde se respetan sus derechos. La certificación ofrece a los finqueros mejor acceso a compradores de productos especializados, estabilidad contractual, opciones crediticias favorables, publicidad, asistencia técnica y mercados “Premium”. La calidad del producto de la finca, por lo general mejora (Rainforest Alliance 2012).

Entre los principales beneficios ambientales que brinda un cafetal certificado se citan: Contribuye a la conservación de la biodiversidad y a proteger los ecosistemas y las especies en vías de extinción, reduce la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, mejora las relaciones con las comunidades, promueve la educación ambiental en la comunidad y zonas aledañas y logra un trato justo a los trabajadores (Mejía, Fajardo y Quezada *s.f.*).

## **2.6. Tipos de sello de certificación de café en El Salvador.**

### **2.6.1. Café orgánico.**

#### **Origen de café orgánico en América Latina**

El cultivo de café orgánico se inició en México en el año de 1967. La finca Irlanda en Soconusco estado de Chiapas fue la empresa pionera en ser certificada. En 1983 la Unión de Comunidades Indígenas de la Región del Istmo (UCIRI) en Oaxaca, fue la primera organización campesina que inicio el cultivo orgánico, seguido en 1983 de indígenas en la Sierra Madre de Mototzintla (ISMAN) (Trápaga y Torres 1994 citados por Quispe 2007).

El cultivo del café orgánico en El Salvador comenzó a partir de 1988; en este año inicia CLUSA El Salvador sus operaciones en el país con un proyecto para el apoyo al desarrollo de pequeños productores y productos no tradicionales, teniendo por objetivo incrementar la generación de empleo y el ingreso familiar rural. A partir de los acuerdos de paz firmados en 1992 la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos de Norte América (AID), proporciona más apoyo al proyecto de CLUSA El Salvador, para trabajar en zonas ex conflictivas. Se comienza a desarrollar prácticas culturales para café orgánico en áreas cafeteras ubicadas al oriente del país, alrededor de las ciudades de Berlín y Santiago de María, trabajándose con las cooperativas San Agustín, Las Marías, y San Mauricio. Con la iniciativa de cultivo y desarrollo de la producción de café orgánico, se dio la necesidad de complementar los trabajos con la certificación y comercialización del grano; razón que llevó

al proyecto CLUSA-AID a traer inspectores de los Estados Unidos, con el fin de orientar a los productores sobre procedimientos y requerimientos de la certificación orgánica. Paralelo a esta acción, se involucró a los productores participantes en el proyecto y se apoyó la membresía de los grupos de productores a asociaciones de producción orgánica. En 1992 se obtiene la certificación orgánica en café de las cooperativas Providencia y San Mauricio exportando café certificado de la cosecha 1992/1993 con un diferencial de U.S. \$ 8.00 por quintal oro, y la Cooperativa CORALAMA en marañón orgánico. En esa época, OCIA (Organic Crop Improvement Association) operó como la certificadora para esta producción orgánica y con dicho sello se logró exportar los primeros cargamentos de café orgánico al mercado norteamericano. La membresía del primer año la sufragó CLUSA, trasladando el costo después a los grupos comunitarios; posteriormente UCRAPROBEX DE R.L. de C.V. como organización de cooperativas, se encargó de facilitar y financiar la inspección y gestión de la certificación orgánica. Se fue creciendo en área de cultivo y producción de café orgánico, evolucionando en las prácticas agrícolas y certificando las producciones obtenidas. Las iniciativas de café orgánico se presentaron primero a una de las cooperativas de caficultores de mayor prestigio en El Salvador, con buen nivel desarrollo socioeconómico y compuesta de pequeños productores en su mayoría, quienes no se incentivaron a incursionar en esta agricultura; siendo acogida la iniciativa de producción orgánica por el sector de productores de la reforma agraria agrupados en UCRAPROBEX DE R.L. DE C.V. y, una empresa privada de nombre Industrias Columbus que produce y compra café orgánico a pequeños productores. Con estas dos organizaciones se inicia y desarrolla la producción, transformación y exportación de café orgánico de El Salvador; certificando sus productos orgánicos a la fecha con OCIA, BSCOKO GARANTIE S.R.L y algunos otros entes de certificación (PROARCA/CAPAS 1999).

## **2.6.2. Comercio Justo**

### **Iniciativa de Ventas de Café en el Mercado Equitativo**

En el período 1990-1991 UCRAPROBEX DE R.L. de C.V. obtiene información de los sellos sociales, que operaban con organizaciones de pequeños caficultores identificadas en Latinoamérica para vender su producción en mercados de tipo solidario, donde existía una alternativa de compra de los consumidores a los agricultores más pobres, pagando un diferencial de precio para mejorar resultados económicos y bienestar social. A partir de esta fecha se inició y llevó un proceso de gestión para ingresar al registro de productores de café

para comercio equitativo, agrupando a cooperativas, para ampliar la oferta al mercado externo del café y trasladar el beneficio económico a los productores participantes, con el fin de mejorar sus condiciones de vida. Se logra después de dos años de gestión inscribir a catorce Cooperativas miembros de UCRAPROBEX, continuando las gestiones hasta llegar a registrarlas en la Iniciativa de Mercado Justo de Max Havelaar. Con el advenimiento de cambios internacionales y el surgimiento de FLO (Fairtrade Labelling Organizations International) como ente del Mercado Justo, se dieron cambios en la estructura salvadoreña como son el surgimiento de Asociación de Pequeños Productores de Café de El Salvador (APECAFE) como ente local facilitador para la gestión de mercados justos en el país. Las primeras exportaciones de café de El Salvador al mercado justo facilitado por FLO Internacional se inician en 1996/1997 con 5,625 quintales oro, en 1997/1998 la cantidad de 4,125 quintales oro y se estima para este período 1998/1999 exportar 8,297 quintales oro esperándose aumentar a cerca de 13,000 quintales para inicios del año 2000. El precio pagado a los productores permite reconocer un precio mínimo del mercado que permite al productor hacer más sostenible su manejo y prácticas agrícolas (PROARCA/CAPAS 1999).

### **2.6.3. Rainforest Alliance**

#### **Origen del sello Rainforest Alliance**

La certificación de Rainforest Alliance es un grupo ambiental con sede en los EUA, que ha desarrollado una norma para la certificación de café (anteriormente denominado Eco-OK), combinando criterios ambientales y sociales. Las normas y principios se desarrollaron por científicos de Estados Unidos, y posteriormente, esta versión inicial se fue mejorando mediante procesos abiertos de consulta con diferentes actores de América Latina. Al principio del 2003, Rainforest Alliance, como secretaria de la Red de Agricultura Sostenible, empezó una revisión de la norma (versión 2002) con el objetivo de tener una norma más ajustada. Entre noviembre de 2003 y noviembre de 2004, se realizó un encuentro de la Red de Agricultura Sostenible para tomar las últimas decisiones técnicas con respecto a la norma de certificación. En 2005, la Red de Agricultura Sostenible aprobó una nueva versión y la ampliación de la norma de nueve a diez principios (RAS 2005).

### **2.6.4. UTZ Certified Coffee**

De reciente creación y rápida expansión en el mercado europeo. Se enfoca en las prácticas de negocio mejoradas e incorpora los estándares Global GAP para el café. Las

importaciones de UTZ Certified ascendieron a 86 mil toneladas en el año 2009 (81% importadas por la UE). Fue el primer estándar, después de Organic certified en implementar un sistema de trazabilidad completo. Tiene una fuerte presencia en los Países Bajos (30% del consumo en ese país, la cadena Ahold lo aplica); también es destacable su presencia en los países nórdicos, así como Bélgica y Suiza (CBI s.f.).

## **2.7. Bioindicadores de la calidad ambiental.**

Se conocen como bioindicadores de la calidad ambiental los organismos que calibran la calidad del ecosistema a través de información que es recogida en el agua, en la atmósfera o en el suelo, y permiten identificar, dentro de un marco de calidad, el nivel de deterioro ambiental. Los bioindicadores son organismos o sistemas biológicos que sirven para evaluar variaciones en la calidad ambiental, presentan efectos visibles tras ser expuestos a la contaminación. Por otro lado, las alteraciones de la calidad medioambiental se puede comprobar observando a organismos especialmente sensibles a estos cambios, Ante la más mínima alteración de las condiciones de su entorno, algunos seres vivos generan una determinada respuesta, cambiando sus funciones vitales y/o su composición química o genética, o incluso acumulando el agente contaminante (bioacumuladores). Por ello, estos seres vivos se pueden convertir en unos indicadores biológicos muy útiles, fiables y económicos para evaluar la calidad ambiental del suelo, el aire o el agua. Incorporando el uso de Bioindicadores para indicar el nivel de degradación o el buen estado de un ecosistema. (Martínez s.f.).

En el presente estudio, se determinarán las especies de avispas de la Subfamilia Pimplinae, como posibles indicadores de la presencia/ausencia de plaguicidas en fincas cafetaleras bajo sombra, para que puedan tomarse en cuenta en el proceso de certificación de tales fincas.

## **2.8. La familia Ichneumonidae.**

### **Clasificación**

Orden: Hymenoptera

Superfamilia: Ichneumonoidea

Familia: Ichneumonidae

Subfamilia: Pimplinae (Triplehorn y Johnson 2005).

## Generalidades

Ichneumonidae es una de las más grandes familias de las avispas Apocrita con 59,143 especies descritas y se distribuye en todo el mundo. La mayoría de sus miembros son parásitos de otros insectos, por lo tanto, son importantes agentes de control biológico de muchas plagas agrícolas. Así, el estudio de este grupo es de gran importancia científica y económica (Yu Dyu, van Achterberg y Horstmann 2004).

Los Ichneumonidae son utilizados en programas de control biológico y también representan buenos resultados en la silvicultura, donde son usados para controlar *Symphyta*. Existen especies de las subfamilias Campopleginae, Cremastinae, Ichneumonidae, Ophioninae y Pimplinae, que son utilizados para controlar larvas de Lepidoptera en América Central (Gauld y Shaw 1995 citado por Tanque 2009).

**Biología:** los Ichneumonidae atacan larvas y pupas de otras especies de insectos pero nunca atacan a insectos adultos con metamorfosis incompleta. No son conocidos como parasitoides de huevos aunque las hembras del género *Ctenopelma* parasitan huevos de otros insectos. Muchos son solitarios, unos pocos se desarrollan individualmente en un solo hospedero y algunos son gregarios. Muchas especies son hiperparásitas, generalmente de otros Ichneumonidae o de Braconidae. Sus hospederos incluyen especies de Lepidoptera, Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Neuroptera y Mecoptera, así como arañas. Los Ichneumonidae se han adaptado fundamentalmente a dos estilos de vida diferente. Los Idiobiontes usan como hospederos larvas maduras, prepupas o pupas; los hospederos son generalmente barrenadores. La hembra inyecta un veneno que permite paralizar o matar al hospedero antes de la oviposición. Por otro lado, los Koinobiontes ovipositan dentro de larvas o en algunos casos, dentro de los huevos de sus hospederos; generalmente el hospedero es de fácil acceso. Los koinobiontes tienen un estadio larval que se desarrolla lentamente, permitiendo que el hospedero casi alcance el estado pupa antes de empezar a consumir sus partes vitales (Gauld citado por Hernández 2000).

**Morfología:** los Ichneumonidae presentan las siguientes características morfológicas: cuerpo de 2.0 a 61.0 mm de longitud (sin el ovipositor y las antenas), alas anteriores de 2 a 35 mm, raramente braquípteros o ápteros. La antena generalmente tiene más de 16 segmentos; la mandíbula usualmente es bidentada. Ala anterior con cuatro o más celdas cerradas, la primera celda discal y submarginal son confluentes formando una sola celda disco submarginal; celdas costal y subcostal ausentes por la fusión de las venas C+Sc+R+Rs,

vena 2 m-cu (o segunda vena recurrente) casi siempre presente. Metasoma con cinco o más tergitos visibles, generalmente con los tergitos II y III separados. (Gauld citado por Hernández 2000).

### **Subfamilias de Ichneumonidae.**

Esta familia, comprende 37 Subfamilias: Acaenitinae, Agriotypinae, Adelognathinae, Anomaloninae, Banchinae, Brachycyrtinae, Campopleginae, Collyriinae, Cremastinae, Cryptinae, Ctenopelmatinae, Cylloceriinae, Diacritinae, Diplazontinae, Eucerotinae, Ichneumoninae, Labeninae, Lycorininae, Mesochorinae, Metopiinae, Microleptinae, Neorhacodinae, Ophioninae, Orthocentrinae, Orthopelmatinae, Oxytorinae, Paxylommatinae, Pedunculinae, Phrudinae, Pimplinae, Poemeniinae, Rhyssinae, Stilbopinae, Tatogastrinae, Tersilochinae, Tryphoninae y Xoridinae (Wahl 1999).

#### **2.8.1. Subfamilia Pimplinae.**

Los esfuerzos se han concentrado en los Ichneumonidae, subfamilia Pimplinae, ya que ha sido ampliamente estudiado taxonómica y biológicamente, siendo una de las subfamilias más conocida de Ichneumonidae. Los Pimplinae también son biológicamente muy diversos. Todo esto hace que sea una subfamilia muy útil para ser utilizado en los estudios de biodiversidad (Sääksjärvi *et al.* 2004).

##### **2.8.1.1. Tribus.**

###### Tribu Ephialtini

Actualmente se reconoce que esta tribu incluye los géneros tradicionales de Ephialtini y los géneros antiguamente ubicados en los Polysphinctini (Townes, 1969; Wahl & Gauld, 1998). Es una gran Tribu cosmopolita que comprende casi 53 géneros mundialmente, que están clasificados en cinco grupos de géneros (Gauld *et al.*, en impresión). Tres de estos están presentes en el Neotrópico.

1. El grupo de géneros *Ephialtes* (representado en América tropical por *Anastelgis*, *Calliephialtes*, *Dolichomitus*, *Leptopimpla*, *Liotryphon*, *Scambus* y *Umanella*).
2. El grupo de géneros *Camptotypus* (representado en América tropical por *Clydonium*, *Odontopimpla* y *Zonopimpla*).

3. El grupo de géneros *Sericopimpla*, que adicionalmente comprende un grupo basal de géneros, representados en América tropical por *Clistopyga*, *Iseropus*, *Tromatobia* y *Zaglyptus*, y un grupo de géneros altamente derivados el grupo complejo de géneros *Polysphincta* (representado en América tropical por *Acrotaphus*, *Dreisbachia*, *Eruga*, *Flacopimpla*, *Hymenoepimecis*, *Polysphincta*, *Ticapimpla* y *Zatypota*). (Gauld *et al.* 2002)

#### Tribu Pimplini

Los Pimplini son una tribu cosmopolita muy rica en especies, que incluye partes de las especies más conspicuas y frecuentemente encontradas de Ichneumonidae en todas las regiones biogeográficas. En El Salvador, las especies de *Theronia* y *Pimpla* son particularmente abundantes y comprenden más del 60 por ciento de los especímenes de Pimplinae. A nivel mundial, se reconocen tres grupos de géneros, *Theronia* (representado por *Nomosphacia* y *Neotheronia*), *Xanthopimpla* y *Pimpla*, todos representados en El Salvador. (Gauld *et al.* 2002)

Pimplinae tiene alrededor de 60 géneros y se describen los más ricos en especies en las zonas tropicales (Gastón y Gauld citado por Kumagai y Graf 2002).

#### **2.8.2. Bio-ecología de los Pimplinae**

Esta subfamilia es muy diversa biológicamente y las especies parasitan un amplio ámbito de insectos y arañas en diferentes situaciones. Esta diversidad de asociaciones y facilidad con la que se pueden criar, ofrecen muchas posibilidades para lograr descubrimientos importantes. Los venenos que las hembras adultas inyectan a sus hospederos para manipularlos y las secreciones microbianas producidas por la larva, ofrecen mucho potencial para investigaciones farmacológicas. Algunas especies son comunes en agroecosistemas donde probablemente juegan un papel importante como enemigos de Lepidoptera. Aunque Pimplinae se encuentran en todos los hábitats terrestres, no hay ninguna especie que se encuentre en todas las partes del país. La altitud es un factor que aparentemente afecta de manera importante su distribución encontrándose grupos de especies bastantes diferentes en sitios de diferentes altitudes. El número total de especies varía notablemente con la elevación, el número máximo se encuentra entre 500 y 1,400 m.s.n.m. (Gauld, Ugalde y Hanson 1998).

Esta subfamilia de Ichneumonidae es la más diversa desde el punto de vista biológico y está asociada a un ámbito excepcional de hospederos. Esto es reflejo del modo de desarrollo de

las larvas, como en el caso de muchos miembros de los géneros Ephialtini y de su especialización a través de la evolución de las primeras formas ancestrales de estos parasitoides. Las especies de los grupos más primitivos de los Ephialtini, al igual que las especies del género *Ephialtes*, son ectoparasitoides Idiobiontes de los estadios inmaduros de otros insectos endopterigotos. Un idiobionte es un parasitoide cuya hembra mata al hospedero en el momento de la oviposición. Regularmente el hospedero es una larva madura, o pupa oculta en el tejido vegetal, bajo la corteza, dentro de los túneles en madera, en capullos gruesos o en nidos de Hymenoptera. (Gauld, Ugalde y Hanson 1998).

El hospedero es inmovilizado permanentemente antes de la oviposición por el parasitoide hembra, la cual pica e inyecta una secreción venenosa. Este veneno es producido por las glándulas accesorias del sistema reproductivo y puede matar al hospedero, o inducir a la parálisis. Los adultos de casi todos los Pimplinae se alimentan de secreciones dulces, néctar y de otras secreciones vegetales. Estas sustancias proveen los carbohidratos para mantener la actividad del Ichneumonidae. Además de esto los Pimplinae requieren de una fuente rica en proteína, por lo que se alimentan a menudo de individuos de su grupo de hospederos y estos pueden resultar muertos o severamente mutilados cuando son comidos, el papel de estos insectos como depredadores de plaga ha sido subestimado al evaluar su importancia en programas de control biológico. (Gauld, Ugalde y Hanson 1998).

Un estudio en Norteamérica de una especie de *Itopectis* reveló que el parasitoide ocasiona una mortalidad 200 veces mayor por alimentación que por parasitismo en una plaga inducida. Algunos Polysphinctinos parecen ser atraídos por la seda de arañas. Las hembras de Pimplinae son capaces de seleccionar el sexo de su progenie al controlar el acceso del esperma almacenado a los huevos en su paso por el oviducto. Esto las capacita para colocar huevos que producirán hembras en hospederos más grandes y huevos que originaran machos en los hospederos más pequeños, esto debido a que las hembras generalmente son más grandes que los machos. A diferencia de las especies que habitan las zonas templadas, las cuales tienen un integumento en su mayoría negro, una porción considerable de la fauna tropical de Pimplinae posee colores brillantes. Muchos son de color amarillo y negro, y dos especies son de color metálico y se parecen a ciertos Hymenoptera aculeados como Vespidae sociales y Pompilidae grandes. Otros Pimplinae son anaranjados brillantes con alas de patrones negruzcos y se asemejan a Braconidae de sabor desagradable (Gauld, Ugalde y Hanson 1998).

Algunos son parasitoides comunes de las plagas insectiles de cultivos de importancia económica, pero en general, no tienen la especificidad del huésped, por lo que, resulta en una escasa utilización de estas especies en control biológico. La subfamilia Pimplinae incluye algunos de los Ichneumonidae más comunes y conspicuos; se encuentran en todos los hábitats terrestres de Centroamérica, desde manglares en las costas hasta las montañas a 3,000 msnm. Muchas de estas especies se encuentran bajo hojarasca, troncos de árboles o en vegetación baja por lo tanto son fáciles de observar (Gauld, Ugalde y Hanson 1998). Los artrópodos, en especial los insectos, constituyen un 90% de las especies del trópico, siendo un componente importantísimo de los sistemas agrícolas, incluyendo cafetales. La biodiversidad asociada de artrópodos en cultivos como cafetales puede promover funciones como el control de plagas. En los bosques tropicales la biodiversidad de especies es exuberante, los Pimplinae por su capacidad de parasitismo contribuyen a la disminución de las plagas provocadas por alguno de estos artrópodos de importancia económica para los productores, siendo una alternativa para el manejo integrado de plagas y con ello garantizando la conservación de los ecosistemas al no utilizar plaguicidas para el control de plagas (Monro y Peña 2002).

### Identificación de Pimplinae.

Los Pimplinae muestran mucha variación en cuanto a su tamaño, coloración y aspecto, ya que no existe un patrón típico para todos. La longitud de su cuerpo excluyendo antenas y ovopositor varía desde 2 mm - 32 mm. Presentan desde un color negro hasta amarillo, o una combinación de estos colores; muchas tienen una combinación de negro con anaranjado, con líneas a rayas. Casi siempre la superficie del cuerpo es muy brillante. El abdomen de Pimplinae es muy variable en forma, pero casi nunca es comprimido lateralmente. Las características más importantes del metasoma se encuentran en el primer segmento. Por lo general este segmento es más o menos cuadrado. Puede ser un poco alargada pero nunca tubular; la placa dorsal está siempre separada de la placa ventral por una línea longitudinal a cada lado; también posee una areoleta en forma romboidal, en la vena 2 m-cu, tiene presente dos fenestra o bulla (Figura 1) (Gauld *et al.* 2002).



Figura 1. Identificación de Pimplinae<sup>1</sup>. a) Hembra adulta. b) Detalle de venación alar.

<sup>1</sup> Fotografía por Dr. Ian Gauld 2002.

### **2.8.3. Importancia de los Pimplinae como indicadores ambientales.**

Los adultos Pimplinae, son fácilmente recolectados en trampas Malaise, por lo tanto, es relativamente fácil obtener una muestra representativa en cualquier sitio. Por el hecho de que muchas de sus especies están restringidas a un ámbito estrecho de hábitats, pueden servir como especies indicadoras de comunidades o sitios particulares. Por ejemplo, la presencia de *Pimpla sedula* indica una comunidad montañosa de Ichneumonidae; mientras que la presencia de *Neotheronia mellosa*, indica sitios que han sido alterados por actividad humana. También, se ha reportado que otras especies parecen ser menos comunes ahora que hace un siglo y esta reducción puede reflejar la pérdida de árboles en los bosques, que eran sus sitios de refugio y apareo (Gauld, Ugalde y Hanson 1998).

## **2.9. Métodos de recolección e índices de diversidad.**

### **2.9.1. Trampas Malaise**

La trampa Malaise es un sistema pasivo de captura entomológica, eficaz y muy selectiva atendiendo al gran número y al tipo de ejemplares recolectados. Es utilizada para insectos voladores y, más concretamente, son los Diptera e Hymenoptera los órdenes que se recolectan en mayor número respecto al resto de insectos. Actúa ininterrumpidamente día y noche, por lo que también se posibilita a capturar insectos de hábitos nocturnos (Segade *et al.* 1997).

La forma de captura de la trampa Malaise es por intercepción de vuelo, que acumula insectos en frascos que contienen alcohol etílico 70%; y que pueden ser utilizadas por largos periodos con una mínima atención y son una herramienta excelente, por su efectividad en programas ambientales de monitoreo de insectos (Gauld *et al.* 2002).

La trampa Malaise captura, casi exclusivamente, insectos voladores, puesto que está diseñada para este fin, por tanto el resto de las capturas podría considerarse como accidental. Además el número de ejemplares recolectados está en relación directa respecto a dos parámetros: la abundancia y la movilidad; esta última depende a su vez de las condiciones climatológicas (Segade *et al.* 1997).

Aunque las trampas Malaise son caras y algo complejas de instalar, entregan un gran servicio y se encuentran entre los métodos de muestreo más productivos, esto es debido a la riqueza de especies capturadas. Su diseño es similar a una tienda de campaña rectangular con paredes de malla, con los lados de mayor tamaño abiertos y con un tejado con uno de sus extremos a mayor altura donde se coloca el recipiente colector. Este puede estar lleno

de alcohol o bien vacío. Las dimensiones dependen de los requerimientos, pero cuanto mayor es su tamaño mayor es el número de insectos recolectados (Alonso *et al.* 2001 citado por Albrecht 2008).

### **2.9.2. Diversidad Alfa**

La diversidad alfa es la riqueza de especies intrínseca dentro de una comunidad considerada homogénea o como unidad de paisaje, que puede ser: tipo de bosque, asociación vegetal y uso de suelo. Estas unidades de paisaje a su vez se consideran como unidades de muestreo (Moreno 2001).

### **2.9.3. Diversidad beta**

La diversidad ( $\beta$ ) manifiesta el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades de un paisaje. En otras palabras es la diversidad entre hábitat. La diversidad beta se puede calcular entre fragmentos continuos de distinta estructuras de vegetaciones, uso de suelo o áreas de conservación (Moreno 2001).

### III. Materiales y métodos.

#### 3.1. Descripción del estudio.

El estudio se realizó desde julio de 2012 – octubre de 2013 y consistió en comparar la diversidad de avispas Pimplinae en dos tipos de fincas de cafetaleras: convencional y certificada, a fin de determinar la presencia/ausencia de especies Pimplinae como sensibles a los plaguicidas.

Para acceder a las fincas para realizar el estudio, se contactó con FUNDAVOLCÁN S.A. de C.V., quienes realizaron los contactos con los propietarios de fincas de café en El Salvador, respondiendo favorablemente los de las fincas San Antonio Amatepec, San Clemente, San Silvestre y La Concha (Figura 2).

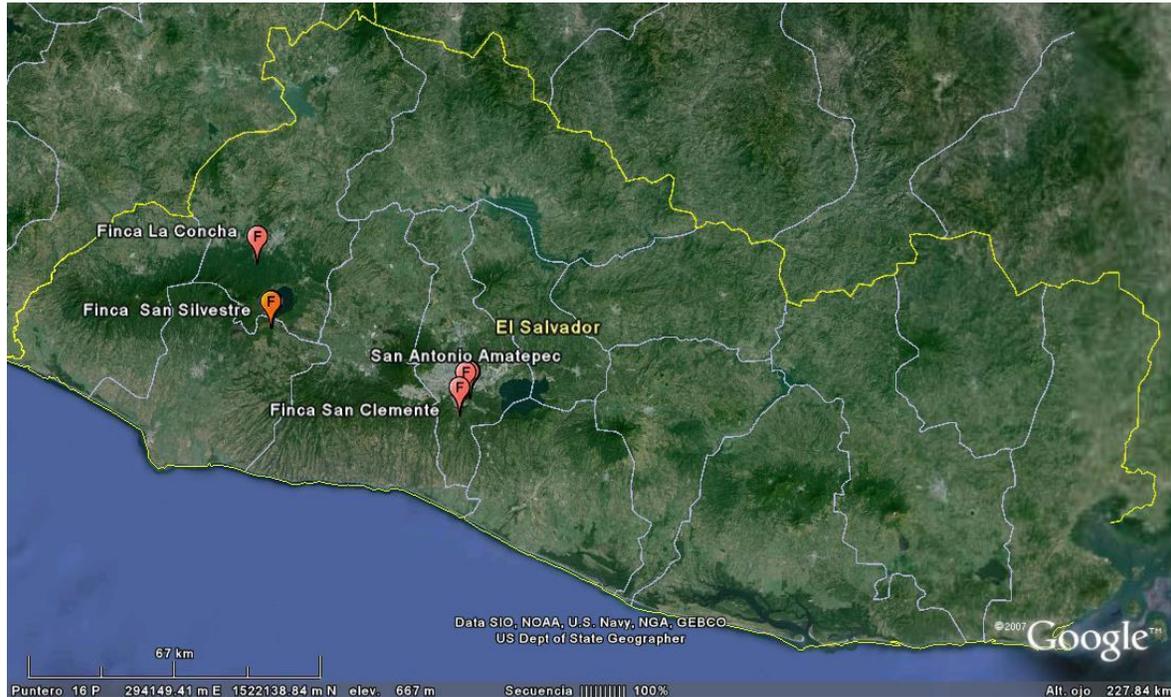


Figura 2. Ubicación geográfica de las fincas de café en estudio.

El principal criterio para seleccionar las fincas fue la altitud, en la cual se consideró rangos entre los 800 a 1,000 msnm., debido a que entre esas altitudes se da la mayor población de Pimplinae.

Para fines de clasificación, las fincas se agruparon así:

Fincas convencionales: Finca San Clemente ubicada en el Km 11 ½ carretera antigua a Panchimalco, cantón Amatitán, municipio de Panchimalco, San Salvador, geográficamente se encuentra en las coordenadas UTM X: 0264484, Y: 1508146 a 896 m.s.n.m, precipitación de 1,700 mm, temperatura de 23 °C. Con una extensión de 10 Mz (Figura 3).

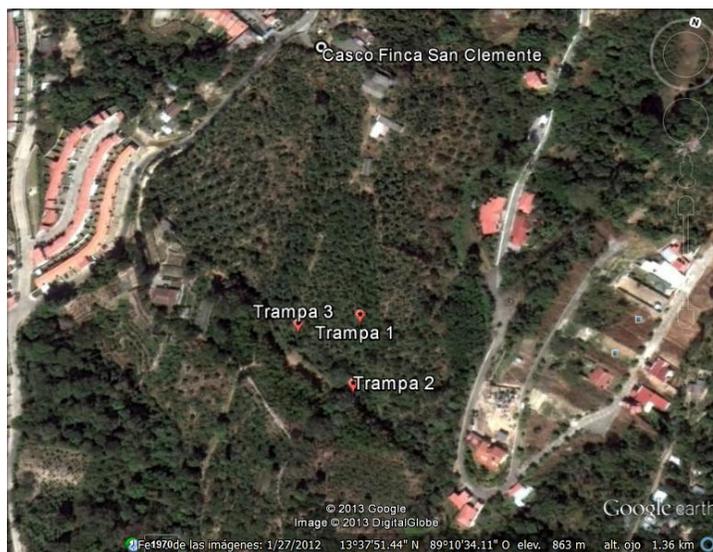


Figura 3. Ubicación geográfica del casco y trampas en la finca San Clemente.

Finca La Concha, ubicada en el cantón Potrerillo del Matasano, Santa Ana, geográficamente se encuentra en las coordenadas UTM X: 0219143, Y: 1542346 a 883 m.s.n.m., precipitación 1,600 mm anuales, temperatura 25 °C promedio anual, humedad relativa de 65%, cuenta con una extensión de 55 Mz (Figura 4).



Figura 4. Ubicación geográfica del casco y trampas en la finca La Concha.

Fincas certificadas: Finca San Silvestre ubicada en la carretera al Cerro Verde, cantón Las Lajas, municipio de Izalco, Sonsonate, geográficamente se encuentra en las coordenadas UTM X: 0222425, Y: 1527793, con una extensión de 52.5 Mz, precipitación 1,900 mm anuales, temperatura 26 ° C, Humedad relativa 68 al 72 %, a 948 m.s.n.m. (Figura 5).



Figura 5. Ubicación geográfica del casco y trampas en la finca San Silvestre.

Finca San Antonio Amatepec ubicada en el km 7, calle antigua a Santo Tomás, Colonia Gálvez, municipio de San Marcos, San Salvador, geográficamente se encuentra en las coordenadas UTM X: 0265915, Y: 1511530 a 887 m.s.n.m. Precipitación 1,950 mm anual, temperatura de 29 °C, humedad relativa 70%. Cuenta con una extensión de 100 de Mz (Figura 6).

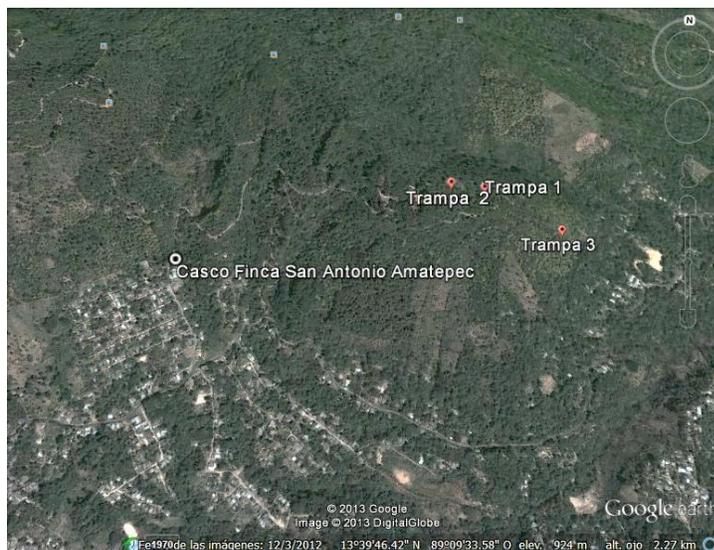


Figura 6. Ubicación geográfica del casco y trampas en la finca San Antonio Amatepec.

### 3.2. Metodología de Campo.

#### Fase de campo

Se elaboraron 12 trampas Malaise y sus frascos recolectores, siguiendo el diseño de una trampa inglesa original, para luego ensamblarlas e instalarlas en los sitios de muestreo (Figura 7). Cada frasco recolector contenía alcohol etílico 70%. Previo a la instalación de las trampas se realizaron giras de observación a las fincas San Antonio Amatepec, San Clemente, San Silvestre y La Concha en compañía de cada encargado, a fin de determinar los sitios adecuados y seguros para instalar las trampas. Se mantuvo comunicación constante con cada encargado, a fin de que informaran sobre posibles daños o robos de las mismas. Las trampas, fueron rotadas en cada finca, a los dos meses de instaladas, a fin de abarcar la mayor extensión de cada finca, siguiendo siempre las recomendaciones de los encargados.

Posteriormente se instalaron tres trampas por finca, las cuales fueron georeferenciadas con ayuda de un GPS Garmin®, al igual que el casco de cada una (Figura 8). Cada trampa se numeró y se procuró un distanciamiento entre ellas entre los 50 a 100 metros.



Figura 8. Instalación de la trampa Malaise.



Figura 7. Georeferenciación de las trampas.

Las trampas, permanecieron cinco meses en cada finca, realizando una recolecta del material capturado 30 días después de colocadas las trampas, depositando el contenido de cada frasco de cada contenedor, en recipientes plásticos, a los cuales se etiquetaban con el nombre de la finca, fecha y número de trampa; posteriormente, a cada frasco colector se le

añadió alcohol etílico 70%, estas labores se hicieron en las cuatro fincas, durante los cinco meses de muestreo (Figura 9 y 10).



Figura 9. Recolección de material capturado



Figura 10. Etiquetado de material muestreado.

Paralelamente, en cada finca se administró una encuesta a los encargados de las fincas, para indagar sobre los plaguicidas que se aplicaban en cada tipo de finca y posteriormente se tabularon estos datos (Figura 11) (A-1).



Figura 11. Encuesta realizada a encargado de la finca.

### 3.4. Metodología de Identificación.

El material recolectado, fue llevado al laboratorio de Insectos acuáticos de la Facultad de Ciencias Agronómicas, ubicado en el Edificio de la biblioteca de Ingeniera y Arquitectura, para proceder con la identificación de los especímenes.

Debido al hecho de que los frascos con el material biológico de cada finca contenían diferentes taxa de insectos, se hizo una búsqueda y separación de las avispas que eran miembros de Pimplinae, utilizando una bandeja plástica y una lupa de mesa (Figura 12). Luego, se procedió a la identificación de los géneros y especies, labor realizada con ayuda del Ing. Agr. M.Sc. Rafael Antonio Menjívar Rosa, Docente Director del presente estudio, auxiliándose de las claves taxonómicas generadas por Gauld *et al* (1998 y 2002). Cada especie fue transferida en frascos individuales, los cuales se etiquetaron con el nombre de la especie, trampa y finca (Figura 13). Esta labor se realizó mensualmente.



Figura 12. Identificación de Pimplinae.



Figura 13. Frascos etiquetados después de la identificación.

Se contactó con el Dr. Ilari Eerikki Sääksjärvi, curador y jefe del Museo de Zoología, Universidad de Turku, Finlandia, quien se encuentra describiendo la especie *Polysphincta* sp. 1, la cual el Dr. Ian Gauld no describió en la investigación Gauld *et al.* 2002, la cual nuevamente fue recolectada en el presente estudio, persistiendo sin ser descrita a la fecha. Lo anterior se explica por el sensible fallecimiento del Dr. Ian Gauld en 2010 (Q.E.P.D.), quien no logró describir ni nombrar a tal especie.

### 3.5. Metodología Estadística

Se utilizó estadística descriptiva, esta consistió en la suma de las especies encontradas por cada finca, la frecuencia de ocurrencia y relativa de la comunidad de géneros y especies de todas las fincas evaluadas, dentro de los muestreos. Se compararon las diversidades de especies identificadas en cada situación de manejo convencional y certificado, para detectar aquellas especies posibles indicadores del uso de plaguicidas y su distribución temporal. Se calcularon los índices de diversidad alfa y beta, utilizando el software SPADE®.

### Diversidad alfa.

Se utilizó para conocer la riqueza de especies de una comunidad particular y homogénea. Esta posee dos métodos de medición, el primero basado en la cuantificación del número de especies presentes y el segundo con base en la estructura de la comunidad. Se entiende que la diversidad alfa ( $\alpha$ ) es el resultado de un proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes especies en un hábitat determinado, entonces, solo basta con un simple conteo de las especies para describirla (Moreno, 2000 citado por Fuster s.f).

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \log p_i$$

**Shannon-Wiener.** Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Midió el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie perteneció un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran 1988 citado por Moreno 2001).

$$H' = - \sum_i \frac{n_i}{n} \ln \frac{n_i}{n}$$

Dónde:

$n_i$  = Número de individuos por especie

$n$  = Número total de individuos

### Diversidad Beta

Para conocer la diversidad beta de la comunidad de avispas Pimplinae en las diferentes fincas cafetaleras, se utilizó el índice de Morisita-Horn (Halffter *et. al.* 2001) por ser cuantitativo, con el cual se compararon las abundancias relativas, donde no influyó el tamaño de las muestras ni la riqueza de especies entre las comunidades. La fórmula es la siguiente:

$$MH = \frac{2 \sum (a_i - nb_i)}{(da + db)aN * bN}$$

Dónde:

$a_i$  = Número de individuos  $i$  en el sitio A

$nb_i$  = Número de individuos  $i$  en el sitio B

$aN$  = Número de individuos en el sitio A

$bN$  = Número de individuos en el sitio B

Los términos: da y db de la fórmula se calculan de la siguiente manera:

$$da = \frac{\sum_i^2 a_i}{aN^2}; \quad db = \frac{\sum_i^2 b_i}{bN^2}$$

## IV. Resultados y Discusión.

### 4.1. Caracterización de los patrones de utilización de plaguicidas en fincas con manejo convencional y certificado.

Tras el análisis hecho a las entrevistas realizadas a los encargados de las fincas, la información que se presenta consiste en los productos plaguicidas utilizados durante los meses que duró el muestreo, a fin de determinar qué efectos ejercían sobre la población de avispas Pimplinae.

En la finca San Antonio Amatepec, se aplicaron los productos: Epoxiconazole y Glifosato, durante el periodo de muestreo; la finca San Silvestre usó Oxamil, Epoxiconazole y Glifosato (Cuadro 2); de estos productos, el único recomendado para el cultivo de café es Epoxiconazole. La finca La Concha aplicó mayor cantidad de productos, entre ellos están: Diazinón, 2,4 D, Glifosato, Paraquat; y en la finca San Clemente, se aplicaron: Glifosato, Paraquat, Endosulfán y Epoxiconazole (Cuadro 3), solamente Endosulfán está recomendado para el cultivo de café.

Cuadro 2. Plaguicidas aplicados en fincas de café certificadas.

<b>Ingrediente Activo</b>	<b>Control</b>	<b>Dosis*</b>	<b>Banda Toxicológica</b>	<b>Uso</b>
Glifosato	Herbicidas	800 cc/Mz	Verde	Maleza
Oxamil	Insecticida-Acaricida-Nematicida	2 L/barril	Rojo	Insectos
Epoxiconazole	Fungicida	350 cc/Mz	Azul	Café

\* Datos proporcionados por los mandadores de cada finca.

Cuadro 3: Plaguicidas aplicados en fincas de café convencionales.

<b>Ingrediente Activo</b>	<b>Control</b>	<b>Dosis*</b>	<b>Banda Toxicológica</b>	<b>Uso</b>
Endosulfán	Insecticida	20 cc/gal	Amarilla	Café
Glifosato	Herbicida	25 – 35 cc/gal	Amarilla	Maleza
Paraquat	Herbicida	25 cc/gal	Azul	Maleza
2, 4 D	Herbicida	50 cc/bomba	Amarilla	Maleza
Glifosato	Herbicida	20 cc/bomba	Verde	Maleza
Paraquat	Herbicida	60 cc/bomba	Amarilla	Maleza
Diazinón	Insecticida	60 cc/bomba	Amarilla	Insectos
Epoxiconazole	Fungicida	400 cc/barril	Azul	Café

\* Datos proporcionados por los mandadores de cada finca.

## 4.2. Diversidad de Pimplinae.

Se recolectaron 134 especímenes de Pimplinae durante cinco meses, identificando 11 géneros y 20 especies, en cuatro fincas de café bajo sombra (dos certificadas y dos convencionales); ubicadas en los departamentos de San Salvador (San Clemente y San Antonio Amatepec), Sonsonate (San Silvestre) y Santa Ana (La Concha), con altitudes entre los 800 – 1,030 msnm.

Gauld *et al.* (2002), registraron para la fauna de El Salvador, 21 géneros y 59 especies, encontrados en fincas cafetaleras bajo sombra de Ahuachapán, Santa Ana, La Unión, San Miguel, San Vicente, Usulután y La Libertad, ubicadas entre los 700 – 2,000 msnm, durante un período de recolección de casi dos años, con una trampa por finca y recolecciones mensuales de especímenes. Si bien es cierto que el período de recolección en el presente estudio fue menor a dos años (5 meses), el número de trampas por finca fue mayor (4) y permanecieron en cada finca más tiempo (5 meses), lo cual explica por qué se recolectó casi la mitad de géneros y especies que en el estudio ya señalado. Por otro lado solo se trabajó en tres Departamentos. Cabe señalar que dicho autor expresa que no se conoce todavía la biología de algunas especies, principalmente de aquellas nuevas para la ciencia.

A pesar que se usaron trampas “Malaise”, diseñadas a partir del modelo desarrollado por los ingleses, éstas cumplieron satisfactoriamente con la labor de captura; demostrando la funcionabilidad de las mismas y su confiabilidad. Además, su costo de fabricación es mucho menor (US\$18.00), que el de la trampa original (US\$300.00); lo cual hizo posible, la reposición de aquellas trampas que fueron hurtadas en algunas fincas.

Dentro de la investigación, se recolectaron 11 géneros, en las cuatro fincas de café, ubicados, según Gauld *et al.* 2002, en dos Tribus: 8 pertenecientes a Ephialtini, que posee alrededor de 53 géneros mundialmente, y 3 en Pimplini, siendo una tribu cosmopolita y muy rica en especies. Sin embargo hubo mayor presencia de la tribu Ephialtini, lo cual se refleja en el Cuadro 4; detallando también las especies por género y su frecuencia de ocurrencia relativa, durante los cinco meses de muestreo. También, se presentan las 20 especies recolectadas (Cuadro 5), especímenes por especie y la frecuencia relativa para cada una.

Cuadro 4. Frecuencia de ocurrencia relativa, de géneros de Pimplinae recolectados en cuatro fincas de café bajo sombra en El Salvador.

Tribu	Géneros	Número de especies	Frecuencia de ocurrencia	Frecuencia relativa (%)
Pimplini	<i>Neotheronia</i> Krieger, 1899	7	63	47.01
Ephialtini	<i>Dolichomitus</i> Smith, 1877	1	2	1.49
Ephialtini	<i>Tromatobia</i> Foerster, 1869	1	11	8.21
Pimplini	<i>Xanthopimpla</i> Saussure, 1892	1	7	5.22
Ephialtini	<i>Acrotaphus</i> Townes, 1960	1	3	2.24
Ephialtini	<i>Hymenoepimecis</i> Viereck, 1912	1	7	5.22
Ephialtini	<i>Polysphincta</i> Gravenhorst, 1829	2	15	11.19
Pimplini	<i>Pimpla</i> Fabricius, 1804	3	18	13.43
Ephialtini	<i>Clistopyga</i> Gravenhorst, 1829	1	3	2.24
Ephialtini	<i>Scambus</i> Hartig, 1838	1	4	2.99
Ephialtini	<i>Zaglyptus</i> Foerster, 1869	1	1	0.75
	Total	<b>20</b>	<b>134</b>	<b>100</b>

Cuadro 5. Frecuencia relativa de especies de Pimplinae recolectadas en cuatro fincas de café bajo sombra, en El Salvador.

Géneros	Especies	Número de especímenes	Frecuencia Relativa (%)
<i>Neotheronia</i>	<i>concolor</i> Krieger	3	2.24
	<i>mellosa</i> (Cresson)	31	23.13
	<i>tacubaya</i> (Cresson)	16	11.94
	<i>lizzae</i> Gauld	1	0.75
	<i>charli</i> Gauld	6	4.48
	<i>montezuma</i> (Cresson)	5	3.73
	<i>lineata</i> (fabricius)	1	0.75
<i>Dolichomitus</i>	<i>zonatus</i> (Cresson)	2	1.49
<i>Tromatobia</i>	<i>blancoi</i> Gauld	11	8.21
<i>Xanthopimpla</i>	<i>aurita</i> Krieger	7	5.22
<i>Acrotaphus</i>	<i>tibialis</i> (Cameron)	3	2.24
<i>Hymenoepimecis</i>	<i>tedfordi</i> Gauld	7	5.22
<i>Polysphincta</i>	<i>gutfreundi</i> Gauld	11	8.21
	<i>sp. 1</i>	4	2.99
<i>Pimpla</i>	<i>croceipes</i> Cresson	2	1.49
	<i>caeruleata</i> Cresson	14	10.45
	<i>sumichrasti</i> Cresson	2	1.49
<i>Clistopyga</i>	<i>henryi</i> Gauld	3	2.24
<i>Scambus</i>	<i>monroi sp.n.</i> Gauld	4	2.99
<i>Zaglyptus</i>	<i>simonis</i> (Marshall)	1	0.75
<b>Total</b>		<b>134</b>	<b>100</b>

*Neotheronia*, *Pimpla* y *Polysphincta*, fueron los géneros con mayor número de especies identificadas, 6, 3 y 2 respectivamente. *Neotheronia*, *Pimpla*, *Polysphincta* y *Tromatobia*, fueron los géneros con mayor número de frecuencias (47.02, 13.43, 11.19 y 8.21 respectivamente); totalizando más del 79.85% del material recolectado. En cuanto a *Clistopyga*, *Dolichomitus*, *Zaglyptus*, *Acrotaphus*, *Xanthopimpla*, *Hymenoepimecis* y *Scambus* alcanzaron un 20.15 % en forma combinada (Cuadro 4).

Se coincide con Gauld *et al.* (1998 y 2002), en que *Neotheronia* y *Pimpla* son los géneros con mayor número de especies recolectadas, pero se iguala con el segundo en cuanto al número de *Polysphincta* (2).

Dada la importancia del presente estudio, se describirá el papel ecológico de cada género encontrado, tomando en cuenta, no solo su abundancia, sino también su presencia, para dilucidar su posible utilidad como especies indicadoras de calidad de sitio. Si no se conoce su papel, se trató de encontrar la o las explicaciones probables que explicaran algún fenómeno observado, que pudiera generar otras investigaciones futuras que desvirtúen o avalen lo expresado.

Las especies de *Neotheronia* (A-2), según Gauld *et al.* (1998 y 2002), son parasitoides idiobiontes primarios de pupas o prepupas de Lepidoptera (raramente de otros insectos holometábolos) y/o parasitoides secundarios de Ichneumonidae o Tachinidae que son parasitoides de tales hospederos.

Fitton *et al.* (1988), dicen que *Pimpla* (A-3) es un género grande, representado en todas las regiones continentales, excepto en Australia, con más de 15 especies. Es parasitoides de pupas de Lepidoptera, especialmente de las subfamilias Geometridae y Noctuidae; que se hospedan en hojarasca (condición común de los cafetales), sobre el suelo, etc. Aunque Gauld *et al.* 1998, agregan que las pupas también se encuentran en musgo, hojas enrolladas y en vegetación herbácea. Por el potencial de parasitismo que presenta este género, obtuvo un 13.43% de frecuencia en las cuatro fincas (Cuadro 4), recolectando un total de 10 ejemplares, sobresaliendo *P. caeruleata* con 6 especímenes (Cuadro 5).

Gauld *et al.* (2002), establecen que *Polysphincta* (A-4), es un género Holártico y Neotropical moderadamente grande; que comprende alrededor de 30 especies descritas mundialmente. Hasta la fecha no se conoce el hospedero de las especies de América tropical, pero en Norteamérica y Europa las especies de *Polysphincta*, son parasitoides de arañas

constructoras de telas orbiculares; para El Salvador se han encontrado dos especies, una de las cuales parece no estar descrita.

Gauld *et al.* (1998 y 2002), señalan que *Tromatobia* (A-5), es un género Holártico y Neotropical moderadamente grande, que está representado en América, al Sur de los Estados Unidos; con alrededor de 20 especies, la mitad de las cuales no están descritas. Las especies de este género, son depredadores gregarios de sacos de seda, con huevos de arañas completamente expuestos, especialmente aquellos de Aracnidae.

Lo anterior, coincide con lo encontrado en el presente estudio, puesto que, en el material recolectado, se encontraron varias familias de arañas en forma abundante, que refleja en alguna medida, la diversidad de este grupo en las fincas estudiadas

#### *Clistopyga* (A-6).

Gauld *et al.* (1998 y 2002), comentan que es un género de tamaño moderado, representado por pocas especies, en la mayoría de las áreas continentales del mundo; excepto en Australia. Su bio-ecología no está totalmente estudiada; sin embargo, se sospecha que son parasitoides de arañas, dado que existen evidencias al respecto; por lo que estudios biológicos más detallados serían extremadamente valiosos.

#### *Dolichomitus* (A-7).

Gauld *et al.* (1998 y 2002) y Silva Loffredo (2012) señalan que es un género Holártico y Neotropical muy grande, que comprende alrededor de 60 especies descritas. Ninguna de las especies de América tropical ha sido criada (no se conoce el hospedero); pero en la región Holártica son parasitoides de hospederos que barrenan madera muerta (Cerambycidae, Curculionidae, Scolytidae, Melandryidae, Xiphydryiidae y Sesiidae).

#### *Zaglyptus* (A-8).

Gauld *et al.* (1998 y 2002), establecen que es un género cosmopolita moderadamente pequeño, que está representado en América tropical, por cuatro especies descritas y quizás, dos ó tres sin describir. Los miembros de este género, están asociados con arañas que protegen a sus huevos, y se desarrollan como ectoparasitoides idiobiontes gregarios, de tales arañas o como depredadores de sus huevos.

*Acrotaphus* (A-9).

Gauld *et al.* (1998 y 2002), comentan que es un género americano moderadamente pequeño; que comprende alrededor de 20 especies en la cuenca del Caribe, Centro y Sur América; y una sola especie en el sur este de los Estados Unidos. Los hospederos de ese género, son arañas tejedoras de telas orbiculares; de las familias Araneidae y Tetragnathidae.

*Xanthopimpla* (A-10).

Gauld *et al.* (1998), señalan que es un género tropicopolita, extremadamente grande, con más de 300 especies descritas; en alrededor de 20 grupos de especies distintivas. En los trópicos del Nuevo Mundo, *Xanthopimpla* está representado por menos de 10 especies estrechamente interrelacionadas. Sus miembros son endoparasitoides primarios, de una variedad de pupas de Lepidoptera, incluyendo aquellas ocultas en tallos y hojas enrolladas, pero detalles sobre la biología de la mayoría de especies, todavía tienen que ser dilucidados.

*Hymenoepimecis* (A-11).

Gauld *et al.* (1998 y 2002) y Gauld & Dubois (2006), apuntan que es un pequeño género neotropical, que comprende alrededor de una docena de especies, principalmente en el sur de Centro y Sur América, aún cuando una especie se encuentra en Cuba. Son parasitoides de arañas constructoras de telas orbiculares, de las familias Araneidae y Tetragnathidae.

*Scambus* (A-12).

Gauld *et al.* (1998 y 2002), dicen que es un género bastante grande, representado en todas las regiones, excepto en Australia; aunque parece ser más rico en especies en la región Holártica. En el Nuevo Mundo está representado por casi 35 especies descritas, muchas de las cuales se encuentran en México y Norte América. Las especies son ectoparasitoides idiobiontes, de estados inmaduros de insectos holometábolos; ocultos en tejido vegetal o hiperparasitoides facultativos, de los parasitoides primarios de tales hospederos. En la región templada, varias especies han sido criadas de Diptera, MicroLepidoptera, Coleoptera y Symphyta, minadores de hojas, frutos y tallos, que viven en agallas o escondidas en botones florales. Dos especies han sido criadas en Costa Rica a partir de agallas de tallo de especies de *Eutreta* (Tephritidae), sobre hierbas.

A continuación, se tratarán las especies de cada género encontrado, comenzando desde la más abundante, observando lo dicho ya para los géneros, con relación a que si no se conoce su papel ecológico, se ofrecerá una explicación basada en supuestos, que deberán ser corroborados o avaladas por investigaciones futuras.

#### *Neotheronia.*

*N. mellosa* (Cresson), representa el 23.13% del total de los ejemplares recolectados (Cuadro 5). Su predominancia, citando a Gauld *et al.* (1998), es porque prefieren sitios desde 0-1,800 m.s.n.m.; alterados por actividad humana; y por ello, se coincide con lo anterior, puesto que, aunque se trate de cafetales no certificados o certificados, hay actividad humana, que pudiera alterar dichos ecosistemas (podas, fertilizaciones, cosecha, aplicación de plaguicidas, entre otras). Por otro lado, había abundancia de Lepidoptera e Ichneumonidae en las fincas en estudio, lo cual también pudo influir en su presencia.

*N. tacubaya* (Cresson), obtuvo el 11.94% del total de especímenes identificados (Cuadro 5). Según Gauld (1991), citado por Silva Loffredo (2012), Gauld *et al.* (1998 y 2002); la mayoría de ejemplares de estas especies, generalmente son recolectados en sitios perturbados por el ser humano, en tierras bajas; de 0-1000 m.s.n.m. Ha sido criada de Sphingidae y Saturniidae. En Guatemala y Costa Rica se reporta como hiperparasitoide de Ichneumonidae y Tachinidae; que atacan a Lepidoptera grandes. En El Salvador, se ha criado como hiperparasitoide de Ichneumonidae, parasitando pupas de Arctiidae.

Este género es predominantemente Neotropical, que comprende alrededor de 70 especies descritas en el Nuevo Mundo; una de las cuales se encuentran en los Estados Unidos de América y los restantes son tropicales (Gauld *et al.* 2002).

De nuevo, pareciera que se repite la misma historia con lo expresado para *N. mellosa*, lo cual explicaría el porqué de la presencia y abundancia de *N. tacubaya*.

*N. montezuma* (Cresson): representa el 3.73% del total de los individuos recolectados (Cuadro 3), y Gauld *et al.* (2002), señalan que esta especie ha sido criada a partir de pupas de *Acharia* sp. (Lepidoptera: Lymacodidae); en Costa Rica. Sin embargo, no se observaron larvas de dicha familia en el presente estudio (lo que no quiere decir que estuvieran ausentes), por lo que pareciera que podría estar asociada también a otros Lepidoptera y como en el caso de los anteriores, prefiera sitios alterados por actividad humana.

*N. concolor* Krieger: representa el 2.24% del total de especies (Cuadro 5). Gauld *et al.* (2002) señalan que esta especie se encuentra en sitios más elevados, que otras especies del mismo género (> 1,300 m.s.n.m.) y ha sido recuperada de pupas de Lepidoptera. Sin embargo, posiblemente sea un Hiperparasitoide. Es posible que su presencia se deba, a las razones ya expuestas anteriormente; pero, su abundancia a lo mejor sea limitada, principalmente por el piso altitudinal, lo que se verá más adelante.

*N. charli* Gauld: posee un 4.48%, del total de ejemplares recolectados (Cuadro 5). Gauld *et al.* (1998 y 2002), no comunican nada sobre el papel ecológico de esta especie; pero, podría también asociarse a la presencia del Orden Lepidoptera. Es común en cafetales arriba de 1,500 m.s.n.m., de ahí que el número de ejemplares capturados sea bajo en el presente estudio.

*N. lizae* Gauld: representa el 0.75%, de las especies identificadas (Cuadro 5). Gauld *et al.* (1998 y 2002), tampoco indican sobre la ecología de esta especie, pero, podría adjudicarse la misma probable explicación que en el caso de *N. charli*.

*N. lineata* (Fabricius): representa el 0.75%, de las especies encontradas (Cuadro 5). Gauld *et al.* (1988 y 2002), indican muy poco sobre su bio-ecología, por lo que podría presentarse la misma explicación realizada a *N. charli*.

#### *Pimpla.*

*Pimpla caeruleata* Cresson: representa el 10.45% de las especies recolectadas (Cuadro 5). Gauld *et al.* (1998 y 2002), dan a conocer que es una especie mesoamericana ampliamente distribuida y para El Salvador, es uno de los Pimplinae comúnmente encontrados en casi todos los hábitats, todos los meses; especialmente en cafetales: por encima de los 1,600 m.s.n.m. Sin embargo, no ofrecen ningún aporte sobre la Bio-ecología de esta especie, por lo que se podría asumir que su papel está dentro de las del género *per se*, ignorando a la fecha, si ya se conoce al respecto.

*Pimpla croceipes* Cresson: obtuvo 1.49% de las especies encontradas (Cuadro 5). Gauld *et al.* (2002), indican que esta especie se encuentra desde el sur de México hasta Panamá; la mayoría entre los 800 y 1,600 m.s.n.m.; pero rara vez debajo de los 600 y arriba de los 1,600. En El Salvador es muy comúnmente recolectada en cafetales durante todo el año. En cuanto a la bio-ecología, se tiene la misma situación que para *P. caeruleata*.

*Pimpla sumichrasti* Cresson: comprendió el 1.49% de las especies recolectadas (Cuadro 5). Gauld *et al.* (1998 y 2002), señalan que esta especie, se encuentra desde el sur de México hasta Panamá; especialmente en bosques secos y hábitats alterados. En El Salvador, es comúnmente encontrada todos los meses en cafetales abiertos; especialmente aquellos por debajo de los 1,000 m.s.n.m. La bio-ecología no se documenta, asumiendo la situación de *P. caeruleata*.

#### *Polysphincta*

*Polysphincta gutfreundi* Gauld: representa el 8.21% de las especies reconocidas (Cuadro 5). Gauld *et al.* (2002), notifican que esta especie se encuentra desde El Salvador hasta Costa Rica; rara, pero ocasionalmente recolectada en café, por debajo de los 1,200 m.s.n.m. Gauld *et al.* (1998), informan que en Costa Rica se crió esta especie a partir de *Cyclosa* (Araneidae). Esto último, sugiere que atacan arañas, y que, su mayor o menor presencia, también puede deberse a este aspecto, tal como lo señala el papel que desempeña el género. Lo anterior se comprueba por la presencia de arañas, en las fincas en estudio; siendo más notable en la finca San Antonio Amatepec.

*Polysphincta* sp. 1: representó el 2.99% de las especies estudiadas (Cuadro 5). Gauld *et al.* (2002), documenta que para El Salvador, una sola hembra fue recolectada en Ataco, Ahuachapán, a 800 m.s.n.m. No se sabe de su bio-ecología; pero, se asume que podría atacar arañas también; pudiendo afectar su presencia en las fincas en donde se encontró.

Esta especie, a la fecha no ha sido descrita (el Dr. Ian Gauld falleció en 2010), y el curador de la colección de Hymenoptera, del Museo Británico de Historia Natural en Londres, Inglaterra; Dr. Gavin Broad (comunicación personal), informa que esta especie está en manos del Dr. Ilari E. Sääksjärvi (Curador en Jefe del Museo de Zoología, Universidad de Turku, Finlandia), quien la está describiendo.

#### *Dolichomitus*

*Dolichomitus zonatus* (Cresson): representa al 1.49% de las especies obtenidas (Cuadro 5). Gauld *et al.* (1998 y 2002), señalan que esta especie está ampliamente distribuida desde el sur de México hasta Panamá y posiblemente, más al sur; comúnmente recolectada en El Salvador, en cafetales y en una variedad de hábitats desde 1,000 a 1,450 m.s.n.m.

Su bio-ecología no es indicada; sin embargo, se puede asumir que son parasitoides de insectos hospederos, que barrenan madera muerta, según el papel del género. Quizás la razón de su baja presencia, se deba a que no hubo árboles muertos en las fincas.

#### *Tromatobia.*

*Tromatobia blancoi* Gauld: tiene el 8.21% de las especies recolectadas (Cuadro 5). Gauld *et al.* (1998 y 2002), comentan que esta especie se encuentra ampliamente distribuida, desde El Salvador hasta Costa Rica. En El Salvador, ha sido recolectada en una amplia variedad de fincas de café; desde los 800 a 1,500 m.s.n.m. Gauld *et al.* (1998) apunta que en este último país, adultos de esta especie se criaron a partir de sacos de *Gasteracantha cancriformis* (Araneidae) y de *Mastophora* sp. (Araneidae). Tal información, podría sugerir el papel de dicha especie, y su presencia se deba a la abundancia de arañas para las fincas certificadas y en menor medida en fincas convencionales; las cuales estaban presentes en las fincas estudiadas en la presente investigación.

#### *Xanthopimpla.*

*Xanthopimpla aurita* Krieger: alcanzó el 5.22% de las especies encontradas (Cuadro 5). Gauld *et al.* (1998 y 2002), señalan que esta especie está ampliamente distribuida por toda América tropical, desde el sur de México hasta el norte de Argentina. En El Salvador, es común todos los meses en cafetales arriba de los 1,500 m.s.n.m. Gauld *et al.* (1998), señalan que en Costa Rica, ha sido criada de una pupa de un Noctuidae (Lepidoptera). En el presente estudio, se obtuvieron varios especímenes de diferentes familias de Lepidoptera, por lo que su presencia en las fincas en estudio, pudieran atraer la presencia de *X. aurita*. No se sabe sobre su potencial, como controlador biológico de Lepidoptera plagas de cultivos.

#### *Acrotaphus.*

*Acrotaphus tibialis* (Cameron): esta especie abarcó un 2.24% de las especies tratadas (Cuadro 5). Gauld *et al.* (1998 y 2002), reportan que esta especie es Mesoamericana, ampliamente distribuida, desde el sur de México hasta Panamá. En El Salvador, individuos aislados han sido recolectados en café, entre los 800 y 1,400 m.s.n.m.

No se menciona nada sobre la bio-ecología de esta especie; sin embargo, podría ser un parasitoide de arañas, tal como se describe en el género. Su aparición, puede deberse a que en las fincas en estudio había presencia de arañas.

### *Hymenoepimecis.*

*Hymenoepimecis tedfordi* Gauld: esta especie comprendió el 5.22% de las especies identificadas (Cuadro 5). Gauld *et al.* (1998 y 2002), apuntan que es una especie que se distribuye desde El Salvador hasta Costa Rica; es moderadamente común y es recolectada, en cafetales bajo sombra, por encima de los 1,000 m.s.n.m, con individuos ocasionalmente presentes en bosque a 1,900 m.s.n.m. Gauld *et al.* (1998), indican que en Costa Rica, se documenta como parasitoide de *Leucage mariana* (Tetragnathidae).

Su bio-ecología no es mencionada; sin embargo de acuerdo al género, podría ser parasitoides de arañas, que, como ya se mencionó, eran notorias en las fincas muestreadas.

### *Clistopyga.*

*Clistopyga henryi* Gauld: representa el 2.24% de las especies recolectadas (Cuadro 5). Gauld *et al.* (1998 y 2002), indican que esta especie está ampliamente distribuida, desde El Salvador hasta Costa Rica; muy raramente recolectada, pero, encontrada todos los meses del año en cafetales a casi 800 m.s.n.m.

No se publica la bio-ecología de dicha especie; pero, en cuanto al género, se tiene evidencia de que son parasitoides de arañas, lo que explicaría su presencia en las fincas estudiadas, en donde se detectaron arañas.

### *Scambus.*

*Scambus monroi* sp. n.: representa el 2.99% de las especies identificadas (Cuadro 5). Gauld *et al.* (2002), señalan a esta especie como nueva para la ciencia y que se desconoce a la fecha su bio-ecología. Por el momento señalan, que esta especie se encuentra únicamente en El Salvador, en cafetales y bosques nativos, entre los 1,000 y 2,000 m.s.n.m.

Al parecer, podrían ser ectoparasitoides idiobiontes, de insectos Holometabola ocultos en tejido vegetal, o hiperparasitoides facultativos de sus parasitoides primarios. Gauld *et al.* (1998 y 2002), mencionan, que dos especies de este género se criaron de agallas producidas por Tephritidae (Diptera). La presencia de Diptera, Coleoptera y algunos MicroLepidoptera, fue detectada en las muestras provenientes de las fincas en estudio; de los cuales, algunas especies se comportan como minadores o agalladores de tejido, lo que explicaría su presencia.

*Zaglyptus*.

*Zaglyptus simonis* (Marshall): abarca 0.75% del total de especies recolectadas (Cuadro 5). Gauld *et al.* (1998 y 2002), dan a conocer que está ampliamente distribuida desde el sur de México hasta Venezuela. En El Salvador, se encuentra, en cafetales bajo sombra y bosques entre los 800 a 1,450 m.s.n.m. Su bio-ecología, aparentemente no está estudiada; pero, de acuerdo al género, podrían ser ectoparasitoides de arañas que protegen a sus huevos, o como depredadores de estos. Gauld *et al.* (1998), menciona que esta especie también se encuentra en hábitats alterados. Por lo que, su presencia en las fincas estudiadas, podría deberse a la presencia de arañas y a que, los cafetales son perturbados constantemente por actividades humanas, sin importar si son certificados o no.

### 4.3. Diversidad de Pimplinae en Fincas certificadas de café.

Por el hecho de que se estudiaron dos fincas certificadas en el presente estudio, ambas serán analizadas como una sola, para facilitar la interpretación de resultados; apoyándose en que este grupo de avispas no son nativas de tales hábitats (Gauld *et al.* 2002) y son más diversas entre los 200 y 1,600 m.s.n.m. (Gauld *et al.* 1997). Entre las fincas San Antonio Amatepec y San Silvestre se totalizaron 68 especímenes de Pimplinae (32 y 36 respectivamente), pertenecientes a 11 géneros (Figura 14).

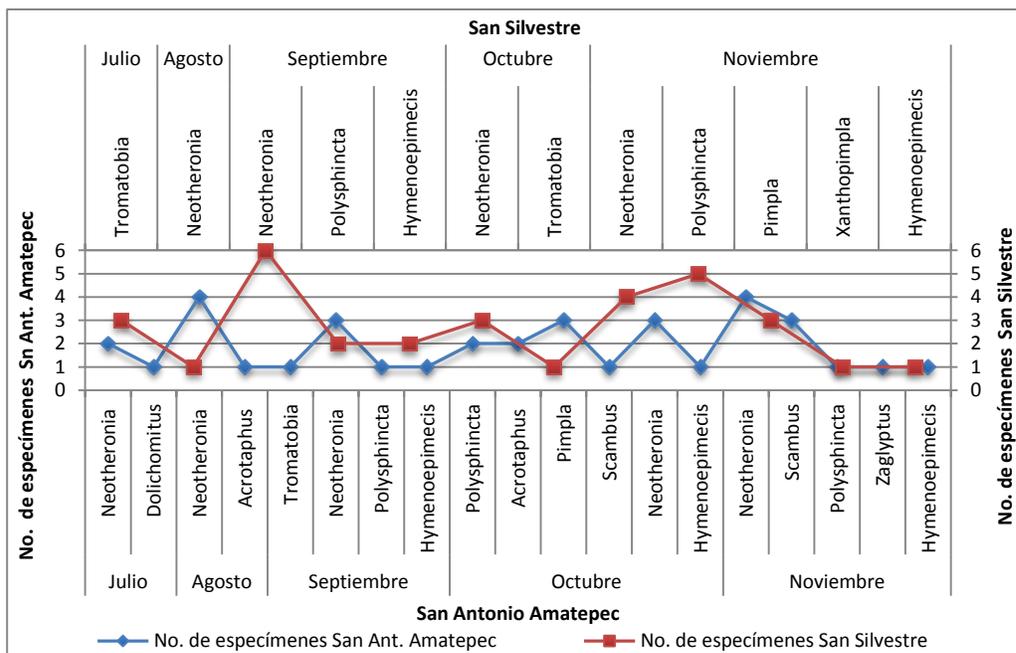


Figura 14. Géneros recolectados en la Finca San Antonio Amatepec y San Silvestre en el periodo Julio-Noviembre 2012.

A continuación se estudia cada género encontrado, tomando como base la Figura 14:

El género más sobresaliente en ambas fincas fue *Neotheronia*, con un total de 30 especímenes (finca San Antonio Amatepec con 16 y la finca San Silvestre con 14); el cual estuvo presente en todos los meses de recolección. Sin embargo, en la finca San Silvestre, no se recolectó este género en julio; debido probablemente, a que solamente dos trampas completaron el mes de recolecta, pues una fue hurtada y se substituyó una semana después; funcionando en el campo, solo 21 días. En agosto y noviembre se alcanzaron los picos más altos (4), en la finca San Antonio Amatepec. En la finca San Silvestre en septiembre (6) y noviembre (4), teniendo una fuerte similitud en los meses en que se presentaron dichos picos.

A pesar de que se tratan de fincas certificadas (2 años), no están exentas de actividades humanas; pues hay labores agronómicas que se aplican a los árboles de sombra (podas) y al cultivo (podas, fertilizaciones, deshijes, recolección de frutos, chapodas, aplicación de plaguicidas, encajuelado, entre otras). También, dentro de la entomofauna recolectada, habían diferentes taxa de Lepidoptera; de cuyas pupas son parasitoides los miembros de este género, lo cual pudiera explicar, la mayor abundancia o presencia del género, tal como lo expuesto por Gauld *et al.* 1998.

*Polysphincta*: en la finca San Antonio Amatepec, se detectó en septiembre, octubre y noviembre (4 individuos), con un pico de dos insectos en octubre. En la finca San Silvestre, este género se registró en septiembre y noviembre, con 7 especímenes; con un pico máximo de 5 en noviembre. No se entiende hasta el momento, por qué no se registró en octubre; lo que se tratará de deducir más adelante. No se tiene registrado un hospedero específico, pero según Gauld *et al.* 2002, está asociado con arañas; lo que concuerda con las observaciones realizadas, pues como se dijo antes, era evidente la presencia de arañas en ambas fincas.

*Hymenoepimecis*, se registró en tres meses: septiembre, octubre y noviembre; en la finca San Antonio Amatepec, con un individuo por mes; mientras que en la finca San Silvestre, aparece en septiembre con dos individuos, y noviembre con uno. Su apareamiento en ambas fincas, puede deberse a la presencia de arañas que tejen telas; puesto que era evidente su presencia y a veces dificultaba el desplazamiento por el cafetal. Lo anterior era más evidente en la finca San Antonio, lo antes expuesto, coincide con lo expresado por Gauld *et al.* (1998 y 2002) y Gauld & Dubois (2006).

*Pimpla*, aparece en octubre, con tres especímenes en la finca San Antonio Amatepec. En la finca San Silvestre, se registró en noviembre con tres especímenes. No se entiende por qué se aparece solo un mes en cada finca, por lo que habrá que deducir más adelante el porqué de esta particularidad. El principal hospedero de este género, son pupas de Lepidoptera según Fitton *et al.* (1988), cuya presencia (adultos), ya se mencionó anteriormente, por lo que se coincide con lo expuesto por dichos autores.

*Tromatobia*, se registra con cuatro ejemplares en julio y octubre; cuyo pico máximo (3), corresponde a julio para la finca San Silvestre. En la finca San Antonio Amatepec, solo se reporta un individuo en septiembre. Nuevamente, no se puede explicar por qué la diferencia de apareamiento en ambas fincas, ni porqué solo en esos meses; por lo que se tratará más adelante de vislumbrar el factor, o factores que podrían influenciar este fenómeno. Este género, oviposita en sacos de seda con huevos de araña expuestos; de acuerdo a Gauld *et al.* (1998 y 2002). Ya se explicó anteriormente, que hubo presencia de arañas en ambas fincas, por lo que se supone que la presencia esté influenciada por este hecho; sin embargo no se registró en los demás meses en San Antonio Amatepec.

A continuación, se detallan los géneros que solo aparecieron en una finca, no entendiendo el porqué de dicha diferencia; sin embargo, será considerada su presencia como si se tratara de una sola finca certificada, para facilitar la discusión de los resultados, a fin de detectar si algunos géneros y especies, podrían ser considerados como especies indicadoras, lo cual, deberá ser corroborado o desvirtuado con futuras investigaciones que abarquen más fincas de café en El Salvador.

*Acrotaphus*, solo se registró en la finca San Antonio Amatepec en agosto y octubre; encontrando la mayor cantidad en octubre (2). Al igual que *Hymenoepimecis*, este género está asociado con arañas tejedoras de tela, de acuerdo con lo expresado por Gauld *et al.* (1998 y 2000); que como ya se dijo eran abundantes en esta finca, coincidiendo los resultados con dicha publicación, para explicar su presencia; pero no se entiende por qué solo se registró en dichos meses y por qué no se recolectó en la finca San Silvestre, en donde se detectó una menor presencia de arañas, lo que requerirá un análisis de las posibles causas de este efecto más adelante.

*Scambus*, se recolectó en octubre y noviembre, con cuatro especímenes en la finca San Antonio Amatepec, siendo su mayor presencia en noviembre con tres individuos. Este género, tiene la particularidad de parasitar a ciertos insectos holometábolos, de acuerdo a

Gauld *et al.* (1998 y 2002). En las trampas “Malaise” se capturaron insectos pertenecientes a diferentes órdenes (Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Hymenoptera.), lo que concuerda con Gauld *et al.*; sin embargo, también se detectaron Órdenes Holometábolos en la finca San Silvestre, más no *Scambus*, no entendiendo porqué su presencia en una finca y la ausencia en la otra, en tales meses.

*Dolichomitus*, fue encontrado un espécimen en julio en la finca San Antonio Amatepec. Ninguna de las especies de América tropical ha sido criada; sin embargo, parece que en la región Holártica son parasitoides de insectos que barrenan madera muerta, particularmente de Cerambycidae, hecho señalado por Gauld *et al.* (1998 y 2002). Por ser esta una finca bajo sombra, existe una diversidad de árboles plantados para este fin; pero, habían pocos troncos de árboles muertos, lo que se traduciría en pocos hospederos y poca población de parasitoides; de aplicarse lo reportado por tales autores a la región Neotropical; a pesar de esto, no se explica porque solo se registró en un mes de muestreo y solo en esta finca, a pesar que la finca San Silvestre está bajo sombra también.

*Zaglyptus*, se detectó un solo espécimen en noviembre, en la finca San Antonio Amatepec. Este género está asociado con arañas que protegen sus huevos, según lo mencionan Gauld *et al.* (1998 y 2002). La presencia de arañas era más evidente en esta finca que en la San Silvestre, lo que podría explicar el porqué de la presencia de este parásitoide, de acuerdo con lo mencionado por dichos autores. Sin embargo, se tendrá que analizar en detalle, otros posibles factores, que incidieron para que aparecieran solo un mes en dicha finca; y porque razón no sé encontró en La San Silvestre. Por otro lado, no se sabe si su presencia se mantuvo en los meses posteriores en San Antonio Amatepec.

*Xanthopimpla*, se registró sólo un espécimen en noviembre, en la finca San Silvestre. Dicho género está asociado a pupas de Lepidoptera, según lo descrito por Gauld *et al.* (2002). En ambas fincas aparecieron especímenes de Lepidoptera en el material recolectado; lo que podría explicar la presencia de esta especie con lo expresado por tales autores. A pesar de ello, no se puede explicar en este momento, porqué se registró en un solo mes y por qué no en la finca San Antonio Amatepec, a pesar de la presencia del Orden Lepidoptera.

Siempre, en las mismas fincas San Antonio Amatepec y San Silvestre, se identificaron 14 y 8 especies respectivamente (Figura 15 y 16), cuya presencia/ausencia (iniciando con las especies que tienen en común), se analizó tomando en cuenta la precipitación y aplicaciones

de plaguicidas (Cuadro 2); así como la actividad humana, como factores que pudieron influenciar en alguna forma dicha situación.

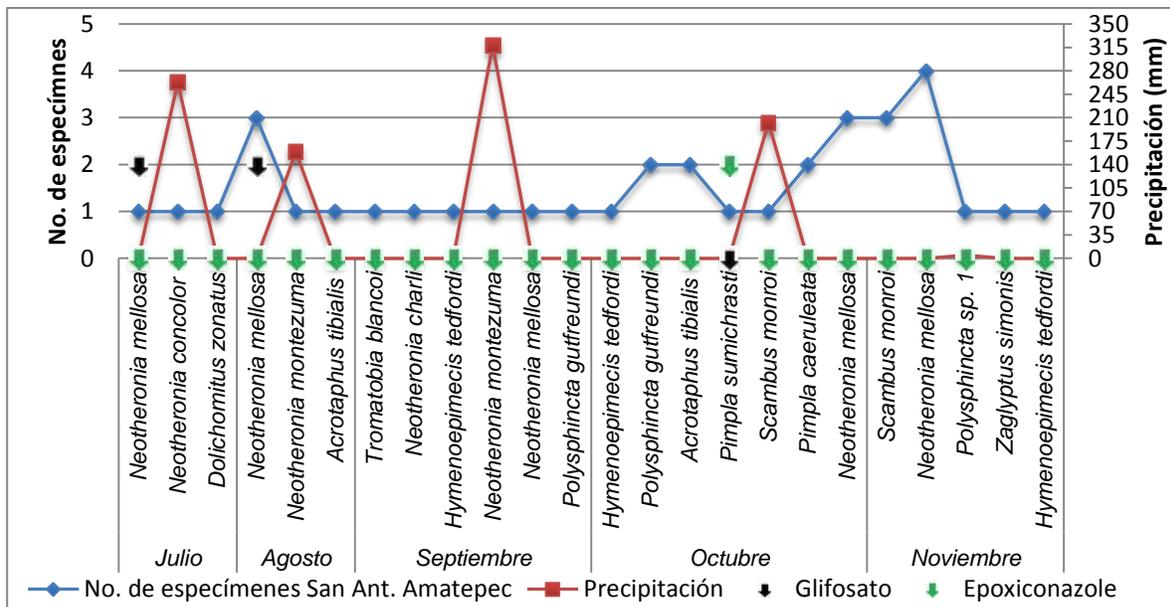


Figura 15. Especies recolectadas mensualmente en la Finca San Antonio Amatepec, periodo Julio-Noviembre 2012.

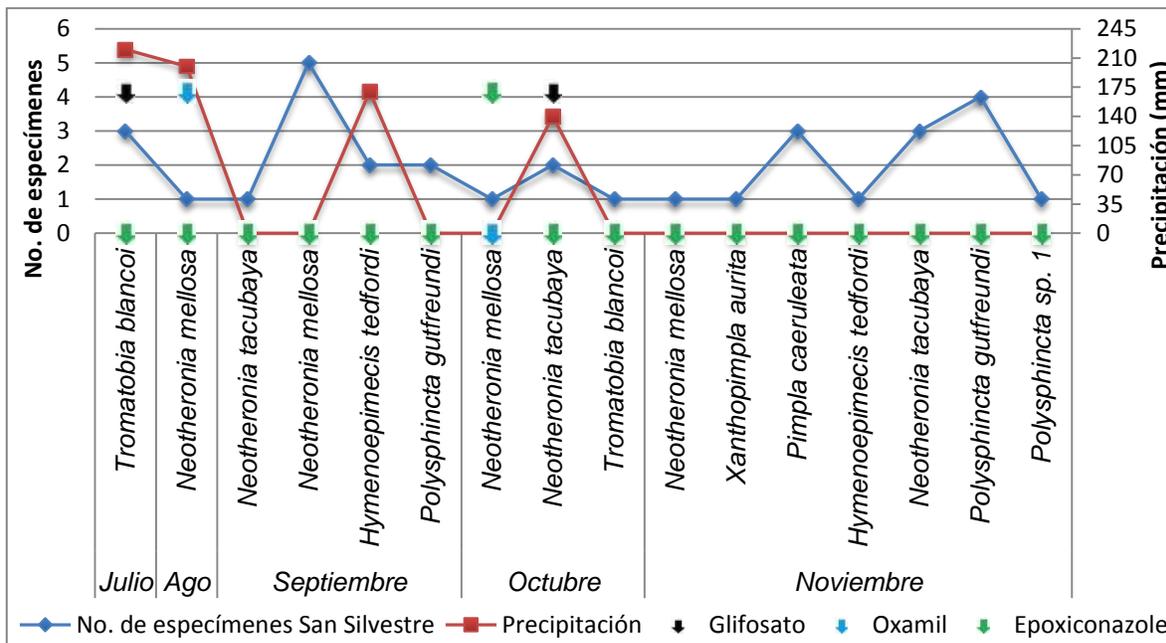


Figura 16. Especies recolectadas en finca San Silvestre, periodo julio-noviembre 2012.

*Neotheronia mellosa* Cresson, fue la especie más abundante en las dos fincas (20 especímenes en total), lo que significa que, a pesar de todo, siempre existen ciertas alteraciones al medio que favorecen su presencia; ya sea, por las aplicaciones de plaguicidas, la corta de café (Noviembre), prácticas agronómicas, entre otras actividades. Sin embargo, al observar el comportamiento de *N. mellosa* en la finca San Antonio Amatepec y San Silvestre con respecto a la precipitación (Figura 15 y 16), se tuvo una mayor cantidad de lluvia en la primera finca (948 mm.) y un poco menos en la segunda (730 mm.), pudiendo tener un efecto sobre dicha especie, no permitiendo una mayor población, a lo cual se suma el hecho de que en ambas fincas se aplicó el herbicida glifosato, el fungicida epoxiconazole y solo se reportó el uso del insecticida-nematicida-acaricida Oxamil en la finca San Silvestre (Cuadro 2).

Glifosato, pudo afectar la una mayor presencia poblacional de *Neotheronia*, indirectamente de la siguiente manera: la eliminación de malezas que sirven de refugio y alimento a Lepidoptera y sus respectivos parasitoides, los cuales, a su vez, son los hospederos de dicha especie, con lo cual los niveles poblacionales de todos los actores decayeron en consecuencia. Lo anterior, se reafirma con lo encontrado por Jackson y Pitre 2004, quienes señalan que aplicaciones de Glifosato no perjudican a las plagas ni a los insectos benéficos; además, en forma directa no se tiene registro, puesto que el glifosato, se cataloga como inofensivo para *Trichogramma evanescens* (Hymenoptera), que es parasitoide de huevos de Lepidoptera, según lo señalan El Sebai y El Tawil (2012).

Epoxiconazole, aunque no está formulado para afectar a insectos ni malezas, por el simple hecho del ingreso de personas, sumado al hecho que, para su aplicación se deben asperjar a las plantas de café, solo por esta perturbación, la entomofauna presente pudo migrar a otras zonas, mientras pasaba el efecto del producto (residualidad), lo cual, se aceleraba con las lluvias; por otro lado, no se puede descartar que los olores de dicho producto, pudieran haber afectado también el desplazamiento de todos los insectos.

Oxamil, obviamente, afectó a toda la entomofauna, pero solo en septiembre y al igual que en los productos anteriores, la lluvia pudo haber disminuido su efecto en el tiempo (residualidad) y, de ahí, que se incremente la población de *Neotheronia*.

Con la desaparición de las aplicaciones de plaguicidas, la presencia de personas y, la disminución de la precipitación, pareciera que se puede reconfirmar el efecto negativo de tales perturbaciones sobre la especie en cuestión, puesto que, en la finca San Antonio

Amatepec, para octubre y noviembre, vuelve a aumentar la población de *N. mellosa*; sin embargo, en la finca San Silvestre, pareciera que no es la misma situación, lo cual, es debido a que en octubre se hizo una aplicación de Epoxiconazole, sin la cual, se hubiera observado el mismo efecto que para la finca San Antonio Amatepec.

También, se debe tomar en cuenta, que las cortas de café se iniciaron en noviembre en ambas fincas, lo que sin duda, habrá tenido un impacto, que favoreció el incremento poblacional de la especie en cuestión, ya que tolera las perturbaciones humanas, según lo señalan Gauld *et al.* 1998 y 2002. Otro factor a tomar en cuenta que pudo haber incidido en la recolección de especies en la finca San Silvestre, fue el robo de dos trampas, la primera cuatro días después de colocada y la otra 15 días después en el mes de julio, a esto hay que agregarle el periodo de reposición de dichas trampas que fue de una semana.

*Polysphincta gutfreundi* Gauld, se recolectó en dos meses, diferentes en ambas fincas. Nuevamente pareciera que se cumplen las condicionantes que pudieran afectar la presencia de esta especie por las alteraciones al medio ya señaladas para *N. mellosa*. Pero, esta especie, se sugiere que ataca a arañas (Gauld *et al.* 1998), por lo que merece otro tipo de análisis.

Los herbicidas pudieron no tener un efecto directo sobre las arañas, coincidiendo con Bell *et al.* (2002), quienes no observaron efectos significativos indirectos, de un formulado comercial de glifosato sobre estas comunidades. Por otro lado, también se podría atribuir que el efecto del herbicida afecta directamente a la vegetación; por consiguiente a la entomofauna presente en ellas y finalmente en la disposición de presas para las arañas, que pudo provocar su disminución poblacional o su ausencia, lo que se refuerza con lo encontrado por Houghton *et al.* (1999); quienes atribuyen los efectos poblacionales sobre las arañas a variaciones microclimáticas y a la estructura de la vegetación, y no a efectos directos del glifosato sobre tales organismos.

Se debe señalar, que el ingreso de personas a los cafetales para aplicar plaguicidas y la corta de café; pudo provocar la destrucción de las telas de araña, con lo que su capacidad de búsqueda se limita; pues de acuerdo a Gauld *et al.* 2002, dicha seda parece atraer a sus parasitoides. Por lo tanto, afecta el desarrollo de su parasitoide, lo que también pudo provocar su desplazamiento a otras zonas. Es de hacer notar, que luego de pasado el efecto de las perturbaciones, esta especie aparece de nuevo.

*Hymenoepimecis tedfordi* Gauld, se recolectó en tres meses en San Antonio Amatepec y en San Silvestre dos meses. De la misma manera que *Polysphincta gutfreundi*, es parasitoide de arañas, por lo que pareciera que en los meses de aplicación del herbicida, no existe presencia del *H. tedfordi*, de tal forma, que se aplica lo ya discutido para *P. gutfreundi*, al tratar de explicar su presencia/ausencia, coincidiendo siempre con lo reportado por Bell *et al.* (2002) y Houghton *et al.* (1999).

Por otro lado, no se observa que las precipitaciones, pudieran ejercer alguna influencia importante, como en el caso de *Neotheronia mellosa*. Pareciera que el efecto ocasionado por la perturbación ejercida por la corta de café, se asemeja al ya realizado para *Polysphincta gutfreundi*.

*Tromatobia blancoi* Gauld, presenta un comportamiento similar a lo ya señalado para *N. mellosa*, para tratar de explicar la presencia/ausencia según las perturbaciones presentadas. Por ser depredador gregario de huevos de araña envueltos en sacos de seda expuestos, sería valedero el análisis ya planteado para *P. gutfreundi* y *H. tedfordi*. Si bien es cierto, en ambas fincas se aprecian los efectos señalados, pareciera que hay una incongruencia con la finca San Silvestre, puesto que, hay una coincidencia en la aplicación de plaguicidas y su presencia en los meses en que se aplicaron. Sin embargo, esto pudiera explicarse si se toma en cuenta que, ante la perturbación causada por la presencia humana y de los productos, en su intento por huir de cada sitio, provocara que se toparan con las trampas. No se entiende, porqué la explicación anterior no se ajusta en la finca San Antonio Amatepec.

*Pimpla caeruleata* Cresson, aparece en ambas fincas solamente en un mes, diferente para cada una de ellas (octubre para San Antonio A; sin embargo, cabe señalar que, se ignora la biología de *P. caeruleata*, por tanto, no se sabe si las perturbaciones por actividad humana le favorecen o no y, principalmente, al desconocimiento de sus hospederos, que se piensa son pupas de Lepidoptera ocultas en hojarasca, musgo, hojas enrolladas en vegetación herbácea o en el suelo. A pesar de lo anterior, el análisis ya mencionado para *N. mellosa*, se ajusta bastante a la especie en cuestión; en relación a los factores que pudieran afectar su presencia/ausencia en las fincas. Además, con la perturbación humana, la aplicación de plaguicidas a la maleza, al cultivo y la corta de café, pudieron incidir a la destrucción de la pupas por el constante pisoteo y en el desplazamiento del parasitoide a zonas menos alteradas. No se observa que la precipitación, juegue un papel fundamental en el comportamiento del parasitoide dentro de la finca. Lo anterior, hace pensar que esta especie es bastante sensible a tales actividades, o que aparezca en la transición estacional.

*Polysphincta sp. 1*, posee un comportamiento similar en las dos fincas, encontrándose un ejemplar en cada una de ellas en el mes de noviembre. Nuevamente, no se tiene información sobre la bio-ecología de esta especie, la cual está, a la fecha, en proceso de descripción; sin embargo, se asume que pudiera ser parasitoides de arañas; tal como lo sugieren para Europa y Norte América Gauld *et al.* 2002. Analizando ambas fincas, se aprecia que hay una coincidencia con el cese de la lluvia y de la aplicación de plaguicidas; sin embargo, en dicho mes, se había iniciado el período de corta de café en ambas fincas; lo que hace pensar, si esta especie es tolerante a las perturbaciones humanas, provocadas por tal actividad o si, definitivamente, su aparición tiene que ver con el cese de lluvia. Sin olvidarse del efecto indirecto de las perturbaciones a sus posibles hospederos, las arañas; con lo que se vuelve válido también, el análisis realizado, a especies que tienen como hospederos a tales artrópodos. Lamentablemente, no se puede establecer su comportamiento a lo largo de todo el año, debido a la duración del presente estudio.

#### **4.3.1. Análisis de las especies de Pimplinae no comunes para las Fincas en estudio.**

Finca San Antonio Amatepec (Figura 15).

*Neotheronia concolor* Krieger, solo apareció en julio, pudiendo ser un factor favorable la altura de la finca (999-1,030 msnm.), lo cual coincide con lo reportado por Gauld *et al.* 2002; sin embargo, no se entiende por qué no apareció en los meses subsiguientes y por qué no apareció en la finca San Silvestre (926-948 msnm.), si las diferencias de altura entre ambas fincas no es marcada; pero si, la diversidad de especies arbóreas, que era mayor en la finca San Antonio Amatepec. Su presencia coincide con un pico de lluvia, pero no parece influenciar su presencia, en los meses restantes; pero, al tomar en cuenta otros factores como las aplicaciones de Glifosato, que, como ya se explicó para *N. mellosa*, pudieron afectar a esta especie, por la eliminación de malezas que le sirven de refugio y alimento, al igual que a los Lepidoptera y sus respectivos parasitoides, los cuales, a su vez, son los hospederos de dicha especie, con lo cual los niveles poblacionales de todos los actores decayeron en consecuencia; lo que coincide con lo encontrado por Jackson y Pitre 2004 b y El Sebai y El Tawil (2012).

La aplicación de Epoxiconazole, se analiza de manera similar que para *N. mellosa*. Epoxiconazole, aunque no está formulado para afectar a insectos ni malezas, por el simple hecho del ingreso de personas, sumado al hecho que, para su aplicación se deben asperjar las plantas de café, solo, por esta perturbación, la entomofauna presente pudo migrar a otras

zonas, mientras pasaba el efecto del producto (residualidad), lo cual, se aceleraba con las lluvias; por otro lado, no se puede descartar que los olores de dicho producto, pudieran haber afectado también el desplazamiento de todos los insectos.

Adicionalmente, pudiera esta especie, ser catalogada como muy sensible a las actividades humanas, o a otros factores; no contemplados en el presente estudio. Supuestos que pudieran explicarse, cuando se conozca su bio-ecología. Otro factor interesante, que no puede ser comprobado también, es si su hospedero está disponible y expuesto solo durante este tiempo.

*Neotheronia charli* Gauld, se recolectó solo en septiembre. Su presencia coincide con el pico de lluvia para esta finca (318 mm.), lo que hace pensar que esta especie soporta precipitaciones altas; igual estaría ante precipitaciones bajas, como la reportada para la finca San Silvestre en el mismo mes (170 mm.). El análisis para explicar el porqué de su presencia en esta finca, al igual que el efecto de los factores que pudieron incidir al respecto, es concordante con lo ya escrito para *N. concolor* y con el calificativo de especie muy sensible.

*Neotheronia montezuma* (Cresson), esta especie se recolectó en agosto-septiembre y la lluvia pareció no ser un factor limitante para ella. Nuevamente, es válido aplicar el mismo análisis que hizo para *N. concolor*, para tratar de explicar su presencia/ausencia; pero, Gauld *et al.* 2002, señalan que para Costa Rica, esta especie ha sido criada a partir de pupas de Limacodidae (Lepidoptera) y se encontró un estudio interesante realizado en México por Pacheco-Flores *et al.* 2006, sobre Limacodidae en café, y, a partir de sus observaciones, sugieren que los adultos de Limacodidae depositan las oviposturas en el envés de las hojas del cafeto, las larvas consumen el follaje en los meses de julio a octubre y posteriormente forman colonias de celdas o “agallas” en sus cortezas. Dicho reporte podría sugerir que la aparición de *N. montezuma* en esta finca y el porqué de su presencia solo en dichos meses, pudo deberse a la presencia de Limacodidae; sin embargo, no se detectó a dicho Lepidoptera, por no ser sujeto de estudio. Adicionalmente, la aplicación de Epoxiconazole en el follaje de café, pudo haber tenido un efecto perturbador en dichas orugas. Por qué no apareció esta especie en la finca San Silvestre, solo puede atribuirse a la utilización de oxamil a la realización de dos aplicaciones de glifosato, a otros factores no contemplados en el presente estudio y al desconocimiento de la bio-ecología de dicha especie.

*Pimpla sumichrasti* Cresson, solo se recolectó en octubre y, al parecer, la lluvia no fue un factor limitante para esta especie. A pesar de que prefiere cafetales por debajo de los 1000

msnm (50-700) (Gauld *et al.* 2002), solo se capturó en la finca San Antonio Amatepec (Figura 14), quizás debido al hecho de que esta finca, este por arriba de la altura registrada para esta especie, y también por la razón de que prefiere cafetales abiertos, como lo señalan los autores mencionados arriba. De nuevo, es valedero aplicar el razonamiento utilizado para *N. mellosa*; para explicar la presencia/ausencia de *P. sumichrasti* en ambas fincas, con relación a los plaguicidas. Por otro lado, su predilección por sitios alterados (Gauld *et al.* 1998), pareciera incongruente, lo que se puede explicar, ya que se realizan una serie de actividades agronómicas y de manejo en ambas fincas, que pueden favorecer su presencia. A pesar de lo anterior, no se explica por qué no apareció en la finca San Silvestre, a pesar de tener condiciones de labores y manejo similares; difiriendo solo en época de aplicación de glifosato en esta finca y ya se explicó, como pudo afectar esta situación.

*Acrotaphus tibialis*, se recolectó en agosto y octubre, coincidiendo ambos meses con una tendencia de la lluvia a disminuir. Las alteraciones al medio que pudieran afectar a esta especie, son similares a las ya señaladas para *N. mellosa*; sin embargo, por el hecho de ser parasitoide de arañas; también se aplica el análisis realizado a *P. gutfreundi*, en relación a estos artrópodos. Ya se había explicado que, aunque las arañas no eran sujetas a estudio en este trabajo, era más evidente encontrarlas en esta finca y con mucha menos frecuencia en la finca San Silvestre, por lo que se podría atribuir a este factor, la no presencia de esta especie en dicha finca. *A. tibialis* se encuentra a alturas que van desde los 800-1400 msnm. A pesar de esto, no se encontró en la finca San Silvestre, siendo probable que este parasitoide prefiera sitios arriba de los 1,000 msnm.

*Scambus monroi* sp., se recolectó en octubre y noviembre, con una y tres especímenes respectivamente. Pareciera que tiene similar comportamiento a *Neotheronia mellosa*, con relación a la precipitación; también es probable que la aplicación de Epoxiconazole no, afecte su presencia/ausencia; sin embargo, pareciera que Glifosato influenció de alguna manera su presencia/ausencia; siendo valedera la misma explicación, dada para el caso de *N. mellosa*; en cuanto a los efectos sobre las malezas y a sus hospederos. Es posible que sea una especie, que aparece en la transición de la época lluviosa a la seca; pero, por ser una especie nueva, no se conoce por completo su bio-ecología. Así mismo, no se puede establecer el efecto causado por los humanos en las cortas de café, sobre su presencia en los meses posteriores. La presencia en la finca San Antonio Amatepec, puede deberse también a que esta especie, prefiere sitios arriba de los 1000 msnm., tal como lo señalan Gauld *et al.* 2002; lo que pudiera explicar su poca presencia en esta finca, y su ausencia en

la finca San Silvestre. Cabe mencionar que la diferencia altitudinal es poca entre ambas fincas.

*Zaglyptus simonis* (Marshall) (Figura 15), se encontró en noviembre con un espécimen; pareciera que hay una relación entre la baja precipitación y su apareamiento. Por el hecho de que el género es parasitoide de arañas y depredador de sus huevos, es valioso el análisis hecho sobre los efectos de los plaguicidas sobre la misma especie, sus hospederos y las presas de esas, aplicado a *P. gutfreundi*. Las perturbaciones humanas causadas durante la corta de café, que inició en noviembre, pareciera que favorecen su presencia, coincidiendo con Gauld *et al.* 1998, al señalar su distribución en hábitats alterados, pero no se sabe que comportamiento tuvo en los meses posteriores. Además, cabe la posibilidad que sea una especie de la transición lluviosa-seca; sin embargo, muy poco se conoce de su bioecología y Gauld *et al.* 2002, la registra entre los 800-1450 msnm; aunque ya se mencionó que la diferencia de altura no es marcada entre fincas, no se explica que ocasiono que en la finca San Silvestre no se encontrara. Sin embargo, hay que destacar que la presencia de arañas en dicha finca era menor, pudiendo ser este factor el limitante de su presencia.

*Dolichomitus zonatus* (Cresson), esta especie solo apareció en julio, con un espécimen. El porqué de su no aparición en los meses siguientes del estudio, podría deberse a la poca presencia de madera muerta, dentro de la finca San Antonio Amatepec, lo cual implicaba poca presencia de los hospederos reportados para el género, que son Coleoptera que barrenan dicho tipo de madera, con lo que se coincide con Gauld *et al.* 1998 y 2002. Puesto que se desconoce la biología de esta especie, no se puede ofrecer otra explicación sobre su fugaz aparición, ni si hay otros factores ajenos a este estudio, que afectaron su comportamiento, puesto que ni la precipitación, los plaguicidas y las perturbaciones humanas; parecieron no afectar a esta especie. Gauld *et al.* 2002, la registra entre los 1000-1450 msnm., alturas que posee esta finca; además, mencionan que es una especie común en cafetales y que es frecuente encontrar a Pimplinae machos en trampas Malaise; sin embargo no sucedió así en el presente estudio. La diferencia de altura entre esta finca y la San Silvestre, es muy poca como para afirmar que es un factor limitante para su presencia; pero, si lo es, el hecho de que en la finca San Silvestre, no se evidenciaba madera muerta, principalmente, por el hecho de que se tiene problemas con el robo de madera y leña, por las comunidades circunvecinas a esta finca.

### **Finca San Silvestre** (Figura 16).

*Neotheronia tacubaya* (Cresson), estuvo presente en septiembre, octubre y noviembre con uno, dos y tres especímenes respectivamente. De nuevo, pareciera que posee similar comportamiento que *N. mellosa* en cuanto a la precipitación, las aplicaciones de plaguicidas y las perturbaciones causadas por las actividades agronómicas y de corta de café, por lo que se ajusta perfectamente el mismo análisis realizado para tal especie.

Esta especie ha sido raramente recolectada en cafetales, según lo menciona Gauld *et al.* 2002, pero, los bosques de cafetal son abundantes en El Salvador y los Pimplinae en general, aunque no sean residentes de dichos bosques, se han adaptado a las condiciones de los mismos. Sin embargo, no se entiende por qué no se registró esta especie en la finca San Antonio Amatepec, aun teniendo las mismas perturbaciones, por actividades agronómicas, de corta de café y el uso de plaguicidas.

*Xanthopimpla aurita* Krieger, se recolectó en noviembre un ejemplar. Esta especie, podría tratarse como de la transición lluviosa-seca o, podría ajustarse perfectamente al análisis aplicado al uso de plaguicidas y sus efectos sobre sus hospederos y malezas; así como por las perturbaciones ocasionadas por actividades agronómicas y de corta de café. Se encontró una discrepancia con Gauld *et al.* 2002, pues registran a esta especie en cafetales arriba de los 1500 msnm., y la presente finca está por debajo de dicha altura; claro está, quizás sea esta la razón de su pobre presencia; sin embargo la finca San Antonio Amatepec, se encuentra también a una altura menor a la ya señalada, pero mayor que la de la San Silvestre y no se entiende por qué no se recolectó en ella, haciendo pensar, que hay otros factores que no fueron contemplados en el presente estudio.

#### **4.4. Diversidad de Pimplinae en fincas convencionales.**

Por el hecho, de que también se estudiaron dos fincas convencionales en el presente estudio, ambas serán analizadas como una sola, para facilitar la interpretación de resultados.

En la finca La Concha, se recolectaron 7 géneros con 48 especímenes de Pimplinae y en la finca San Clemente 5 géneros con 18 especímenes de Pimplinae (Figura 17).

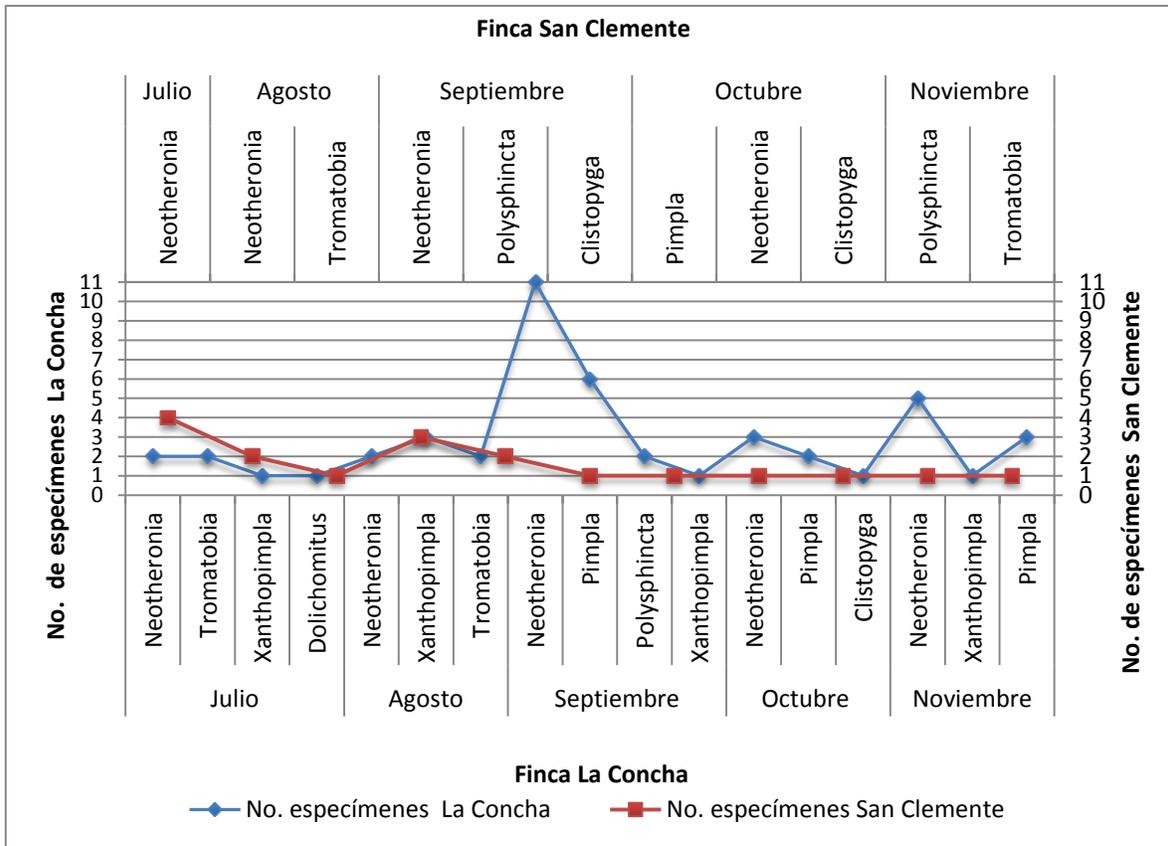


Figura 17. Géneros Pimplinae recolectados en la Finca San Clemente y La Concha en el periodo Julio-Noviembre 2012.

Cada género encontrado será analizado a continuación.

El género más sobresaliente en ambas fincas fue *Neotheronia*, con un total de 33 especímenes (Finca La Concha con 23 y la Finca San Clemente con 10), el cual estuvo presente en todos los meses de recolección; sin embargo, en la finca San Clemente no se recolectó este género en noviembre. Cabe señalar que en la finca La Concha fue hurtada una trampa dos días después de instalada, sustituyéndose una semana después, debido a que tomó ese tiempo el manufacturar otra, por lo que estuvo funcionando solo 21 días en campo durante dicho mes. En septiembre (11) y noviembre (5), se alcanzaron los picos más altos en la finca La Concha; en la finca San Clemente se alcanzaron en julio (4) y septiembre (3). Se puede apreciar una marcada diferencia entre los picos de recolección entre ambas fincas. Esto pudo deberse, a que son fincas convencionales, donde no existe restricción en cuanto al uso y frecuencia de aplicación de plaguicidas que las fincas certificadas. Las otras actividades perturbadoras son prácticas agronómicas, que se aplican a los árboles de sombra (podas), al cultivo (podas, fertilizaciones, recolección de frutos, chapodas,

encajuelado, entre otras), además de las actividades comunes realizadas independientemente si se trata de fincas certificadas o no.

Cabe mencionar que dentro de la entomofauna recolectada por las trampas, en ambas fincas, se detectaron diferentes taxa de insectos, entre ellos Lepidoptera, de cuyas pupas son parasitoides los miembros de este género de avispas; lo que pudiera explicar la mayor abundancia o presencia del mismo, tal como lo han expuesto Gauld *et al.* 1998.

*Pimpla* aparece en septiembre, octubre y noviembre, con seis, dos y tres especímenes respectivamente en la finca La Concha. En la finca San Clemente se registró en octubre con un espécimen. No se entiende por qué aparece solo un mes en esta última finca, ni la fluctuación observada en la finca La Concha; por lo que habrá que deducir más adelante el porqué de esta particularidad. Los principales hospederos de este género, son pupas de Lepidoptera según Fitton *et al.* (1988), cuya presencia (adultos), pudo favorecer a este género, tal como lo han señalado dichos autores.

*Xanthopimpla*, se registró en casi todos los meses, excepto octubre, en la finca La Concha, en donde el pico más alto se alcanzó en agosto (3) y los demás con un espécimen. Dicho género es parasitoide de pupas de Lepidoptera, según lo menciona Gauld *et al.* (2002). A pesar que en ambas fincas era evidente la presencia de este orden en el material recolectado, no se puede explicar en este momento, porqué su ausencia en la finca San Clemente, a pesar de la presencia de Lepidoptera. Por otro lado, es curioso que este género solo se reportara una vez en noviembre en la finca San Silvestre, por lo que será interesante, dilucidar más adelante esta incongruencia.

*Tromatobia*: se recolectaron cuatro ejemplares en la finca La Concha en julio (2) y agosto (2). En la finca San Clemente, solo se reportan dos individuos, en agosto (1) y noviembre (1). No se puede explicar por qué la diferencia de aparecimiento entre ambas fincas o por qué no aparecieron en otros meses, por lo que se tratará más adelante de vislumbrar el factor o factores que podrían influenciar este fenómeno. Este género oviposita en sacos de seda con huevos de araña expuestos, de acuerdo a Gauld *et al.* (1998 y 2002), y en los muestreos se detectó presencia de arañas en ambas fincas, aunque no muy marcada, como en las certificadas, por lo que se supone que la presencia de este género esté influenciada por este hecho.

*Polysphincta*: en la finca La Concha se detectaron dos individuos en septiembre. En la finca San Clemente, este género se registró en septiembre y noviembre con dos y un espécimen, no entendiendo hasta el momento por qué no se registró en octubre y noviembre para la primera y solo octubre para la última; sin embargo hay que denotar que concuerdan en el primer mes de captura; además, su apareamiento también concuerda con las fincas certificadas. No se tiene registrado un hospedero específico en América tropical; pero, las especies son parasitoides de arañas en Norte América y Europa, según lo mencionan Gauld *et al.* 2002; por lo que también, es posible que su presencia en las fincas en estudio se relacione con la presencia de arañas en ambas fincas. La presencia de ese género en las cuatro fincas, hace suponer que no sea afectada por las perturbaciones o que, en dichas fechas haya más presencia de sus hospederos y de alimento.

*Clistopyga*: solo se identificó un espécimen para octubre en la finca La Concha y dos especímenes en septiembre (1) y octubre (1) en la finca San Clemente. Más adelante se tratará de explicar, que factores afectaron su ausencia en septiembre en la finca La Concha y porqué solo dos meses en la otra finca. Este género es parasitoide de arañas, según Gauld *et al.* 2002, por lo que, se piensa que su presencia se relacione con tales artrópodos.

*Dolichomitus*: solo se reporta un ejemplar en julio para la finca La Concha. Este género no tiene un huésped definido; sin embargo, parece que existe la posibilidad de que sea parasitoide de insectos que barrenan madera muerta, hecho señalado por Gauld *et al.* (1998 y 2002). Por ser esta una finca bajo sombra, existe una diversidad de árboles plantados para este fin, pero, había pocos troncos de árboles muertos, por lo que este factor pudo incidir en su baja presencia; a pesar de esto, no se explica porque solo se registró en un mes de muestreo y solo en esta finca, a pesar que la San Clemente está bajo sombra también.

Siempre, en las mismas fincas La Concha (Figura 18) y San Clemente (Figura 19), se identificaron 16 especies para la primera y nueve especies para la segunda, cuya presencia/ausencia, se analizó, iniciando con las especies que tienen en común, tomando en cuenta la precipitación, las aplicaciones de plaguicidas (Cuadro 3) y la actividad humana, como factores que pudieron influenciar en alguna forma dicha situación.

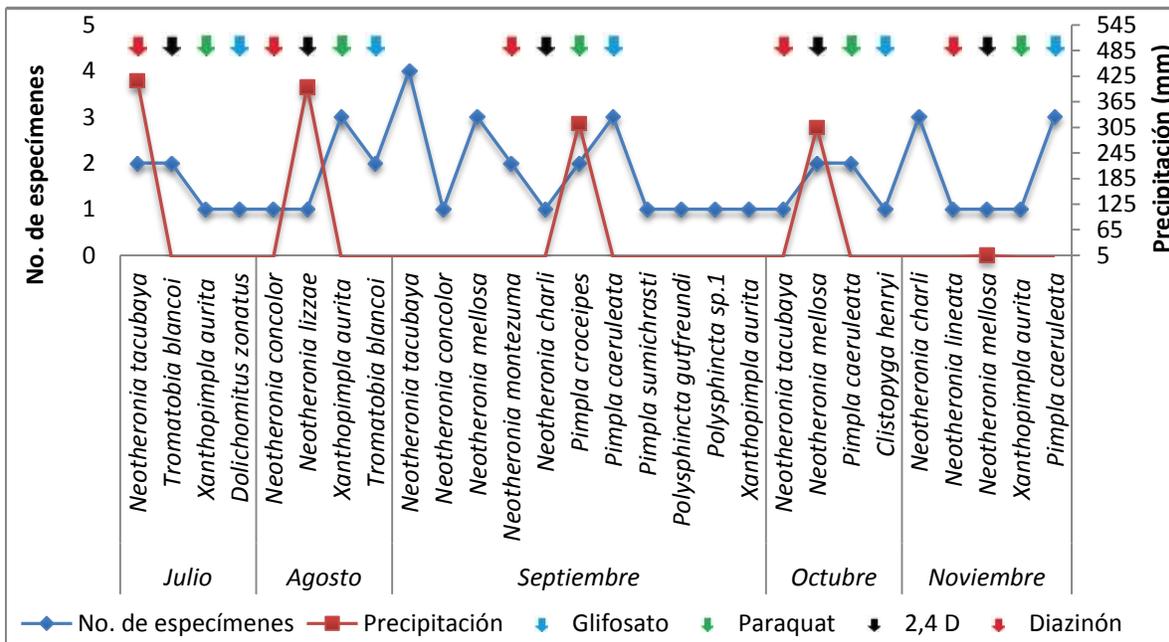


Figura 18. Especies de Pimplinae recolectadas en la Finca La Concha, periodo Julio-Noviembre 2012.

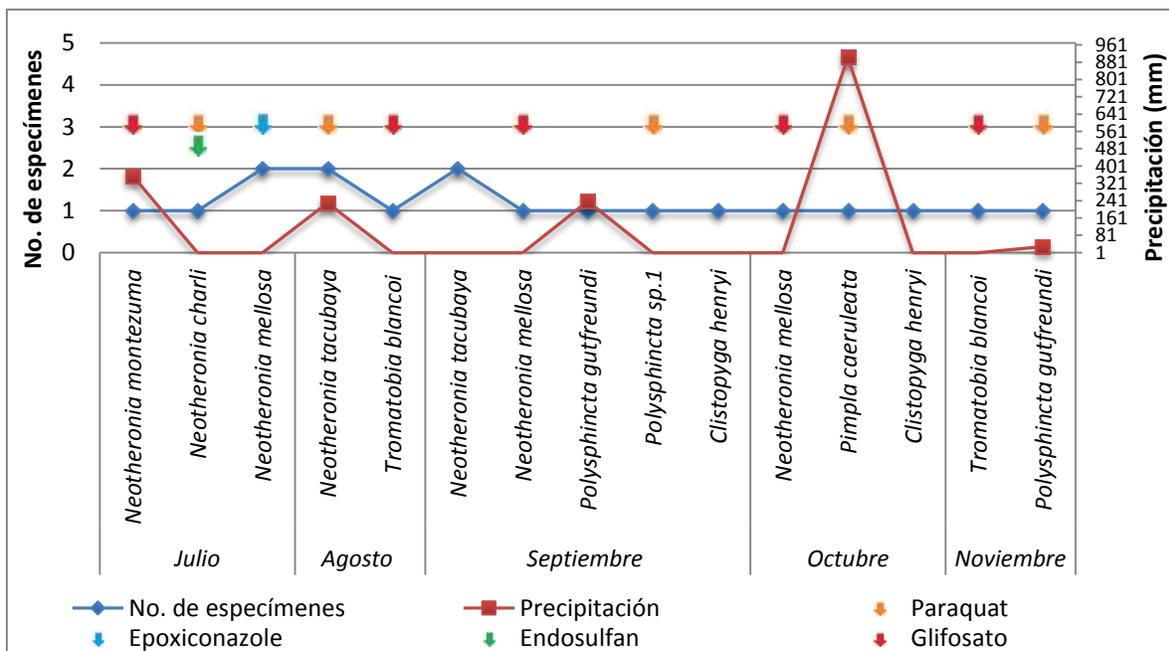


Figura 19. Especies de Pimplinae recolectadas en la Finca San Clemente, periodo Julio-Noviembre 2012.

La posición de las flechas en cada gráfica, no tiene ningún significado, solamente indican cuales productos fueron empleados en cada mes.

*Neotheronia tacubaya* (Cresson): fue la especie del género *Neotheronia* más abundante en las dos fincas, seis en la Concha y cuatro en la San Clemente, apareciendo en Julio, septiembre y octubre en la primera finca y en agosto, septiembre en la segunda.

Con respecto a la precipitación en la primera finca, se tuvo una menor precipitación, pero con niveles más estables (1,439 mm), pero mayor cantidad de lluvia en la segunda finca (1,756 mm.), pero con una distribución más variables en esta última. No se puede descartar algún efecto sobre dicha especie, puesto que los niveles poblacionales fueron bajos, como ya se estableció anteriormente. Ahora bien, habrá que determinar la influencia de otros factores que, además de la lluvia, pudieron afectar tales niveles poblacionales.

Las aplicaciones de plaguicida, se realizaron desde julio a noviembre en ambas fincas, las cuales no están restringidas en cuanto al tipo de ingrediente activo a utilizar; sin embargo cada finca aplicó diferentes plaguicidas, como se detalla a continuación. Finca La Concha: insecticida-acaricida Diazinón, herbicida Paraquat, herbicida Glifosato, herbicida 2,4 D y para la finca San Clemente: herbicida Paraquat, fungicida Epoxiconazole, herbicida Glifosato; insecticida-acaricida, Endosulfán (Cuadro 3)

Epoxiconazole, técnicamente no está formulado para afectar a insectos ni malezas; de manera directa, pero, debido al hecho de que ingresó personal para aplicarlo en el cultivo, se provocó una perturbación, que pudo manifestarse con la emigración de *N. tacubaya* y de sus hospederos hacia otros sitios, causando que los niveles poblacionales fueran bajos.

Diazinón y Endosulfán, ambos con actividad de contacto y estomacal; por tanto, pudieron afectar directamente a toda la entomofauna, disminuyendo la población de *N. tacubaya* y la de sus hospederos Lepidoptera; sin embargo pese a ello, siguió apareciendo para la finca La Concha, donde las aplicaciones de diazinón fueron todos los meses y la residualidad del producto pudo provocar que ciertos meses no apareciera *N. tacubaya*; caso contrario, en la finca San Clemente, donde Endosulfán se aplicó solo en julio, lo que implicó que no se registrara en dicho mes, surgiendo el parasitoide en agosto y septiembre. No se explica que factores incidieron para que no se registrara en los meses posteriores. Es probable que las altas precipitaciones de octubre pudieran tener un efecto sobre ella; sumado a ello, las perturbaciones humanas provocadas durante la aplicación de dichos productos.

Glifosato, Paraquat y 2,4 D, no pueden afectar a la entomofauna de manera directa; sin embargo, la eliminación de malezas genera la pérdida del hábitat y alimento para los

Lepidoptera hospederos de *N. tacubaya*, causando un efecto directo sobre esta especie, al reducir el número de hospederos disponibles para la reproducción; provocando una baja en sus niveles poblacionales. Es posible, que también esta especie se vea afectada por la eliminación de malezas que las proveen de néctar. Cabe mencionar que las aplicaciones de estos productos se realizaron todos los meses en que se llevó a cabo el estudio. Lo antes expuesto provocó, adicionalmente, perturbaciones a causa del ingreso de personal, encargado de las aplicaciones de tales productos; que pudo dar como resultado el traslado de la entomofauna a zonas menos afectadas.

También, se debe tomar en cuenta, que las cortas de café se iniciaron en octubre-noviembre en ambas fincas; a pesar de ello, *N. tacubaya* apareció solo en la finca La Concha en octubre. Sin embargo parece ser una especie que tolera hábitats perturbados, según lo señalan Gauld *et al.* 1998 y 2002. Al respecto, parece haber una incongruencia con lo expresado por dichos autores, pues, no se especifica que es un hábitat perturbado, ni el tipo de perturbaciones; pero, las actividades humanas y las cantidades de personal durante el desarrollo de tal actividad, pudieron causar la migración a otras zonas, tanto de este Pimplinae, como la de sus hospederos; mientras se terminaba dicha actividad, cosa que no se puede demostrar, ya que no se tomaron datos en los meses siguientes. Es posible que existan otras causales para explicar lo anteriormente expuesto, y que no se tomaron en cuenta en el presente estudio; además, la poca o nula disponibilidad de la bio-ecología del parasitoide, es un factor limitante para poder explicar su comportamiento en meses posteriores.

*Neotheronia mellosa* Cresson, fue la segunda especie más abundante en ambas fincas. Al analizar los factores que pudieron tener algún efecto en la población de esta especie, en la figura 5 y 6, primeramente, no se observa que la precipitación tenga una marcada influencia sobre su presencia/ausencia en ambas fincas; sin embargo, es probable que otros factores pudieran afectar su dinámica a través del periodo de muestreo.

La ausencia de *N. mellosa* en julio y agosto en la finca La Concha y agosto, noviembre en la finca San Clemente, puede atribuirse a la aplicación de plaguicidas, por lo que sería válido realizar un análisis igual al realizado *N. tacubaya*, para ambas fincas, pudiendo de esta forma explicar esos comportamientos, durante el estudio.

Cabe señalar que *N. mellosa*, pareciera ser más susceptible a las aplicaciones de plaguicidas que *N. tacubaya*, a pesar de que ambas se encuentran en hábitats perturbados

en tierras bajas, según lo señalan Gauld *et al.* 2002. Sin embargo, los resultados obtenidos en el presente estudio, parecieran sugerir la veracidad de dicha suposición. Por otro lado, si bien es cierta que la presencia de *N. mellosa*, difiere en cuanto a la primera aparición en ambas fincas (Figura 18 y Figura 19), el efecto atribuido a los factores en estudio, es similar o, se pueden atribuir a la posibilidad que existan otros factores que no se tomaron en cuenta en este estudio.

En lo que respecta al inicio de la corta del café en ambas fincas y las perturbaciones inherentes a dicha actividad, merece el mismo análisis realizado para *N. tacubaya*.

*Tromatobia blancoi* Gauld, se presentó en julio y agosto con dos especímenes en la finca La Concha; mientras que en la finca San Clemente en agosto y noviembre con uno. Pareciera que al analizar las precipitaciones, estas no interfirieron con su presencia/ausencia en ambas fincas. Se debe señalar que merece un análisis similar al realizado sobre el efecto de los plaguicidas para *N. tacubaya*, en relación al efecto que estos puedan ocasionar a sus hospederos y a ella misma; sin embargo, por ser parasitoide de sacos de seda con huevos de arañas; merece un análisis adicional, con respecto al daño provocado a las telarañas, por la constante intervención dentro de dichas fincas (aplicaciones de plaguicidas, fertilización, podas, etc.), lo que pudo ocasionar una reducción o eliminación de estos artrópodos en ambas fincas; y por consiguiente, una disminución en la población de *T. blancoi*, puesto que, al no encontrar a sus hospederos, es de suponer que emigraba a otras zonas en busca de ellos.

En la finca La Concha y San Clemente, las perturbaciones humanas que conlleva la corta de café, pudieron ocasionar que no se registrara en dichos meses, debido a la destrucción de las telas de araña, con lo que, su capacidad de búsqueda se limita, pues de acuerdo a Gauld *et al.* 2002, dicha seda parece atraer a sus parasitoides.

Por otro lado, de seguro existen factores adicionales no contemplados durante el estudio, que de cierta forma pudieran explicar el comportamiento de esa especie en ambas fincas, y por el desconocimiento de la bio-ecología de dicha especie de avispa.

*Polysphincta gutfreundi* Gauld, se recolectó un espécimen en la finca La Concha, en septiembre y dos en la finca San Clemente en septiembre y noviembre respectivamente. Al analizar el apareamiento de dicha especie en ambas fincas, se observa que coinciden en septiembre. Al observar el comportamiento de la lluvia, pareciera que no tienen un efecto

sobre dicho parasitoide para la finca La Concha; pero, en la finca San Clemente se registró una alta precipitación (904 mm) en octubre, lo que pudo haber ocasionado su ausencia en dicho mes. Con respecto a las aplicaciones de plaguicidas en ambas fincas, se ajusta el mismo análisis hecho para *T. blancoi*, sobre el efecto.

Cabe la posibilidad que existan factores ajenos al estudio, que incidiera en la presencia/ausencia de dicha especie; así también, se desconoce el comportamiento en meses posteriores y se necesita estudiar más esta especie, para conocer sobre su bio-ecología.

En relación a la perturbación por la corta de café, se ajusta al análisis realizado a *Tromatobia blanco*.

*Pimpla caeruleata* Cresson, aparece en septiembre, octubre y noviembre, con tres, dos y tres individuos respectivamente en la finca La Concha; en la finca San Clemente, se registró en octubre un espécimen. Pareciera que la precipitación no ejerce alguna influencia en su presencia/ausencia en ambas fincas. Con relación a la aplicación de plaguicidas, se puede aplicar el mismo análisis ya realizado para *N. tacubaya* para ambas fincas; para explicar su baja presencia o ausencia. Cabe señalar que dicho factor, pudo causar más efecto, debido a que *P. caeruleata*, prefiere pupas de Lepidoptera, ocultas en hojarasca, musgo, hojas enrolladas de vegetación herbácea o en suelo, como lo mencionan Gauld *et al.* 2002.

La corta de café, no pareció afectar la presencia de este parasitoide en la finca La Concha; caso contrario se observó en la finca San Clemente, pues solo se registró en octubre, por lo que cabe la posibilidad que en esta finca pudo ser un factor clave para su ausencia; sumado a la aplicación de plaguicidas; por otro lado, esta especie se registra arriba de los 1600 msnm, según lo mencionan Gauld *et al.* 2002, pero, la altura de ambas fincas rondaba entre los 800-900 msnm, por lo que pareciera que este factor pudo tener algún efecto en los bajos niveles poblacionales de tal especie.

Gauld *et al.* 2002, mencionan que es una especie común en casi todo los tipos de hábitats, especialmente en cafetales y que se registran todos los meses; pero, su captura a través del presente estudio, fue estable en la finca La Concha y más errática en finca San Clemente; lo cual pudo deberse a la suma factores ya mencionados, lo cual provocó su ausencia en dichos meses en ambas fincas; pero no se conoce su comportamiento en meses posteriores, de tal manera que es necesario seguir investigando su bio-ecología. También, cabe la

probabilidad que sea una especie que surge en septiembre, debido a la abundancia o presencia de su hospedero y de fuentes de alimento (néctar).

*Clistopyga henryi* Gauld, se registró un espécimen en octubre para la finca La Concha y septiembre y octubre con un espécimen en cada mes en la finca San Clemente. Nuevamente, pareciera que las lluvias no afectaron la presencia/ausencia de esta especie.

El análisis de las aplicaciones de plaguicidas, concuerda con el ya realizado para *Neotheronia tacubaya*; sin embargo, por ser parasitoide de arañas y de sus huevos, también se ajusta con el ya realizado para *Tromatobia blancoi* y *Polysphincta gutfreundi*; para responder la ausencia del parasitoide en los meses de muestreo por el efecto causado por los plaguicidas.

En relación a la perturbación por la corta de café, se ajusta al análisis realizado a *Tromatobia blancoi*.

Es probable que existan factores que no se contemplaron en el presente estudio, los cuales pudieron ejercer alguna influencia en el comportamiento de esta especie, así como también el no disponer de mayores datos de su bio-ecología, para tener una mejor visión de su comportamiento a través del año.

*Neotheronia charli* Gauld, apareció en septiembre y noviembre en la finca La Concha, con uno y tres especímenes respectivamente y uno en julio para la finca San Clemente.

Al analizar la dinámica de *N. charli*, en relación a la precipitación, pareciera que en la finca La Concha, tiene cierta tendencia a aumentar con respecto a la disminución de las lluvias, por otro lado la finca San Clemente no refleja esa tendencia.

Es una especie que se encuentra todos los meses de acuerdo a Gauld *et al.* 2002, pero, al observar el comportamiento de la especie y los diferentes meses en los que se registró en ambas fincas, no se concuerda con lo planteado por los autores; sin embargo, pareciera que el efecto ocasionado por la perturbación al momento de la aplicación y el uso de plaguicidas, pudo ser la causa de la ausencia en los otros meses; en que se realizó el presente estudio en ambas fincas, por lo que se ajusta al análisis hecho para *Neotheronia tacubaya*.

Llama poderosamente la atención, que en la finca La Concha, dicha especie se incrementó a tres individuos recolectados en noviembre, en donde bajaron las precipitaciones y estaba en apogeo las cortas de café con todas las perturbaciones derivadas de tal actividad; por lo que

se podría asumir que es tolerante o atraída por tales perturbaciones. Cabe mencionar que en la finca San Clemente fue más errática la presencia del parasitoide, pues solo apareció en julio, por lo que es probable que otros factores hayan incidido en su ausencia en los meses posteriores; al igual que su ausencia en otros meses en la finca La Concha. Sumado a lo anterior, se tiene la limitate de desconocer la bio-ecología de dicha especie, lo que podría ayudar a responder las interrogantes planteadas.

*Neotheronia montezuma* (Cresson), se registró en septiembre con dos especímenes en la finca La Concha y en la finca San Clemente con un espécimen en julio. Pareciera que la precipitación no ejerció efecto sobre la población de esta especie durante el periodo de muestreo. Con relación al efecto ocasionado por la aplicación de plaguicidas, se ajusta al ya realizado para *Neotheronia tacubaya*, lo que explicaría su ausencia en los meses de muestreo en ambas fincas. Nuevamente, se aplica lo ya antes señalado en México por Pacheco-Flores *et al.* 2006. Dicho reporte coincide con la aparición de *N. montezuma* en esta finca, lo que podría explicar el porqué de su presencia solo en dichos meses. Por tanto la finca La Concha presento mayor cantidad de aplicaciones de plaguicidas, lo que pudo ocasionar la eliminación de dichas larvas y el traslado del parasitoide a otras zonas.

Pareciera que la corta de café, sumada a los demás factores, ocasionó que no se registrara en los meses de octubre y noviembre o que existe la posibilidad de que factores ajenos al presente estudio podrían estar incidiendo en su presencia/ausencia.

*Polysphincta sp. 1*, se registró un espécimen en septiembre para ambas fincas y al observar el régimen de lluvias, pareciera que no tiene influencia en su presencia/ausencia.

Por ser una especie que no está descrita a la fecha, se desconoce mucho sobre su bio-ecología; sin embargo, de acuerdo a Gauld *et al.* 1998 y 2002, se asume que pudiera parasitar arañas, puesto que sus especies en el Holártico parasitan arañas constructoras de telas orbiculares; por lo cual se ajusta al análisis realizado a *Tromatobia blancoi* y *Polysphincta gutfreundi*, para explicar su ausencia/presencia, así como el efecto ocasionado por los plaguicidas hacia dichos artrópodos y el parasitoide. En relación a la perturbación por la corta de café, se ajusta al análisis realizado a *Tromatobia blancoi*; o se pudo deber a las causas ya expuestas o simplemente hay factores que no se tomaron en consideración dentro del presente estudio; además, se desconoce de su dinámica poblacional en los meses que no se consideraron dentro del estudio, por lo que se debe seguir investigando más sobre este particular.

#### 4.4.1. Análisis de las especies de Pimplinae no comunes para las fincas en estudio.

Finca La Concha.

*Xanthopimpla aurita* Krieger, se recolectó en julio, agosto, septiembre y noviembre con uno, tres, uno y un especímenes respectivamente. Pareciera que la precipitación no tiene algún efecto sobre su presencia/ausencia; por otro lado, por ser parasitoide de pupas de Lepidoptera, se ajusta el análisis realizado para *Neotheronia tacubaya*, a fin de explicar el efecto ejercido por los plaguicidas sobre dicha especie y sus hospederos.

Como ya se ha explicado antes, la perturbación causada durante la corta de café, pudo provocar la ausencia de dicha especie en octubre, por el hecho de migrar a otras zonas; tanto, *Xanthopimpla* como sus hospederos.

A pesar de lo anterior, es posible que hubieran otros factores dentro del presente estudio que no se abordaron, pudiendo causar su ausencia o al menos, favorecerla. Adicionalmente, se podría pensar que también tales factores causaron el mismo efecto en la finca San Clemente, por lo cual no fue recolectada dicha especie.

La baja recolecta de especímenes, puede tener otra explicación, ofrecida por Gauld *et al.* 2002, quien señala que la especie en estudio es común todos los meses en cafetales arriba 1,500 m.s.n.m.; sin embargo al verificar las alturas de las fincas no certificadas pareciera que no concuerda con lo mencionado por los autores, ya que la finca La Concha posee alturas por debajo de lo indicado por el autor antes mencionado (881 hasta los 891 m.s.n.m.), y se registró casi todos los meses; no obstante, la finca San Clemente posee una altura similar a la finca La Concha (852 hasta los 869 m.s.n.m.), también debajo de lo señalado por dicho autor y no se recolectó ni un solo espécimen. Tal situación, también pudo deberse a otros factores ajenos al presente estudio. Se desconoce su comportamiento en meses posteriores, es necesario seguir investigando esta especie para conocer con más detalle su bio-ecología.

*Dolichomitus zonatus* (Cresson), esta especie solo apareció en julio con un espécimen. El porqué de su ausencia en los demás meses de estudio, pudiera ser por la poca presencia de madera muerta dentro de esta finca y en la finca San Clemente, en la cual se desarrollan sus hospederos, y, como lo señalan Gauld *et al.* 2002, las especies de Pimplinae no son nativas de tales hábitats, pero los cafetales proporcionan un hábitat adecuado para la existencia continuada de tales especies; adicionalmente, es de suponer que ingresan en dicho hábitat

con fines reproductivos, por lo que, al haber baja población de hospederos, se puede pensar en baja población de parasitoides.

Gauld *et al.* 2002, la registran entre los 1000 - 1450 msnm., alturas que no tiene esta finca, ni la San Clemente; además, mencionan que es una especie común en cafetales y que es frecuente encontrar a machos en trampas Malaise; sin embargo no sucedió así en el presente estudio. La diferencia altitudinal de ambas fincas es muy poca como para afirmar que es un factor limitante para su presencia.

Puesto que se desconoce la biología de esta especie, no se puede proporcionar otra explicación sobre su fugaz aparición, y la ausencia en la finca San Clemente, por lo que se puede asumir que existen otros factores ajenos a este estudio; que afectaron su comportamiento, puesto que ni la precipitación, los plaguicidas y las perturbaciones humanas parecieron no afectar a esta especie. Cabe la posibilidad que sea una especie de la transición época seca a época lluviosa.

*Neotheronia concolor* Krieger, solo apareció en agosto y septiembre, con un espécimen en cada mes. No se observa que la precipitación tenga algún efecto para explicar su ausencia en los otros meses. Pareciera que la perturbación ejercida al momento de las aplicaciones agroquímicas y el efecto de estos sobre dicha especie, sobre sus hospederos o sobre los nichos de sus hospederos; pudieron incidir en su baja población, por lo que se ajusta al análisis hecho para *Neotheronia tacubaya*.

*N. concolor*, es una especie que se registra por encima de los 1,500 msnm. Como lo mencionan Gauld *et al.* 2002; sin embargo, la presente finca registró una altura máxima de 891 msnm, por lo que pudo ser un factor que incidió en la baja presencia.

No se explica, que factores pudieron incidir en la ausencia en los otros meses; cabe suponer que el periodo de la corta de café pudo ocasionar su ausencia en octubre y noviembre. Catalogarla como una especie sensible a perturbaciones sería inseguro; debido a que la finca San Clemente presenta menos perturbaciones por plaguicidas y no se recolectó; Sin embargo, es probable que existan factores adicionales al presente estudio, que no se tomaron en consideración, los cuales pudieron afectar su baja presencia en esta finca y su ausencia en la San Clemente. Se desconoce su comportamiento en los meses posteriores al presente estudio.

*Neotheronia lizae* Gauld, se registró en agosto con un espécimen. La precipitación pudo no tener un efecto en su presencia/ausencia. En relación a la perturbación y efecto ejercido por los plaguicidas, se aplica el mismo análisis hecho para *Neotheronia tacubaya*.

Su baja población, puede atribuirse a lo señalado por Gauld *et al.* 2002, quienes registran a esta especie sobre los 1,500 msnm. Como ya se dijo, esta finca se ubica por debajo de los 1,000 metros de altura; por lo que se coincide con dichos autores. Su ausencia en la finca San Clemente, puede atribuirse a condiciones particulares de dicha finca.

Además, puede ser que existan factores que no se tomaron en cuenta en el presente estudio, que provocaron también la baja presencia de esta especie y al desconocimiento de su bio-ecología. Se desconoce el comportamiento en meses posteriores al estudio.

*Neotheronia lineata* (Fabricius), solo se recolectó en noviembre un espécimen. Pareciera que al disminuir las lluvias, tiende a surgir. Por ser parasitoide de pupas de Lepidoptera, concuerda con el análisis realizado para *Neotheronia tacubaya*, para explicar el efecto ocasionado por las aplicaciones de agroquímicos sobre ella, sus hospederos y los nichos de los mismos.

Según Gauld *et al.* 2002, es una especie que ha sido raramente recolectada en cafetales; pero en otras partes, es una especie común en hábitats perturbados, en tierras bajas que van desde los 0 a 1,000 msnm; tal información podría ser aplicada a las condiciones de cafetales, lo que explicaría su presencia coincidente con las actividades de la corta de café, pudiendo sentirse atraída a dicha finca por la perturbación causada durante tal actividad. Así las cosas, es de hacer notar que durante los meses en que se realizó este estudio, hubieron aplicaciones de plaguicidas, incluyendo el mes de inicio para la corta de café, por lo que no se explica por qué no se recolectó durante los meses anteriores; siendo la baja en la precipitación otro factor que pudo favorecer su aparición en dicho mes, generando la interrogante si esta especie aparece en la transición época seca-lluviosa; lo cual no se puede responder, debido a que no se siguió recolectando en los meses subsiguientes. Por otro lado, no se descartan otros factores no contemplados en el presente estudio, que pudieron influir en el comportamiento de la presente especie, tales como la bio-ecología completa de la especie. No se explica su ausencia en la finca San Clemente.

*Pimpla croceipes* Cresson, solo se recolectaron dos especímenes en septiembre. Pareciera que la precipitación no es un factor que afectó su presencia/ausencia. Su hospedero son

pupas de Lepidoptera, por lo que se hace valedero el razonamiento hecho para *Neotheronia tacubaya* y *Pimpla caeruleata*, a fin de explicar el efecto ejercido por los plaguicidas sobre ella, sus hospederos o el nicho de tales hospederos; así como la perturbación generada durante la aplicación.

Su presencia en septiembre, coincide con otras especies de Pimplinae, que hacen que dicho mes presente la mayor diversidad de especies. La presencia particular de dicha especie, puede atribuirse a otros factores no contemplados en el presente estudio, al igual que para explicar su ausencia en los otros meses de la investigación, tales como la bio-ecología, entre otros. No se puede explicar su ausencia en la finca San Clemente, lo cual podría deberse a factores no contemplados en el presente estudio.

*Pimpla sumichrasti* Cresson, se recolectó en septiembre un espécimen. No se atribuye a la precipitación ningún efecto sobre presencia. Para explicar el efecto causado por los plaguicidas y las perturbaciones durante su aplicación, se aplicó el realizado a *N. tacubaya* y *Pimpla caeruleata*. Para aclarar otros factores que pudieron causar su presencia/ausencia en la finca La Concha, no se puede más que sugerir los ya expuestos para *Pimpla croceipes*.

#### **4.5. Determinación de posibles especies indicadoras de presencia de Plaguicidas (calidad de sitio).**

El comportamiento de los Pimplinae a través del período de estudio (Figura 20 y Figura 21), tuvo variantes en las fincas certificadas y convencionales; las certificadas, mostraron una mayor presencia de especies en septiembre, octubre y noviembre, con siete, nueve y nueve respectivamente. En las fincas convencionales, se registró un mayor número de especies en septiembre y noviembre con doce y siete especies respectivamente. No todas las especies fueron las mismas en los meses de recolecta.

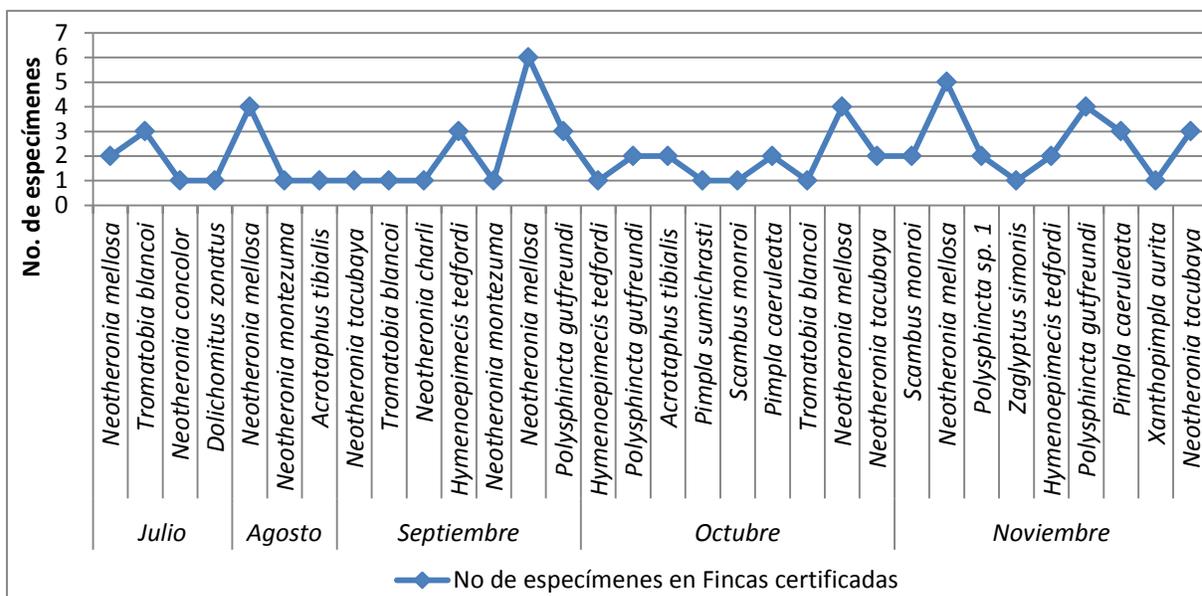


Figura 20. Fluctuación poblacional de las especies en las fincas certificadas.

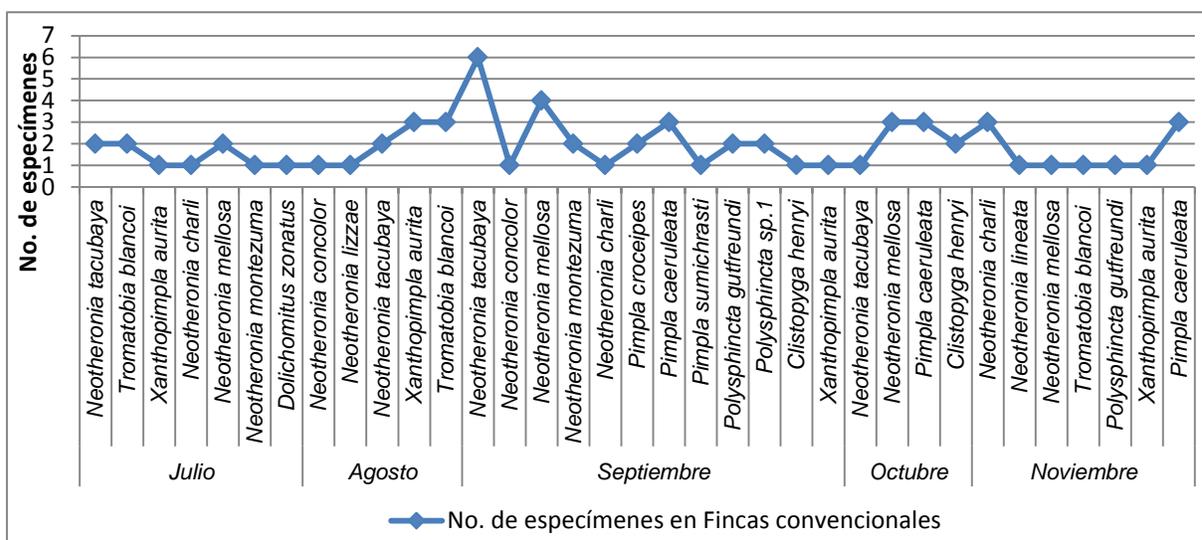


Figura 21. Fluctuación poblacional de las especies en las fincas convencionales.

Pareciera que el súbito aumento en el número de especies de Pimplinae para cada tipo de finca en los meses ya señalados, podría deberse a la mayor disponibilidad de vegetación para los hospederos de los mismos, lo que implica un aumento poblacional de dichos hospederos; sin olvidarse de que las flores de tales especies vegetales proveían de alimento al grupo de avispas en estudio; por otro lado, se presume que la población de arañas aumentó, por la disponibilidad de presas para ellas, lo que explica por qué aparecieran sus parasitoides en tales meses.

Se esperaba que las fincas certificadas, por el hecho de utilizar plaguicidas aprobados por la Red de Agricultura Sostenible (en donde radica la diferencia, puesto que tienen en común todas las actividades agronómicas y de manejo), tuvieran una diferencia marcada con las fincas convencionales, en cuanto al número y diversidad de especies; sin embargo, ambas presentaron doce en común y ocho no compartidas (4 para cada tipo de finca); lo cual indica que el uso diferenciado de productos e ingredientes activos, no influyeron en este aspecto; sin embargo, es posible que los Pimplinae tengan cierto grado de tolerancia a los mismos, pero, pareciera que para esas 8 especies, si puedan ser sensibles a la presencia de tales plaguicidas.

*Acrotaphus tibialis*, *Hymenoepimecis tedfordi*, *Scambus monroi* y *Zaglyptus simonis*, podrían ser catalogadas como sensibles a los plaguicidas, puesto que en las fincas certificadas el uso de insecticidas fue limitado o inexistente; sin embargo, se requieren más estudios a fin de dilucidar este particular. Cabe resaltar, que para el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei*), utilizaban trampas con atrayente; sin embargo, no recibían buen mantenimiento o se las robaban.

La presencia de estas especies en una finca, pareciera ser indicativo del bajo uso de plaguicidas, principalmente de insecticidas; sin embargo, pudiera ser necesario incrementar el número de fincas, a fin de obtener resultados más concluyentes. Adicionalmente, podrían ser usados para procesos de certificación de fincas o para calidad ambiental de las fincas, coincidiendo con Gauld *et al.* 1998 y 2002.

*Neotheronia lizae*, *N. lineata*, *Pimpla croceipes* y *Clistopyga henryi*, solo se recolectaron en las fincas convencionales, considerando, que tales especies tienen una mayor preferencia por sitios perturbados por actividades humanas, tal como lo señalan Gauld *et al.* 1998 y 2002; sin embargo, con lo encontrado en el presente estudio, pareciera que tales perturbaciones obedecen a la presencia de insecticidas, los cuales son usados y aplicados sin ninguna restricción en este tipo de fincas, a los cuales, probablemente, hayan desarrollado ciertos niveles de tolerancia, al igual que sus hospederos.

La presencia de cualquiera de dichas especies en una finca, indicaría la presencia de insecticidas, pudiendo ser útiles también, en los procesos de certificación de fincas.

Cabe señalar que dentro de las limitantes para la recolección de especies Pimplinae, el hurto de las trampas y el daño a los recipientes de recolección del material, pudo perjudicar los

resultados obtenidos; sin embargo, por el hecho de haber colocado tres trampas por finca, no se perdieron todas las recolectas, pues, por lo general era una trampa dañada o desaparecida, la cual era reemplazada de inmediato. También, la colocación de las trampas se realizó, donde el encargado de cada finca sugirió para mayor seguridad, lo cual limitó el estudio a ciertas áreas de cada finca.

#### **4.6. Análisis de la diversidad de especies en fincas de café certificadas y convencionales.**

El análisis de la diversidad, se hizo tomando en cuenta los índices de Shannon para el cálculo de la diversidad Alfa y el de Morisita-Horn, para la diversidad Beta.

##### **4.6.1. Diversidad alfa ( $\alpha$ ) de especies en los sitios o fincas.**

La diversidad de especies (Cuadro 6), entre las fincas se calcularon con el índice de Shannon–Wiener, la cual expresó un mayor valor en la finca La Concha (14.96), con respecto a las otras fincas; a pesar de tener un manejo convencional donde no hay restricción de plaguicidas; por lo que pareciera que la diversidad de ciertas especies no está influenciada por los factores de este estudio, factores como la diversidad de especies arbóreas, región geográfica u otros componentes pudieran influir en la población de Pimplinae; en la finca San Clemente, a pesar de tener el mismo tipo de manejo convencional, la diversidad de especie es pequeña (11.07). Hay que destacar que la extensión de la finca es menor y la existencia de asentamientos urbanos, pudieron influir de algún modo en el número de especies, por la perturbación que se ejerce. La finca San Antonio Amatepec (13.23), tiene un manejo certificado, es la segunda finca con mayor diversidad de especies en el estudio, a pesar de no estar ubicada en una zona cafetalera, el nivel de especies es alto; sin embargo, la cantidad de plaguicidas aplicados fue menor, lo que pudo ser clave; no descartando que en estudios posteriores, se pudiera dilucidar más especies en dicha finca. La finca San Silvestre (7.37), posee un manejo certificado y según el índice Shannon-Wiener, tiene la menor diversidad de especies, no se descarta que el hurto de las trampas incidiera de alguna forma en este resultado; es la finca con el menor promedio de precipitación (730 mm), aunque en el análisis de las especies, no se observó que este factor fuera influyente.

**CUADRO 6. DIVERSIDAD ALFA DE ESPECIES DE PIMPLINAE, EN LAS FINCAS DE CAFÉ**

FINCA	Especies observadas	ACE-1	C.V	S.E.	EXP SHANNON	EXP SHANNON S.E.
San Antonio Amatepec	14.00	22.60	1.15	8.50	13.23	3.02
San Silvestre	8.00	13.20	0.46	5.10	7.37	0.97
San Clemente	9.00	9.10	0.45	1.80	11.07	2.67
La Concha	16.00	26.50	0.75	9.80	14.96	2.28

En cuanto al número de especímenes (134), recolectados; la finca La Concha mostró también el mayor porcentaje de 35.82%, seguido por San Antonio Amatepec con 26.87%, San Silvestre obtuvo el 23.88% mientras la finca San Clemente contó el 13.43% (Figura 22).

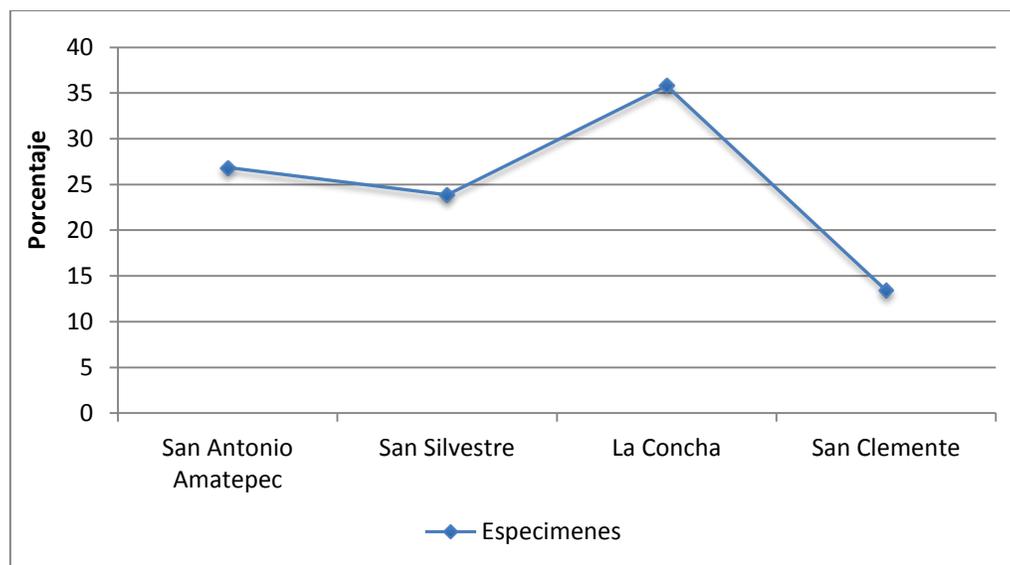


Figura 22. Porcentaje de especímenes de Pimplinae en las fincas de café.

**4.6.2. Análisis de la diversidad beta ( $\beta$ ).**

Para determinar la similitud entre una comunidad o un gradiente de paisajes, se calculó la diversidad  $\beta$  (Cuadro 7). Dicho análisis permitió observar el número de especies de Pimplinae que se ganan y se pierden en los gradientes, determinados por las distintas estructuras de la diversidad vegetal dentro y fuera de cada finca de café, altitud, tipo de manejo, condiciones climáticas, plaguicidas, perturbación humana y asentamientos urbanos al contorno de las fincas.

Cuadro 7. Similitud de sitios utilizando el índice de Morisita- Horn.

Morisita-Horn		Certificado		Convencional	
		San Antonio Amatepec	San Silvestre	La Concha	San Clemente
Certificado	San Antonio Amatepec		0.699	0.4766	0.703
Certificado	San Silvestre			0.6886	0.8834
Convencional	La Concha				0.6672
Convencional	San Clemente				

Estos gradientes estuvieron formados por cuatro fincas, San Antonio Amatepec – San Silvestre; San Antonio Amatepec - La Concha; San Antonio Amatepec – San Clemente; San Silvestre – La Concha; San Silvestre – San Clemente; La Concha – San Clemente. Las primeras fincas de café manejadas de manera certificada (San Antonio Amatepec y San Silvestre y las segundas de manera convencional (San Clemente y La Concha).

El índice de Morisita–Horn, relaciona las abundancias específicas con las abundancias relativas y totales, además, es altamente sensible a las especies abundantes. Para las fincas San Silvestre – San Clemente presentaron la mayor similitud entre sitios (IM=88.34%), hay que hacer notar, que este gradiente estuvo formado por fincas de café con manejo certificado y convencional; sin embargo, comparten especies abundante similares. Diferente panorama presentaron las fincas San Antonio Amatepec - La Concha (IM=47.66%), con una menor similitud entre los ambientes.

El dendrograma, que se obtuvo con el análisis de agrupamiento basado en los índices de Morisita – Horn (Figura 23); mide la variación entre el número de especies, por lo que la diversidad de individuos eran menores para las fincas San Antonio Amatepec - La Concha, no obstante para las fincas San Silvestre – San Clemente presentaron mayor similitud entre las especies de Pimplinae recolectadas; por lo que existe la posibilidad que las condiciones climáticas, altitud, diversidad de vegetación, perturbación humana y uso de plaguicidas pudieran influir en la similitud y disimilitud entre las fincas (Figura 23).

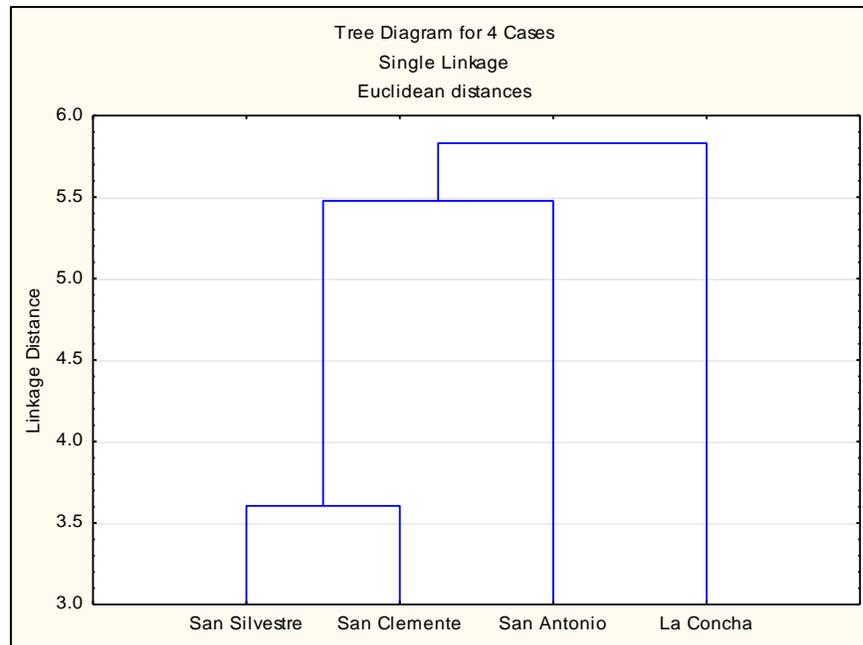


Figura 23. Dendrograma de similitudes del índice de Morisita - Horn para las fincas San Silvestre, San Clemente, San Antonio Amatepec y La Concha.

Al final de esta investigación, debe recalcar que, al carecer de información biológica de las especies de Pimplinae encontradas, se ofrecen algunas posibles explicaciones, basadas en suposiciones, con la finalidad, de generar investigaciones futuras al respecto, que avalen o desvirtúen tales explicaciones o, simplemente, despertar interés de otros investigadores sobre este fascinante grupo de avispas.

Por otro lado, la decisión de analizar las fincas certificadas como si fuesen una sola, al igual que se hizo con las no certificadas, fue con el afán de detectar posibles especies que pudieran ser selectivas en su calidad de sitio, de tal manera que bien pudieron clasificar como especies indicadoras; por supuesto, hará falta más investigaciones sobre este tema en particular, procurando abarcar más fincas y más Departamentos de El Salvador, a fin de que desvirtúen o avalen los hallazgos reportados en el presente estudio. De seguro, saldrán más dudas que respuestas; pero, eso sí, serán datos interesantes, debiendo consultar con especialistas en el extranjero, sobre el papel ecológico de las especies que, a la fecha, permanece en supuestos o que es desconocido o sobre la validez de lo encontrado.

## V. Conclusiones.

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio, se generan las siguientes conclusiones.

- . Los meses de mayor abundancia de Pimplinae en las fincas convencionales fueron julio, septiembre y noviembre.
- . Los meses de mayor abundancia de Pimplinae en las fincas certificadas fueron septiembre, octubre y noviembre.
- . Se identificaron 11 géneros y 20 especies de Pimplinae, en las fincas estudiadas.
- . Las fincas certificadas presentaron mayor riqueza con 10 géneros, 14 especies.
- . Las fincas convencionales tuvieron 7 géneros y 16 especies.
- . *Scambus monroi*, *Acrotaphus tibialis*, *Hymenoepimecis tedfordi* y *Zaglyptus simonis*, deben evaluarse en el proceso de certificación de fincas de café.
- . *Neotheronia lizae*, *N. lineata*, *Pimpla croceipes* y *Clistopyga henryi*; pueden considerarse como indicadoras de hábitats perturbados por insecticidas.
- . La especie más abundante en fincas certificadas; *Neotheronia mellosa* y en convencional *Pimpla caeruleata*.
- . Las especies Pimplinae no discriminaron entre los tipos de fincas estudiadas.
- . *Neotheronia tacubaya*, es más tolerante a las perturbaciones humanas y por plaguicidas que *Neotheronia mellosa*.
- . La finca La Concha, posee mayor diversidad de especies, de acuerdo a los índices de diversidad.
- . La mayoría de especies de Pimplinae, no se vieron afectadas por la presencia de plaguicidas, en especial, por insecticidas.
- . La precipitación ni las actividades agronómicas afectaron la presencia de Pimplinae.

## **VI. Recomendaciones**

- . Dar continuidad a esta investigación, para reforzar o desvirtuar el potencial de los Pimplinae, como indicadores de la calidad de sitio, en el parque cafetalero.
- . Las fincas de café convencionales, deberían optar a una certificación, para preservar y aumentar la biodiversidad dentro de los bosques cafetaleros.
- . Solicitar a los caficultores, un mayor apoyo para realizar investigaciones relacionadas a la biodiversidad de sus fincas.
- . En las fincas certificadas, se pueden observar una gran abundancia de arañas, por lo que se sugiere realizar investigaciones sobre su papel, como especies “indicadoras” en estos ecosistemas.

## VII. Bibliografía consultada

Aguirre, F. 2005. Estudio sobre el desarrollo sostenible del café (en línea). México D.F, MX, RV. Consultado: 14 feb. 2012. Disponible en: [http://vinculando.org/comerciojusto/cafe\\_mexico/estudio\\_cafe.html](http://vinculando.org/comerciojusto/cafe_mexico/estudio_cafe.html)

Albrecht Ríos, AA. 2008. Hymenoptera en el Bosque Siempreverde: Parque Oncol, Región de los Ríos (En línea). Tesis. Ing. Forestal. UACH, Valdivia, CL. 64 p. Consultado: 14 ene. 2013. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fifa341h/doc/fifa341h.pdf>

Bell, J.R; Haughton, A.J; Boatman, N.D; Wilcox, A. 2002. Do incremental increases of the herbicide glyphosate have indirect consequences for spider communities? The Journal of Arachnology 30: 288–297

Castillo, CR del. 1994. Primeros datos sobre los Polysphinctini en la Península Ibérica (Hymenoptera: Ichneumonidae) (En línea). Madrid, ES, AEE. (18): 26 p. Consultado: 8 ene. 2013. Disponible en: <http://www.entomologica.es/index.php%3Fd%3Dpublicaciones%26num%3D20%26w%3D567%26ft%3D1&usg=ALkJrhg7O4zAdbkb0TCGPv4Md2ZdbiOwoq>

CBI (Centre for the Promotion of Imports from Developing Countries). s.f. CV3 cafés especiales en El Salvador: Descripción Potencial Demanda en Europa, Análisis de la Cadena de Valor (En línea). Rotterdam, Holanda. consultado: 8 ene. 2013. Disponible en: [http://www.cbi.eu/download/sub\\_document/Export\\_Value\\_Chain\\_Analysis\\_Specialty\\_Coffees\\_El\\_Salvador.pdf](http://www.cbi.eu/download/sub_document/Export_Value_Chain_Analysis_Specialty_Coffees_El_Salvador.pdf)

Carlson, B. 2009. Clasificación taxonómica del genero Polysphincta (En línea). (falta lugar y ciudad). Consultado: 08 ene. 2013. Disponible en: <http://bugguide.net/node/view/352779>

Chelala, C. 2004. Un Reto Constante: Los plaguicidas y su efecto sobre la salud y el medio ambiente (En línea). Washington D.C, USA, OPS. Consultado: 15 ene. 2013. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/reto/indice.pdf>

El Sebai, O.A; El-Tawil, M. 2012. Side-Effect of Certain Herbicides on Egg Parasitoid Trichogramma evanescens (West.) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), Academic Journal of Entomology 5 (1): 01-10

FAO (Organizaciones de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2011. Plaguicidas y su efecto nocivo (en línea), Roma, IT. s.e. Consultado: 8 sep. 2011. Disponible en: <http://www.fao.org/kids/es/pesticides.html>

Fitton, MG; Shaw, MR; Gauld, ID. 1988. Pimpline Ichneumon - flies Hymenoptera, Ichneumonidae (Pimplinae) (En línea). Londres, Inglaterra, RESL. Consultado: 06 feb. 2013. Disponible en: <http://www.amazon.com/Pimpline-Ichneumon-Flies-Hymenoptera-Ichneumonidae-Pimplinae/dp/0901546720>

Fuster, AA. s.f. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae), indicadoras de perturbación en un ecosistema forestal, en el Chaco Semiárido Argentino. (en línea). Argentina. Consultado 27 set. 2012. Disponible en: <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/biblioteca/Trabajo%20final%20-%20Andrea%20Fuster.pdf>

García, JE. 1997. Consecuencias indeseables de los plaguicidas en el ambiente (en línea). San Pedro de Montes, CR, EBU. Consultado: 29 nov. 2012. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar/sustentabilidad/111-plaguicidas.pdf>

Gauld, I D. Dubois, J. 2006. Phylogeny of the Polysphincta group of genera (Hymenoptera: Ichneumonidae; Pimplinae): a taxonomic revision of spider ectoparasitoids. *Systematic Entomology* 31, 529–564.

Gauld, ID; Menjívar, R; González, MO; Monro, A. 2002. Guía para la identificación de los Pimplinae de cafetales bajo sombra de El Salvador (Hymenoptera: Ichneumonidae). San Salvador, SV, Tecnoimpresos. 71p.

Gauld, ID; Ugalde Gómez, JA; Hanson, DE. 1998. Guía de los Pimplinae de Costa Rica. Ed. J Monge Nájera. San Pedro, CR. UCR. v. 46, Supl.1, 187 p.

Halffter, G; Moreno, E; Pineda, E. 2001. Manual para la evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. Zaragoza, ES, SEA. Vol. 2. 80p.

Haughton, A.J; Bell, J.R; Boatman, N.D; Wilcox, A.1999. The effects of different rates of the herbicide glyphosate on spiders in arable field margins. *The Journal of Arachnology* 27: 249-254.

Hernández Aguilar, SG. 2000. Ichneumonidae (Hymenóptera) de la reserva de la biosfera El Cielo, Tamaulipas (en línea). Tamaulipas, MX, UAT. Consultado: 02 mayo 2012. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfR255.pdf>

Henao, S; Nieto, O. 1991. Aspectos generales sobre los plaguicidas y su efecto sobre el hombre y el ambiente (En línea). Medellín, CO, INCAP/ MDE. Consultado: 08 ene. 2013. Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/eco/034059/034059-02.pdf>

Huezo Sánchez, LA. 2006. Propuesta de indicadores para el uso y manejo de plaguicidas en El Salvador (En línea). Tesis. Mag, Sc. Medio Ambiente. UCA, San Salvador, SV. 124 p. Consultado: 15 ene. 2013. Disponible en: [http://www.umoar.edu.sv/tesis/Medio%20Ambiente/Indicadores\\_Plaguicidas.pdf](http://www.umoar.edu.sv/tesis/Medio%20Ambiente/Indicadores_Plaguicidas.pdf)

Jackson, R.E; Pitre. H.N. 2004. Influence of Roundup Ready soybean production systems and glyphosate application and pest and beneficial insects in narrow-row soybean. Journal Entomologic Science 39: 62-70.

Kumagai, AF; Graf, V. 2002. Biodiversidad de Ichneumonidae (Hymenoptera) e monitoramento das especies de Pimplinae e Poemeniinae do Capao da Imbuia, Curitiba, Paraná. (en línea). Brasil. Consultado 13 sep. 2011. Disponibles en [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010181752002000200010&lng=en&nr=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010181752002000200010&lng=en&nr=iso&tlng=pt)

Martínez Sánchez, AI. s.f. Bioindicadores (diapositiva). Alicante, ES, Instituto Universitario CIBIO. 36 diapositivas.

Martínez Acosta, MH. 2005. Contribución económica del componente forestal en diferentes tipos de fincas cafetaleras en la Bocacosta Pacífica de Guatemala (En línea). Tesis. Mag.Sc. CATIE, Turrialba, CR. 148 p. Consultado: 15 feb. 2012. Disponible en: [http://www.catie.ac.cr/BancoMedios/.../publica\\_bol\\_coopeassa\\_gamma.pdf](http://www.catie.ac.cr/BancoMedios/.../publica_bol_coopeassa_gamma.pdf)

Mejía, R; Fajardo, D; Quezada, ML. s.f. Certificación Rainforest Alliance y verificación C.A.F.E practices (Starbucks). La Libertad, SV, Salva Natura. 8 p.

Miranda, RJ. 2007. Insectos depredadores y parasitoides de huevos de arañas (Arachnida: Araneae: Araneomorphae) en Panamá (en línea). Tesis, Maestro Entomólogo General, UP, PA. 82 p. Consultado: 27 set. 2012. Disponible en: <http://www.sibiup.up.ac.pa/bd/Captura/upload/59544165m67.pdf>

Monro, A; Peña Chocarro, MC.2002. Actas del simposio café y biodiversidad. San Salvador, SV. Tecnoimpresos. (2): p 11 -15.

Moreno, CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad (En línea). Zaragoza, ES, SEA. Vol. 1, 84 p. Consultado: 27 set. 2013. Disponible en: <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

Obando, SA. 1999. Estudio de caracterización de políticas en la cadena del café: Grado de promoción de una producción amigable con el ambiente (En línea). Managua, NI, PROARCA/CAPAS. Consultado: 15 ene. 2013. Disponible en: [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/Pnack158.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnack158.pdf)

Pacheco-Flores, C; Castro-Ramírez, A.E; León-Cortés, J.L; Ramírez-Salinas, C.2006. Biología de *Acharia extensa* (Schaus, 1896) (Lepidoptera: Limacodidae) en cultivo de café en La Montaña de Guerrero, México. Dugesiana 13(2): 67-72.

PROCAFE (Fundación Salvadoreña para la Investigación del Café.). s.f. Manual del caficultor. San Tecla, SV. s.e. 106 p.

PROARCA (Programa Ambiental Regional para Centro América) / CAPAS (Sistema Centro Americano de Áreas Protegidas). 1999. Situación actual del café certificado (en línea). Guatemala, GT, USAID. Consultado: 27 set. 2012. Disponible en: <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/139.pdf>

Quijano Landaverde, JM. 2010. Realice una correcta aplicación de agroquímicos y evite accidentes en sus cafetales (en línea). Santa Tecla, SV, PROCAFE. Consultado: 8 sep. 2011. Disponible en: <http://www.procafe.com.sv/menu/publicafe/articulo%20tecnico%20uso%20y%20manejo%20de%20agroquimicos%20procafe.pdf>

Quispe Guanca, JP. 2007. Caracterización del impacto ambiental y productivo de las diferentes normas de certificación de café en Costa Rica (En línea). Tesis, Mag.Sc, CATIE, Turrialba, CR.149 p. Consultado: 2 feb. 2012. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1725e/A1725e.pdf>.

Rainforest Alliance. 2012. Importancia de la Certificación de cafetales (en línea) Washington, US, s.e. Consultado: 2 feb. 2012. Disponible en: <http://www.rainforest-alliance.org/es>.

RAS (Red de Agricultura Sostenible). 2005. Norma para agricultura sostenible. Rainforest Alliance (En línea). San José, CR. Consultado: 21 dic. 2012. Disponible en: <http://www.rainforest-alliance.org>

REDESA (Redes Sostenibles para la Seguridad Alimentaria). 2006. Manejo integral de plagas. Guía para pequeños productores agrarios (En línea). Lima, PE, CARE. Consultado: 29 nov. 2012. Disponible en: [http://www.care.org.pe/pdfs/cinfo/libro/Manejo\\_de\\_Plagasfinal.pdf](http://www.care.org.pe/pdfs/cinfo/libro/Manejo_de_Plagasfinal.pdf)

Sääksjärvi, IE; Haataja, S; Neuvonen, S; Gauld, ID; Jussila, R; Salo, J; Burgos, AM. 2004. High local species richness of parasitic wasps (Hymenoptera: Ichneumonidae; Pimplinae and Rhyssinae) from the lowland rainforests of Peruvian Amazonia. (En línea). The Royal Entomological Society, Ecological Entomology. Consultado 12 sep. 2011. Disponible en [http://vanha.sci.utu.fi/amazon/The\\_team/Publications/individual\\_publications/Saaksjarvi\\_et\\_al\\_2004\\_EcolEnt.pdf](http://vanha.sci.utu.fi/amazon/The_team/Publications/individual_publications/Saaksjarvi_et_al_2004_EcolEnt.pdf)

Segade, C; Ros-Farré, P; Algarra, A; Ventura, D; Pujade-Villar, J. 1997. Estudio comparativo de las capturas realizadas con trampa Malaise en Andorra con especial atención a los Himenópteros (Hymenopteras). (en línea). Consultado 12 sep. 2011. Disponible en [http://www.sea-entomologia.org/PDF/ZAPATERI\\_7/Z07-002-071.pdf](http://www.sea-entomologia.org/PDF/ZAPATERI_7/Z07-002-071.pdf)

Silva Loffredo, A.P da. 2012. Estudo da fauna de Pimplinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) em áreas de cerrado no estado de São Paulo. Tesis Dr. Brasil. Universidade Federale de São Paulo. 106 p.

Soto Pinto, L. s.f. Diversidad y otros servicios ambientales de los cafetales (en línea). San Cristóbal, MX, ECOSUR. Consultado: 08 feb. 2012. Disponible en: <http://www.ecosur.mx/ecofronteras/ecofrontera/ecofront32/Diversidad.pdf>

Tanque, RL do. 2009. Pimplinae, Poemeniinae e Rhyssinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) na Unidade Ambiental de Peti (CEMIG), Minas Gerais (En Línea). Tesis. Mag.Sc. Entomología Agr. UFLA, Lavras, BR. 52 p. Consultado: 15 ene. 2013. Disponible en: [www.prpq.ufla.br/ppq/entomologia/adm/upload/fole/Ricardo%20Lima%20do%2](http://www.prpq.ufla.br/ppq/entomologia/adm/upload/fole/Ricardo%20Lima%20do%2)

Triplehorn, CA; Johnson, NF. 2005. Introduction to the study of insects. 7 ed. Belmont, US, Thomson Brooks/Cole. p. 481-570.

Wahl, D. 1999. Classification and systematics of the Ichneumonidae (Hymenoptera) (en línea). US, AEI. Consultado 14 mayo 2012. Disponible en: <http://iris.biosci.ohio-state.edu/catalogs/ichneumonids/>

Yu Dyu, DS; Van Achterberg, K; Horstmann, K. 2004. World Ichneumonidae 2004 (en línea). Kentucky, US, Taxapad. Consultado: 15 feb. 2012. Disponible en: <http://www.taxapad.com/>

## VIII. ANEXOS

**Figura A 1: ENCUESTA.**



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
ENCUESTA



**TEMA: LAS AVISPAS PIMPLINAE (HYMENOPTERA: ICHNEUMONIDAE) COMO INDICADORES DEL USO DE PLAGUICIDAS EN CAFETALES BAJO SOMBRA DE EL SALVADOR, C.A.**

Nombre de la finca:

Propietario:

Ubicación:

Altitud:

Área:

Variedad de Café:

Finca:      Convencional:      En Proceso de Certificación:

Certificada:      Años de Certificación:

Casa certificadora:

Producción QQ/Mz:

**PRODUCTOS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE PROBLEMAS FITOSANITARIOS**

Plaguicidas	Ingrediente Activo	Modo de Acción	Problema a Controlar	Dosis	Frecuencia de Aplicación	Banda toxicológica

Observación:

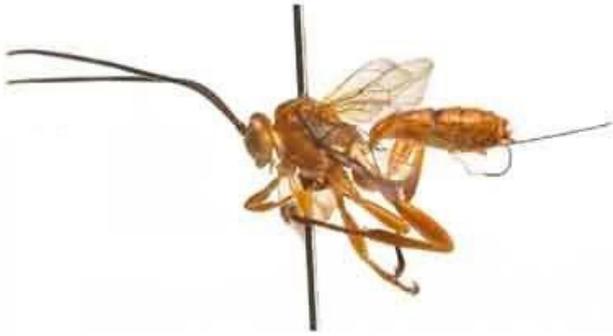


Figura A 3. *Neotheronia mellosa* Cresson.<sup>2</sup>

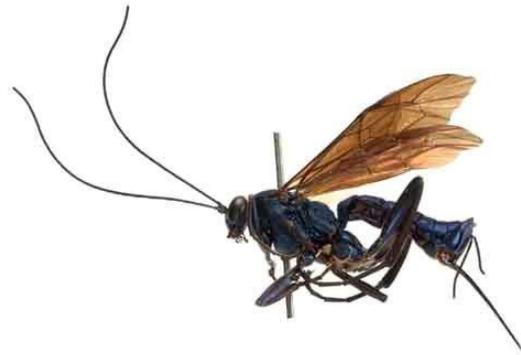


Figura A 2. *Pimpla caeruleata* Cresson.<sup>2</sup>



Figura A 5. *Polysphincta gutfreundi* Gauld.<sup>2</sup>



Figura A 4. *Tromatobia blancoi* Gauld.<sup>2</sup>



Figura A 6. *Clistopyga henryi* Gauld.<sup>2</sup>



Figura A 7. *Dolichomitus zonatus* (Cresson).<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Fuente: Fotografías tomadas por Ian Gauld (Museo Británico de Historia Natural, Londres).



Figura A 9. *Zaglyptus simonis* Gauld.<sup>2</sup>



Figura A 8. *Acrotaphus tibialis* (Cameron).<sup>2</sup>



Figura A 11. *Xanthopimpla aurita* Krieger.<sup>2</sup>



Figura A 10. *Hymenoepimecis tedfordi* Gauld.<sup>2</sup>



Figura A 12. *Scambus monroi* sp.n. Gauld.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Fuente: Fotografías tomadas por Ian Gauld (Museo Británico de Historia Natural, Londres).