

**EFFECTO DE LAS HORMIGAS SOBRE LA PRESENCIA DE OTROS INSECTOS
EN FOLLAJE DE CAFETALES DE SOL Y DE SOMBRA, PESCADOR, CAUCA**

YAMID ARLEY MERA VELASCO

Trabajo de grado para optar al título de Biólogo

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE BIOLOGIA
POPAYÁN CAUCA
2008**

**EFFECTO DE LAS HORMIGAS SOBRE LA PRESENCIA DE OTROS INSECTOS
EN FOLLAJE DE CAFETALES DE SOL Y DE SOMBRA, PESCADOR, CAUCA**

YAMID ARLEY MERA VELASCO

Trabajo de grado para optar al título de Biólogo

Directora

MARIA CRISTINA GALLEGO ROPERO, MSc.

Codirectora

INGE ARMBRECHT, Ph.D.

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE BIOLOGIA
POPAYÁN CAUCA
2008**

Nota de Aceptación:

M.Sc.. Maria Cristina Gallego Ropero
Director

M.Sc.. Giselle Zambrano
Jurado

M.Sc.. María del Pilar Rivas Pava
Jurado

Fecha de sustentación: Popayán 26 de Agosto de 2008

«Nosotros no hemos heredado la Tierra de nuestros padres, la tenemos prestada de nuestros hijos».

Lester Brown

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos especiales: Mi familia por su paciencia y apoyo constante, mi directora María Cristina Gallego Roperó de la Universidad del Cauca y mi Codirectora la Dra. Inge Armbrrecht por el apoyo y correcciones sugeridas, a mis evaluadores María del Pilar Rivas y Giselle Zambrano por sus aportes y sugerencias al documento final, al Profesor James Montoya, Mónica Ramírez, Héctor, Carmen Elisa y a cada uno de los muchachos de la sección de entomología de La Universidad del Valle por su ayuda en la identificación del material colectado. Al profesor Yiltón Riascos por su ayuda y recomendaciones en la parte del proceso estadístico del trabajo, a la Profesora Patricia Chacón de Ulloa por todo lo aprendido y por crearme esa motivación con las hormigas, al centro nacional para la investigación de café Pedro Uribe Mejía, Cenicafe por la ayuda prestada en especial al Dr. Francisco Posada y Nancy Zulma Gil por sus aportes, a Selene Escobar, Cesar Vela, Marcela Chapid, Wilson Campo, Daniel F. Mera y Leney Solarte por su ayuda en la colecta y compañía en campo; a los propietarios de las fincas cafeteras el señor Franco y el señor Celimo y a su esposa. A todas las personas que de una u otra manera me ayudaron para que este trabajo se llevara a cabo.

Agradecemos a Colciencias por el financiamiento de este trabajo realizado dentro del proyecto titulado: "¿Estimulan los árboles el control biológico?, El papel de las hormigas depredadoras en cafetales y potreros colombianos" con código 1106-07-17808 y al centro de información 057698 de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Valle, Cali.

CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	5
RESUMEN	11
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	15
2. MARCO TEORICO	17
2.1 INTERACCIONES: HORMIGAS-PLANTAS	18
2.2 INTERACCIONES: HORMIGAS – INSECTOS (RELACIONES HORMIGAS - “HOMÓPTEROS” - PLANTAS).....	19
3. ANTECEDENTES	21
4. JUSTIFICACION	23
6. OBJETIVOS	24
6.1 OBJETIVO GENERAL.....	24
6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	24
7. METODOLOGÍA	25
7.1 AREA DE ESTUDIO	25
7.2 MÉTODO DE MUESTREO	26
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
8.1 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ASOCIACIÓN ENTRE HORMIGAS Y OTROS INSECTOS	41
8.1.1 MUTUALISMO	42
8.1.2 COMENSALISMO.....	45

8.1.3 DEPREDACION	47
8.1.4 Interacciones indirectas hormiga-homóptero-depredadores (otros)	50
10. CONCLUSIONES	56
11. RECOMENDACIONES.....	58
BIBLIOGRAFIA.....	59

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Relaciones espaciales municipio de Caldono	26
Figura 2. Captura manual de especímenes.....	28
Figura 3. Subfamilias de hormigas encontradas en la parte aérea del cafeto.....	30
Figura 4: Abundancia de Familias de Hormigas en asociación.....	32
Figura 5: Medias marginales estimadas para la diversidad de otros insectos en los cafetales estudiados.....	36
Figura 6. Asociación entre: a. <i>Linepithema</i> sp.1 y <i>Aphididae</i> sp.; b. <i>Ectatomma</i> <i>ruidum</i> y <i>Orthezia</i> sp.; c. <i>Linepithema</i> sp.1 y <i>Saissetia coffeae</i> ; d. <i>Crematogaster</i> sp.3 y <i>Coccus viridis</i>	44
Figura 7:. Recubrimiento de nidos con material vegetal sobre granos de café.....	45
Figura 8: a. <i>Polistex carnifex</i> ; b. Huevos de <i>Chrysopa</i> sp.....	47
Figura 9: a. <i>Ectatomma ruidum</i> con pata de Orthoptero; b. <i>Leptothorax</i> sp2. acechando broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> ; se observa el agujero de entrada de la broca en el grano de café.	50
Figura 10: a. Hormiga de la Subfamilia Formicidae género <i>Camponotus</i> sp7; b. Larva de Coccinellidae depredando insecto chupador.....	52
Figura 11: Porcentaje eventos de asociación registrados entre hormigas y otros insectos del follaje en cafetales con y sin sombra.....	54

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Órdenes y Familias de otros insectos encontrados en la parte aérea del cafeto.....	31
Tabla 2: Proporción de asociaciones entre hormigas y otros insectos	33
Tabla 3: Ocurrencia de asociaciones entre hormigas y otros insectos	33
Tabla 4: Proporción de otros insectos en los diferentes cultivos estudiados.....	38
Tabla 5: Proporción de eventos de asociación entre especies de hormigas y otros insectos en cada una de las parcelas de café	40
Tabla 6: Interacción simultánea entre hormigas y otros insectos	41

LISTA DE ANEXO

	Pág.
Anexo 1. Lista de asociaciones hormigas- otros insectos en cafetales con y sin sombra.....	66
Anexo 2. Pruebas de normalidad y prueba de t-students (diversidad de hormigas y diversidad de otros insectos) en los cultivos de sol y de sombra	69
Anexo 3. Prueba de Anova univariante entre los cultivos y entre el tratamiento (con pegante /sin pegante).....	71

RESUMEN

Durante este trabajo se realizó una caracterización de las asociaciones presentes en cultivos con y sin manejo de sombra y en presencia y ausencia de hormigas. Durante siete meses se observó y cuantificó el comportamiento de las hormigas y de otros insectos asociados a estas en el follaje de cafetos, en las fincas Alto del Paraíso y Angélica, ubicadas en el corregimiento de Pescador, municipio de Caldoño, Cauca. El experimento consistió en tomar aleatoriamente 45 arbustos de café y dentro de estos seleccionar dos ramas, una de ellas era aislada del paso de hormigas e insectos caminadores usando un pegante en la base (Tanglefoot®). Las evaluaciones se realizaron cada 15 días durante siete meses. Se pudo observar 119 interacciones que involucraron 31 especies de hormigas distribuidas en 7 subfamilias: Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae, Pseudomyrmecinae, Ecitoninae, Ponerinae y Ectatomminae y 38 morfoespecies de otros insectos distribuidos en 6 ordenes: Blattaria, Dermaptera, Orthoptera, Hemiptera (Heteroptera, Stenorrhyncha, Auchenorrhyncha), Neuroptera, Coleoptera e Hymenoptera y 24 familias. Al realizar una prueba de Kolmogorov-Smirnov se determinó la normalidad de los datos de riqueza y con una Anova univariante se encontraron diferencias significativas en las especies de insectos y de asociaciones, entre los cultivos, siendo mayor en el cultivo con sombra. Las interacciones mutualistas facultativas (32,31%) fueron predominantes, seguidas muy de cerca por la comensalistas (30,26%), en donde las especies de hormigas con mayor porcentaje de asociaciones fueron *Linepithema* sp1 (32,12%), *Brachymyrmex heeri* (12,41%), *Wasmannia auropunctata* (6,57%). Los insectos que más interactuaron con hormigas fueron Hemipteros con 52,94% y Coleóptera con 26,89%. Se concluyó que existe una mayor riqueza de insectos y asociaciones entre hormigas en los cafetales con manejo de sombra a diferencia de aquellos sin

sombra, la complejidad estructural de estos agroecosistemas hace posible un mayor número de hábitats y microhábitas para la existencia de esta biodiversidad asociada, que puede prestar servicios ambientales poco valorados pero que debe ser entendida para buscar su adecuado manejo.

ABSTRACT

During this study, a characterization of ant-insect associations in coffee plantations with and without shade was carried out. Ant behavior and associations with other insects were observed during seven months at farms in Alto del Paraíso y Angélica, located at el Pescador, Caldono municipality, Cauca Department, Colombia. The experiment consisted of 45 randomly chosen coffee bushes, in each of which two branches were selected, one of them was isolated from ants using Tanglefoot (GrandRapids MI®), and the other one as control. The evaluations were carried out every 15 days during seven months. Observations totaled 119 interactions that involved 31 ant species of distributed in 7 subfamilies: Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae, Pseudomyrmecinae, Ecitoninae, Ponerinae and Ectatomminae and 38 morfoespecies of other insects distributed in 6 order: Blattaria, Dermaptera, Orthoptera, Hemiptera (Heteroptera, Stenorrhyncha, Auchenorrhyncha), Neuroptera, Coleoptera and Hymenoptera distributed in 24 families. When carrying out a test of Kolmogorov - Smirnov the normality of data of those was determined, Shaded coffee were richer and an the Anova test was significant for differences in species richness and insects associations. Mutualist interactions were predominant (32,31%), very of followed by the mutual ones of for closely (30,26%), species of those of where of in of Alcalde percentage of cheat of ants of *Linepithema* sp.1 exhibited the highest number of associations (32,12%), followed by *Brachymyrmex heeri* (12,41%), and *Wasmannia auropunctata* (6,57%). Homipterans associated in 52,94% of the cases, and Coleóptera in 26,89%. It was concluded that the highest richness and associations occurred in shaded coffee plantations and that the structural complexity of these agroecosistemas makes possible a highest number of habitats and microhábitas for this

associated biodiversity which might provide environmental services little valued yet.

INTRODUCCIÓN

Los artrópodos, en especial los insectos, constituyen el 90% de las especies en los trópicos (Pimentel *et al.* 1992), y son un componente importante en los agroecosistemas como los cafetales, donde muchos actúan como controladores biológicos. Específicamente las hormigas ejercen importantes funciones en los ecosistemas en general, demostrando ser uno de los grupos de insectos más sensibles a cambios ecológicos (Majer, 1983). Las hormigas han recibido especial atención por parte de los investigadores, debido a que algunas de las especies se perfilan como determinantes y de especial importancia para estudios biológicos, ecológicos y agroforestales.

El sistema de cultivo de cafetales es un caso ejemplar de cómo la intensificación de la agricultura afecta negativamente a la biodiversidad tropical (Armbrecht y Perfecto, 2001). El gradiente de intensificación, entre otras, reduce el dosel de los árboles de sombra, reemplazándolo por un modelo de plantaciones de café con muy poca o ninguna sombra (Perfecto y Vandermeer, 1996; Perfecto *et al.* 1996, 1997), lo que conduce a reducir la complejidad estructural del cultivo, los nichos ecológicos de la fauna asociada (Gallina *et al.* 1996; Moguel y Toledo, 1999).

Las relaciones ínter específicas juegan un papel fundamental en el ecosistema y son importantes pues hacen posible el éxito evolutivo de las especies. Las relaciones mutualistas con hormigas involucran tanto interacciones planta-insecto como insecto-insecto. Teniendo en cuenta, que

en Colombia se han llevado a cabo solo estudios con relaciones hormiga-homóptero por parte de Franco *et al.* (2003) y otros estudios por Bustillo *et al.* (1998), todavía hace falta revisar específicamente relaciones con otros insectos en el cafeto.

Este estudio hizo especial énfasis en describir las asociaciones presentes entre hormigas y otros insectos en plantas de café bajo condiciones de sol y de sombra, con el fin de identificar las posibles relaciones ya sean benéficas, antagónicas o neutras entre los diferentes individuos que se encuentran en estos hábitats, teniendo como punto central el estudio de la comunidad de hormigas, su composición, diversidad, y a su vez destacar posibles beneficios o daños que se estén presentando en las plantas de café.

2. MARCO TEORICO

Los himenópteros son un grupo bastante diverso en aspectos biológicos, etológicos (solitarios a sociales), de hábitos de nidificación, de interacciones (entre sí y con otros organismos) y a nivel genético. Numerosos estudios se han abordado referentes a este grupo de insectos. Las hormigas constituyen una de las familias de Hymenoptera más comunes y mejor estudiadas en varios aspectos de su biología y sistemática (Majer, 1983; Andersen, 1990; Peck *et al.* 1998; Alonso y Agosti, 2000). La alta diversidad y abundancia en los ecosistemas tropicales, además de la capacidad de establecer simbiosis, la diversidad de posiciones tróficas, su relativa estabilidad espacio-temporal y su ubicuidad, hace de las hormigas un grupo ideal para estudiar sus diferentes relaciones con otros organismos.

Se entiende por simbiosis un tipo de asociación biológica entre dos o más organismos de distinta especie. A los organismos involucrados se les ha denominado simbiontes. El fenómeno de la simbiosis presenta dos tipos principales: asociaciones *facultativas*, dos organismos diferentes “tienen la facultad” de establecer una relación simbiótica mas o menos íntima, pero no necesitan hacerlo obligatoriamente y pueden sobrevivir como organismos de vida libre. En las asociaciones *obligatorias*, en cambio, un organismo debe unirse simbióticamente a otro, de ordinario específico, para sobrevivir. Los antepasados de los simbiontes obligatorios han sido invariablemente organismos de vida libre que en el transcurso de la historia han perdido la capacidad de vivir solos. Antes de convertirse en simbiontes obligados

debieron de formar asociaciones facultativas con organismos de los cuales dependieron cada vez más (Rickless, 1998; Curtís, 2000).

Existen numerosas interacciones entre hormigas y otros organismos, pertenecientes a gran variedad de taxa, desde plantas, bacterias, hongos, hasta otros insectos de órdenes muy lejanos. Los estudios relacionados giran en torno a: hormiga- planta e hormiga-insecto

2.1 INTERACCIONES: HORMIGAS-PLANTAS

Las plantas superiores o Angiospermas se diferenciaron a comienzos del Cretáceo Medio, hace aproximadamente 100 millones de años y rápidamente se tornaron dominantes en la superficie de la tierra, en particular durante el período Terciario (Delabie, 2003). Según Beattie (1985) los diferentes tipos de relación planta-hormiga por ejemplo, myrmecotrofia, mirmecocoria, mirmecodomacio, mirmecogamia y mirmecófitas no se restringen a las plantas superiores o angiospermas, pues se han registrado un buen número de casos en los que estos himenópteros interactúan con diversas Pteridófitas. Sin embargo, y aunque las hormigas no son polinizadores por excelencia (existen solo algunos casos) los factores que posibilitaron este rápido suceso fueron: (1) las modificaciones en las condiciones ambientales (climáticas, geográficas o físicas); (2) la aparición de un gran número de potenciales polinizadores; (3) la aparición de organismos con la facultad de dispersar el polen; (4) la proliferación de herbívoros que llevaron a las plantas, por selección natural, a “adquirir” o “generar” mecanismos de defensa; (5) la capacidad de las plantas de producir metabolitos secundarios y (6) la diversificación del grupo de hormigas. Un número importante de

relaciones evolutivas planta-hormiga se manifiestan a través de refugios para anidar (domacios) (Hölldobler y Wilson, 1990), que son comunes tanto en ambientes muy húmedos como en ambientes muy secos.

2.2 INTERACCIONES: HORMIGAS – INSECTOS (Relaciones hormigas - “homópteros” - plantas)

Muchas especies de hormigas crían “homópteros” succionadores de la savia de las plantas como pulgones, cochinillas y membrácidos para alimentarse de sus excreciones azucaradas (Nixon, 1951; Cushman y Addicott, 1991), un fenómeno similar se presenta con larvas de lepidópteros de las familias Lycaenidae y Riodinidae (Devries, 1991; Pierce *et al.* 1991). Ese tipo de relación se conoce desde el Terciario gracias al registro fósil de la asociación entre una hormiga del género *Iridomyrmex* y un pulgón, encontrados en el mar Báltico y conservados en ámbar. Debido a su comportamiento, los “homópteros” pueden transmitir enfermedades virales a las plantas cuando perforan los tejidos de hojas y tallos con el fin de alcanzar los vasos conductores de savia (Nixon, 1951; Mckey y Meunier, 1996).

En términos generales, las hormigas protegen a los “homópteros” de ataques de parasitoides y depredadores y eligen el lugar más adecuado para que los “homópteros” extraigan la savia (Delabie *et al.* 1994). Gracias al cuidado, los “homópteros” logran una mayor tasa de supervivencia. La mantención de al menos una colonia de “homópteros” garantiza a las hormigas el acceso a la sustancia azucarada que es brindada por los homópteros a las hormigas a cambio de su cuidado, sin depender de la fluctuación estacional de la producción de otros nutrientes por la planta (Mckey y Meunier, 1996). En algunos casos, los “homópteros” hacen parte de la dieta de las hormigas que

los crían (Nixon, 1951; Mckey y Meunier, 1996). Además existen evidencias de que diversas especies de “homópteros” compiten por la atención y protección de las hormigas (Cushman y Addicott, 1991; Sakata y Hashimoto, 2000).

No obstante, en términos generales, las tres partes obtienen beneficios: las hormigas porque reciben la sustancia azucarada y ganan tiempo en la exploración de los recursos, ya que los “homópteros” se mantienen en puntos fijos controlados por la colonia de hormigas (Rosengren y Sundström, 1991); los “homópteros” al liberar sus secreciones, reciben protección y transporte hasta los sitios adecuados para la alimentación y así incrementan su esperanza de vida; y las plantas, a pesar del gasto energético evidente con la presencia de los insectos, reciben en compensación la protección de las hormigas contra fitófagos que podrían causar daños mayores (Cushman y Addicott, 1991; Delabie *et al.* 1994).

3. ANTECEDENTES

Las hormigas han sido ampliamente estudiadas y admiradas durante décadas en el ámbito científico y sobre ellas se han realizado gran variedad de investigaciones incluyendo las relaciones existentes entre hormigas y otros insectos. En los agroecosistemas, las hormigas pueden llegar a desarrollar una serie de funciones importantes; en el caso del cultivo del café se las ha reportado cumpliendo funciones ecológicas como la depredación sobre una plaga, caso importante y destacado de la broca del café (Coleoptera: Curculionidae; Scolytinae, *Hypothenemus hampei*) (Vélez *et al.* 2000, 2003; Varón *et al.* 2004; Gallego R. y Armbrecht, 2005), la cual se ha considerado la principal “plaga” del cultivo invirtiéndose millones de pesos en este problema

En una serie de estudios realizados en el territorio Colombiano en busca de soluciones que permitieran disminuir el impacto de las infestaciones de la broca sobre el cultivo del café, Gallego R. y Armbrecht (2005), reportaron la actividad depredadora que las hormigas *Solenopsis picea* y *Tetramorium simillimum*, ejercen sobre esta, en cafetales manejados bajo dos niveles de sombra. Las autoras lograron determinar una disminución en el porcentaje de brocas dentro de los granos de café que se habían expuesto a la presencia de estas hormigas.

Franco *et al.* (2003) en las subestaciones de Supía (Caldas) y Líbano (Tolima), estudiaron la asociación de hormigas con insectos chupadores en la parte aérea del cafeto. Las evaluaciones y toma de muestras se llevaron a

cabo en Cenicafé donde se colectaron las hormigas e insectos asociados a ellas, encontrando un total de 114 asociaciones entre 30 especies de hormigas y 12 especies de insectos chupadores. Las relaciones reportadas se distribuyeron así: mutualismo (95.11%), comensalismo (4.57%) y depredación (0.32%).

En un trabajo realizado en Cenicafé por Bustillo *et al.* (1998), se llevaron a cabo una serie de labores de reconocimiento de enemigos nativos de la broca del café entre 1990 y 1995 en diferentes sitios de Colombia en cafetales afectados por este insecto. En los frutos de café colectados se encontró alrededor de 17 agentes de control biológico como hongos, bacterias y protozoarios, entomopatógenos parasitoides como: bracónidos y predadores de la familia Formicidae como *Crematogaster* sp., *Pheidole* sp., *Brachymyrmex* sp., *Solenopsis* sp., *Wasmannia* sp. y *Prenolepis* sp.

También se han realizado estudios enfocados a evaluar la capacidad depredadora de hormigas. Vélez *et al.* (2000, 2003) evaluaron las hormigas involucradas espontáneamente en el control de la broca, durante el proceso de secado solar en marquesinas o secadores parabólicos, encontrando entre 6,8% y 7,3% de depredación de los estados vivos iniciales de la broca correspondiendo, el 97% a estados adultos de la broca. En los experimentos realizados por Varón *et al.* (2004), en Costa Rica se incluyeron cinco especies de hormigas *Solenopsis geminata*, *Pheidole radoszkowskii*, *Crematogaster torosa*, *C. curvispinosa* y *C. crinosa* pero no se encontró depredación significativa bajo condiciones de campo en ninguno de los estados de la broca de café; sin embargo, si se encontró depredación por hormigas en el laboratorio.

4. JUSTIFICACION

El cultivo del café en Colombia representa el segundo renglón generador de divisas para el país (Bustillo *et al.* 1998, Bustillo, 2002), y sigue siendo de gran importancia, por tanto, cualquier problema que lo afecte es de especial relevancia para la economía Colombiana. Además, el café está entre las cinco exportaciones más valiosas de las naciones en desarrollo, empleando a más de 25 millones de personas en todo el mundo y cultivándose en la mayoría de las regiones de mayor diversidad biológica (Bustillo *et al.* 1998).

Conocer la diversidad de insectos asociados al cultivo de café permitirá entender el nicho ecológico que ocupan dentro del agroecosistema y a su vez reportar las distintas interacciones benéficas, antagónicas o neutras presentes entre la mirmecofauna y entre otros insectos asociados al cultivo.

Frente a esta situación, adquiere relevancia la vocación multidisciplinaria del Biólogo, como investigador y como artífice de procesos educativos que busquen ampliar el conocimiento y sensibilizar sobre la importancia de la diversidad en todas sus expresiones. El presente estudio responde a esta necesidad, buscando un acercamiento a la actividad de las hormigas en los cafetales con el fin de identificar las distintas relaciones entre los diferentes individuos que se encuentran en este tipo de agroecosistemas y la función que pueden llegar a ejercer. Por otro lado, se abren las puertas a otras investigaciones sobre la ecología de hormigas en otros cultivos y los múltiples beneficios que estas pueden tener sobre ellos.

6. OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de las hormigas sobre la presencia de otros insectos en el follaje de cafetales de sol y de sombra, corregimiento Pescador, Cauca.

6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Comparar la riqueza de insectos asociada a los cafetales con y sin presencia de hormigas.
- Comparar la abundancia de interacciones entre hormigas y otros insectos, en cafetos bajo condiciones de sombra y a plena exposición
- Describir observaciones *in situ* sobre interacciones entre hormigas y otros insectos sobre plantas de café con y sin sombra.

7. METODOLOGÍA

7.1 AREA DE ESTUDIO

El municipio de Caldon (Figura 1), se encuentra ubicado en la zona Andina en la vertiente occidental de la cordillera Central y en el sector oriental del departamento del Cauca. Se encuentra entre los 2°41'51" y 2°55'10" de latitud norte y entre los 76°21'37" y los 76°37'50" de longitud oeste. El clima va de templado húmedo a páramo, presenta un rango de precipitación anual entre los 1.400 y 2.000 mm.

En el corregimiento de Pescador (Resguardo La Laguna Siberia) donde se llevó a cabo el estudio, se encuentran localizadas dos fincas cafeteras: Finca El Alto del Paraíso y la Angélica. En cada una se seleccionaron dos parcelas menores de 1ha de café con y sin sombra (*i.e.* cuatro parcelas). Las fincas se encuentran a una altura de 1420 msnm, con temperatura promedio 18 °C y una zona de vida bhPM según Holdridge (1978). Las áreas de las parcelas de muestreo son:

- cafetal 1 sin sombra, parcela de 5769 m².
- cafetal 1 con sombra, parcela de 6704 m² } Finca la Angélica

- cafetal 2 sin sombra, parcela de 6969 m².
- cafetal 2 con sombra, parcela de 7100 m². } Finca Alto del Paraíso

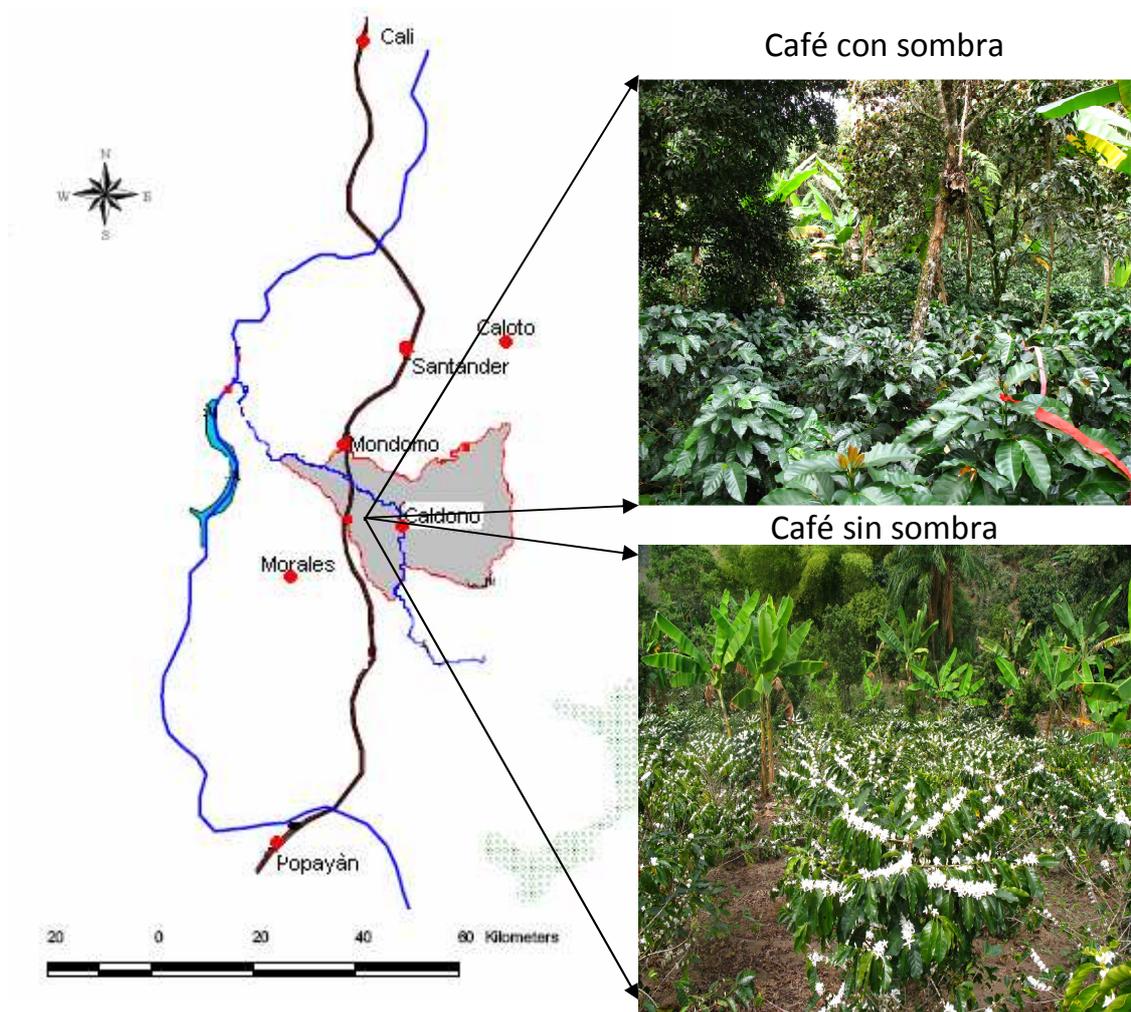


Figura 1. Relaciones espaciales municipio de Caldono

7.2 MÉTODO DE MUESTREO

En cada parcela se seleccionaron, comenzando por un punto elegido al azar, 45 arbustos de café los cuales se encontraban distantes por lo menos 10 metros entre si y 10 metros con relación a los bordes. En cada uno de los cafetos se tomaron dos ramas ubicadas en la parte productiva del cafeto y homogéneas entre si, posteriormente una de ellas se aisló del paso de hormigas e insectos caminadores (rama testigo) aplicándole en la base de la rama un pegante especial llamado (Tanglefoot®) el cual resiste el agua y no

se seca. Este pegante fue reforzado cada vez que fue necesario (i.e. aproximadamente cada mes). La otra rama se dejó libre al paso de insectos caminadores con el fin de observar todas las posibles relaciones presentes en estas ramas. Los muestreos se realizaron de forma manual con el fin de caracterizar las relaciones encontradas en medio de los granos de café (Figura 2) y con ayuda de una jama entomológica con el fin de atrapar posibles insectos voladores que se posaban en las ramas a lo largo del muestreo. El ensayo se montó en época de floración y se comenzó a muestrear en época de fructificación hasta la cosecha. Las observaciones se realizaron cada dos semanas (15 días), en cada rama, por un tiempo estimado de cinco (5) minutos aproximadamente, en este lapso de tiempo a lo largo de los muestreos se observó caracterizo y documentó lo concerniente a las asociaciones presentes agrupándolas en tres grandes grupos como fueron: mutualismo, comensalismo y depredación según fuese el caso y el tipo de relación observada, también se registraron fotográficamente algunas de las interacciones que se llevaban a cabo en el momento de los muestreos, las cuales se discutieron a la luz de la literatura reciente. Por cada parcela de café con y sin sombra, se tuvieron 45 unidades muestréales como tratamiento, constituidas por todas aquellas ramas aisladas del paso de hormigas y 45 unidades muestréales testigo, que fueron todas aquellas ramas libres al paso de hormigas. El trabajo de campo se efectuó entre enero y julio de 2007.

El material entomológico colectado se guardó en viales debidamente rotulados con toda la información del muestreo y fueron preservados en alcohol al 70%, los cuales fueron posteriormente llevados al laboratorio de la Universidad del Cauca y de la universidad del Valle para su posterior montaje. Las hormigas se identificaron hasta género usando las claves de Hölldobler y Wilson (1990),

clave para la determinación de hormigas neotropicales basados en las obreras por Lattke (2004) y Bolton (1994).

Los otros insectos colectados también se llevaron al laboratorio en donde se identificaron por comparación con especímenes de la colección de insectos de la universidad del valle (MEUV).



Figura 2. Captura manual de especímenes

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Las variables evaluadas fueron riqueza de especies de hormigas y riqueza de otros insectos, así como también el número de asociaciones presentes entre los dos tipos de cultivo. Se describió detalladamente las diferentes asociaciones encontradas de acuerdo a la frecuencia de aparición de determinadas especies de hormigas y determinadas especies de insectos, las cuales posteriormente se discutieron a la luz de la literatura presente. Se realizó una prueba de Kolmogorov-Smirnov para examinar normalidad de los datos, de tal manera, que al encontrarse relevante como fue el caso, se

examinaron estadísticamente estas asociaciones con una anova univariada y una t-student para mirar si existían diferencias significativas entre el número de especies encontrado entre los cafetales (con y sin sombra), el tratamiento (con y sin pega) y el número de asociaciones presentes en la parte aérea del cafeto. También se realizó un gráfico de medias marginales con el fin de observar la efectividad de los tratamientos (con pegante/sin pegante) llevados a cabo en los cafetales estudiados.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectó un total de 1161 hormigas agrupadas en 52 morfoespecies y 409 individuos de otros insectos, agrupados en 119 morfoespecies. Del total de hormigas, 350 de ellas pertenecientes a 31 morfoespecies se encontraron en asociación con 319 individuos de otros insectos agrupados en 38 morfoespecies.

Las 31 morfoespecies de hormigas se encontraron distribuidas en 7 subfamilias: Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae, Pseudomyrmecinae, Ecitoninae, Ponerinae y Ectatomminae. Las 38 morfoespecies de otros insectos están distribuidos en 6 órdenes: Blattaria, Dermaptera, Orthoptera, Hemiptera (Heteroptera, Stenorrhyncha, Auchenorrhyncha), Neuroptera, Coleoptera e Himenóptera y 24 familias (Tabla 1). Las subfamilias de hormigas que se encontraron en mayor proporción (en términos de abundancia de individuos) fueron en orden decreciente: Myrmicinae, Formicinae, Pseudomyrmecinae y en menor Ecitoninae, Ectatomminae (Figura 3).

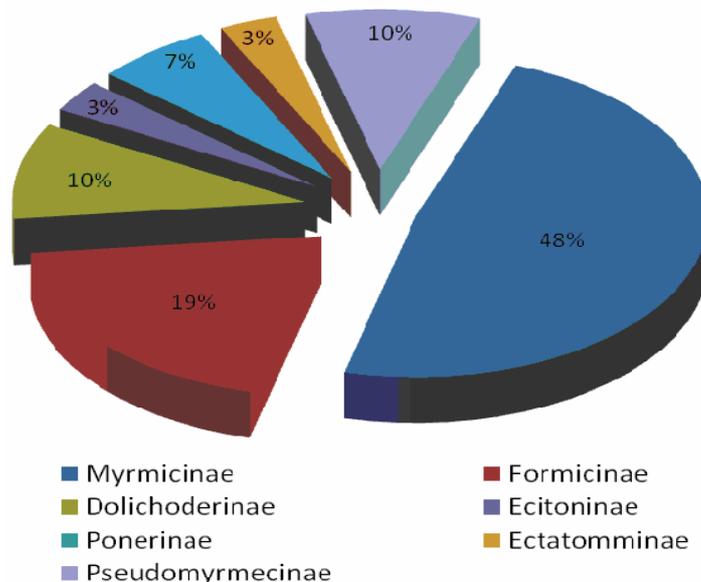


Figura 3. Subfamilias de hormigas encontradas en la parte aérea del cafeto.

Tabla 1. Órdenes y Familias de otros insectos encontrados en la parte aérea del cafeto.

ORDEN	FAMILIA
Blattaria	Blaberidae
Coleoptera	Carabidae Chrysomelidae Curculionidae Lycidae Coccinellidae Melolonthidae Staphylinidae
Hemiptera (Sub.Orden: Heteroptera, Stenorrhyncha, Auchenorrhyncha)	Coccidae Orthezidae Pseudococcidae Cicadidae Membracidae Cicadellidae Aphididae Cercopidae Pyrrhocoridae Coreidae
Hymenoptera	Ichneumonidae Sphecidae Drynidae
Neuroptera	Chrysopidae
Orthoptera	Romaloidae Acrididae

Del total de insectos encontrados sobre el follaje de los cafetos, se pudo observar diferentes interacciones, las cuales se encuentran agrupadas en 119 eventos¹ de asociación (Anexo 1).

¹ Evento: Hace referencia a cada uno de los registros que involucran algún tipo de asociación observada entre una(s) especie(s) de hormigas y otro(s) insecto(s)

Los eventos de asociación con determinadas especies de hormigas variaron dependiendo de la subfamilia (Figura 4), por ejemplo Dolichoderinae con tres morfoespecies presentó el 36,41% seguida de Myrmicinae con 15 morfoespecies y un 33,09% de las asociaciones registradas, por el contrario Ponerinae con dos especies, registró el 2,12% del total de las asociaciones (Tabla 3). Esta diferencia entre las subfamilias Myrmicinae y Dolichoderinae se debió muy seguramente a la marcada población de hormigas del género *Linepithema* encontrada en los diferentes cafetos. Esta morfoespecie en particular se caracteriza por anidar en la hojarasca con ayuda de partículas de tierra que se acumulan entre las hojas formando una base para estos (Ramírez *et al.* 2000), así como también realizando este tipo de estructuras en la parte aérea del cafeto garantizando su alimento por medio de las asociaciones establecidas con insectos chupadores. De ahí que las asociaciones se hayan incrementado notablemente en los cultivos con sombra pues éstos presentan una mayor complejidad estructural que se relaciona directamente con una mayor diversidad de artrópodos (Armbrecht y Perfecto, 2001).

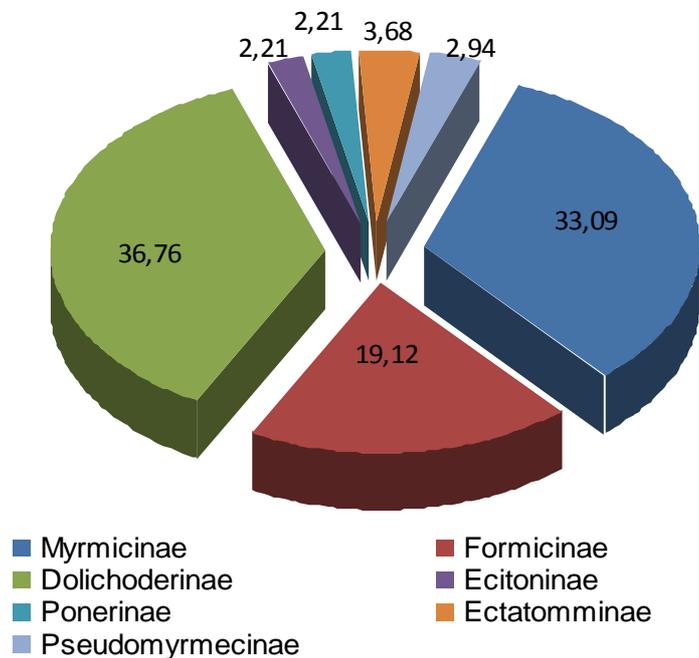


Figura 4: Abundancia de Familias de Hormigas en asociación.

El orden Hemiptera, presentó la mayor proporción de asociaciones con las hormigas siendo esta el 52,94% del total (119 asociaciones), seguido del orden Coleoptera con 26,89% (Tabla 2). Estos resultados ratifican la importancia que juegan los insectos chupadores en los diferentes agroecosistemas y definitivamente la preocupación que se ha despertado con respecto a la asociación con las hormigas, debido a los problemas fitosanitarios que han ocasionado dentro de los cafetales, aunque este tipo de insectos chupadores según Bustillo (2002) no han sido considerados hasta el momento como plagas serias debido a que solo se han registrado ataques esporádicos en los cafetales.

Tabla 2. Proporción de asociaciones entre hormigas y otros insectos encontrada

Hormigas	Orden	Suborden	119	% ocurrencia
	Coleoptera		32	26,89
	Dermaptera		8	6,72
	Hemiptera	Heteroptera	3	2,52
Formicidae	Hemiptera	Stenorrhyncha	63	52,94
	Neuroptera		3	2,52
	Hymenoptera		6	5,04
	Orthoptera		3	2,52
	Blattaria		1	0,84
			119	100

Entre las interacciones encontradas con especies de la familia Formicidae, se destacan las asociaciones formadas por las morfoespecies *Linephitema* sp.1 y *Linephitema* sp.4 de la subfamilia Dolichoderinae, las cuales incrementaron notablemente el número de asociaciones encontradas debido, muy seguramente, a los nidos satélites realizados mediante un recubrimiento con material vegetal en medio de los cerezas de café. Así mismo la subfamilia Myrmicinae se destacó por presentar un número notorio de asociaciones mutualistas facultativas con otros insectos chupadores, lo cual está en consonancia con los resultados obtenidos por

Franco *et al.* (2003) donde a lo largo de su estudio, también observó una mayor proporción de asociaciones mutualistas.

Dentro de los otros insectos, el orden Coleoptera por su parte, se encuentra con una alta proporción de eventos, debido a las asociaciones oportunistas que llegan a formar las larvas de coccinellidos con nidos satélites de las hormigas *Linepithema*, de tal forma que es preciso tener en cuenta que gran parte de la alimentación de estos insectos, según Cárdenas y Posada (2001), consta de estados inmaduros de insectos chupadores como áfidos, cóccidos y pseudocóccidos, ya que estos coleópteros a lo largo del estudio se encontraron asociados con gran parte de estos insectos chupadores (Tabla 3). Es importante destacar el control biológico que llegaron a realizar varias morfoespecies de hormigas con diferentes morfoespecies de comedores de hojas del cafeto como crysomelidos, curculionidos y melolonthidos, los cuales se constituyen en una gran problemática del agroecosistema cafetero, teniendo en cuenta que estos atacan el punto de crecimiento del árbol y sus partes tiernas (Cárdenas y Posada, 2001). Así pues, estos se encontraron interactuando con especies de hormigas como *Wasmannia auropunctata*, *Leptothorax* sp1 y *Leptothorax* sp.2; *Brachymyrmex heeri*; *Eciton Burchelli* y hormigas cazadoras como *Pachycondyla obscuricornis*, *Pachycondyla* sp.1 y *Ectatomma ruidum*, las cuales actuaban como controladoras de estos posibles insectos plaga

Tabla 3. Ocurrencia de asociaciones entre subfamilias de hormigas e individuos de otros insectos

SUBFAMILIAS DE HORMIGAS	OTROS ORDENES	% EVENTOS DE ASOCIACION
Myrmicinae	Coleoptera	10,08
	Neuroptera	1,68
	Stenorrhyncha	18,49
	Orthoptera	0,84
	Total	31,09
Dolichoderinae	Coleoptera	10,08
	Dermaptera	5,04
	Heteroptera	0,84
	Stenorrhyncha	21,01
	Hymenoptera	4,20
Total	41,18	
Formicinae	Coleoptera	3,36
	Blattaria	0,84
	Heteroptera	0,84
	Stenorrhyncha	10,08
	Neuroptera	0,84
Total	15,97	
Pseudomyrmecinae	Heteroptera	0,84
	Stenorrhyncha	1,68
Total	2,52	
Ectatomminae	Coleoptera	0,84
	Heteroptera	0,84
	Stenorrhyncha	1,68
	Hymenoptera	0,84
	Orthoptera	0,84
Total	5,04	
Ecitoninae	Coleoptera	1,68
	Orthoptera	0,84
Total	2,52	
Ponerinae	Coleoptera	0,84
	Dermaptera	0,84
Total	1,68	

Rivera y Armbrrecht (2005) encontraron que los cafetales orgánicos con sombra poligenérica contienen mayor riqueza de especies de hormigas que los cafetales en monocultivo. De igual modo concluyeron que un manejo agrícola ambientalmente amigable, como el cafetal orgánico de sombra diversa, se constituye en una matriz favorable para la diversidad de hormigas. Estos resultados son consistentes, ratificando lo observado en los dos sistemas de cultivo, en donde el tipo y número de relaciones entre hormigas y los diferentes grupos de insectos en la parte aérea del cafeto varió considerablemente, pero se encontró muy ligada a la estructura del cultivo, es decir, que la diversidad de la artropofauna (Tabla 4) está estrechamente relacionada con la cantidad de asociaciones potencial y realmente existentes, lo cual lo evidencia la diferencia en el manejo de la sombra entre estos cultivos.

Los registros hechos a lo largo del estudio evidencia que los cultivos con sombra ó polisombra, no sólo presentan una mayor riqueza de especies de hormigas, sino una mayor riqueza de morfoespecies de otros insectos que los cultivos que se encuentran a plena exposición solar. De esta manera, por medio de un análisis con una anova univariante se realizó un grafico de medias marginales para observar de que manera se comportaban los cafetales del estudio, destacando el cafetal con sombra como el de mayor diversidad encontrada en relación con el cafetal a plena exposición, así mismo se observó que la rama tratamiento (con pega) fue selectiva en cuanto a la diversidad de insectos encontrados, ya que no permitía el paso de hormigas ni insectos caminadores, mostrándonos la efectividad de pegante en la base de las ramas (grafico 5).

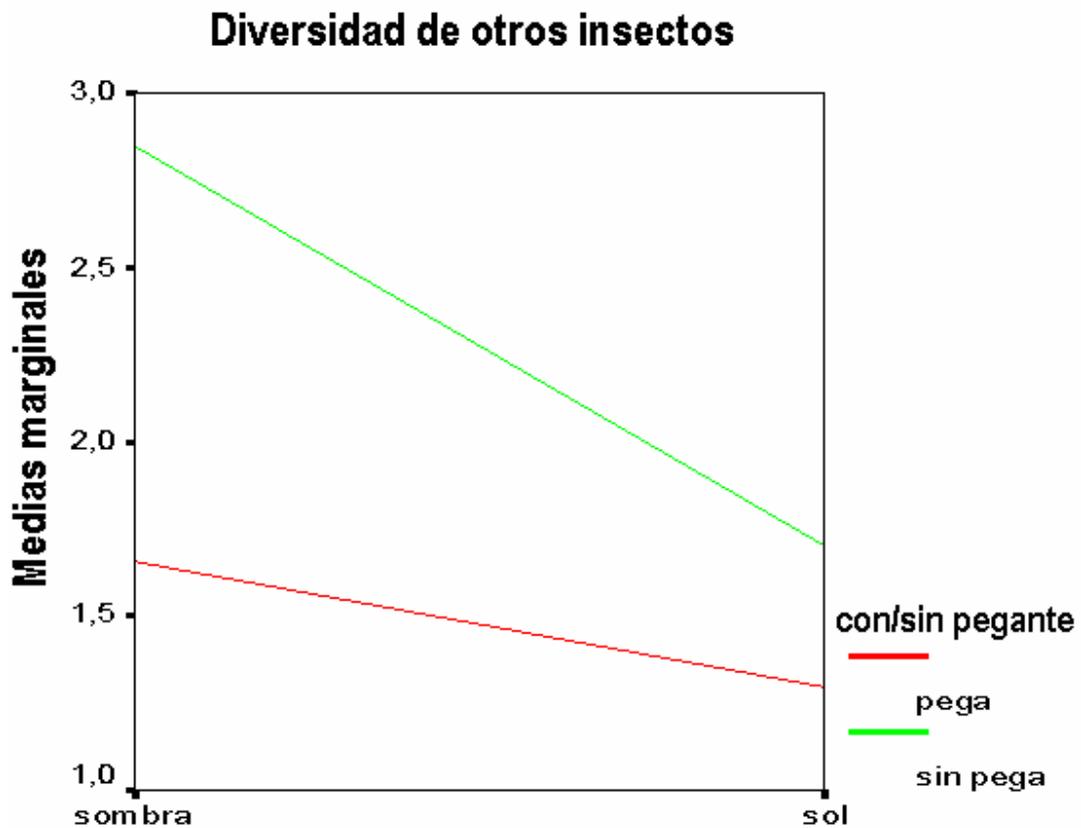


Figura 5. Medias marginales estimadas para la diversidad de otros insectos en los cafetales estudiados.

Con los datos sobre riqueza de especies de hormigas, riqueza de especies de otros insectos e interacciones, se realizó una prueba de Kolmogorov-Smirnov, encontrándose que los datos cumplían con el supuesto de distribución normal (Anexo 2 a, b, c, d). De tal manera, que cumplido este supuesto, se pudo realizar una t- Student (Anexo 2 e) donde se observaron diferencias significativas en la riqueza de otros insectos asociados a los cafetales ($t_{0.05 (409)} = 4.152$; $p < 0.001$) y riqueza de hormigas ($t_{0.05 (52)} = 3.895$; $p < 0.001$), siendo mayor en los cafetales con sombra asociada.

Tabla 4. Proporción de otros insectos en los diferentes cultivos estudiados

ORDEN	SUB-ORDEN	FAMILIA	Tipo de Cultivo			
			Sombra 1	Sombra2	Sol 1	Sol 2
Blattaria		Blaberidae	0,00	0,46	0,00	0,46
	Total		0,00	0,46	0,00	0,46
Dermoptera			0,92	1,84	0,00	1,84
	Total		0,92	1,84	0,00	1,84
Orthoptera		Acrididae	0,46	1,38	0,00	1,38
		Gryllidae	0,00	0,46	0,00	0,46
		Romaleidae	0,00	0,92	0,00	0,46
		Eumastacidae	0,00	0,00	0,00	0,46
	Total		0,46	2,76	0,00	2,76
Heteroptera		Pentatomidae	1,38	0,92	0,46	0,46
		Coreidae	0,00	2,30	0,00	0,92
		Miridae	0,00	0,46	0,00	0,00
		Pyrrhocoridae	0,00	0,00	1,84	0,46
		Reduviidae	0,00	0,46	0,00	1,38
	Total		1,38	4,15	2,30	3,23
Hemiptera	Stenorrhyncha	Aphididae	0,00	1,38	0,00	0,92
		Cercopidae	0,00	0,46	0,00	1,38
		Cicadidae	0,00	0,00	0,00	0,92
		Cicadellidae	0,46	2,76	0,46	0,00
		Clastopteridea	0,00	0,46	0,46	0,00
	auchenorrhyncha	Coccidae	1,84	6,45	0,00	1,38
		Membracidae	1,84	1,38	0,00	0,46
		Orthezidae	0,00	0,46	0,00	0,46
		Pseudococcidae	0,46	0,46	0,00	0,00
		Total		4,61	13,82	0,92
Neuroptera		Chrysomelidae	2,76	0,92	1,38	1,84
Total		2,76	0,92	1,38	1,84	
Coleoptera		Coccinellidae	1,38	1,84	0,46	2,76
		Carabidae	0,92	0,92	0,00	0,46
		Curculionidae	4,61	3,69	1,84	1,38
		Lampyridae	0,00	0,00	0,00	0,46
		Histeridae	0,46	0,00	0,00	0,00
		Lycidae	0,46	0,92	0,00	0,46
		Erotilidae	0,00	0,46	0,00	0,00
		Elateridae	0,46	0,00	0,00	0,00
		Endomychidae	0,00	0,46	0,00	0,00
		Melolonthidae	0,00	0,46	0,00	0,00
		Sthaphylinidae	0,00	0,46	0,00	0,00
Total		8,29	9,22	2,30	5,53	
Diptera		Otitidae	0,00	0,92	0,00	0,00
		Asilidae	0,00	0,46	0,00	0,46
		Syrphidae	0,00	0,00	0,46	0,00
		Tipulidae	0,46	0,00	0,00	0,00
		Tachinidae	0,00	0,00	0,00	1,38
		Culicidae	0,00	0,46	0,00	0,00
		Mycropecidae	0,00	0,00	0,00	0,46
Total		0,46	1,84	0,46	2,30	
Lepidoptera		Nymphalidae	0,92	0,92	0,00	0,46
		Lycenidae	0,00	0,92	0,00	0,46
	Total		0,92	1,84	0,00	0,92
Hymenoptera		Pompilidae	0,00	0,46	0,00	0,00
		Sphecidae	0,00	0,46	0,00	1,38
		Ichnumonidae	0,00	3,69	0,00	0,00
		Thyreocoridae	0,46	0,00	0,00	0,46
		Dryinidae	0,00	0,92	0,00	0,00
		Halictidae	0,00	0,00	0,00	0,46
		Pelecinidae	0,00	0,92	0,00	0,00
		Apidae	0,46	0,00	0,00	0,00
Total		0,92	6,45	0,00	2,30	

De acuerdo a los resultados obtenidos y los reportados en otros estudios (Perfecto y Vandermeer, 1996), se sigue sosteniendo que el manejo de sombra dentro del cafetal puede influenciar la abundancia y diversidad de artrópodos. Algunos de los componentes responsables de esta variación en la riqueza de insectos encontrada son las condiciones microclimáticas, disponibilidad de alimento y de sitios de anidación e interacción con otras especies, que ofrecen precisamente los cafetales con estructura más compleja. Según estudios de Altieri y Nicholls (1994) estos factores relacionados con la vegetación mixta trabajan sinérgicamente para producir una resistencia asociativa o colectiva al ataque de plagas, confirmándose la complejidad existente en este tipo de sistema de cultivo.

Es de resaltar que en los cafetales con sombra se lograron observar un mayor número de asociaciones entre hormigas y otros insectos en el follaje, encontrándose diferencias significativas ($t_{0.05 (125,5)}: 3.039; p < 0,012$), siendo mucho mayor en los cafetales con sombra. Esto se pudo presentar, posiblemente, por la cantidad y variación de hábitats que se pueden llegar a encontrar en estos agroecosistemas, a diferencia del cultivo a plena exposición, cafetal sin sombra (Tabla 5). Se sabe que la composición y estructura en cafetales de sombra es más compleja por lo cual su diversidad asociada es mayor (Gallego, 2005).

Tabla 5. Proporción de eventos de asociación entre especies de hormigas y otros insectos en cada una de las parcelas de café

SUBFAMILIA HORMIGA	ESPECIE DE HORMIGA	TIPO DE CULTIVO			
		SOMBRA 1	SOMBRA 2	SOL 1	SOL 2
Myrmicinae	<i>Wasmannia auropunctata</i>	0,73	0,73	1,46	3,65
	<i>Crematogaster</i> sp.1	0,00	0,00	0,73	0,00
	<i>Crematogaster</i> sp.2	1,46	2,19	0,00	0,73
	<i>Crematogaster</i> sp.3	0,73	1,46	0,00	0,00
	<i>Crematogaster</i> sp.5	1,46	0,73	0,00	0,00
	<i>Crematogaster</i> sp.6	0,00	1,46	0,00	0,00
	<i>Crematogaster</i> sp.7	0,73	1,46	0,00	0,00
	<i>Cephalotes</i> sp.2	0,73	0,73	0,00	0,00
	<i>Solenopsis</i> sp.3	0,73	1,46	0,00	0,00
	<i>Pheidole</i> sp.16	1,46	0,73	0,00	0,00
	<i>Leptothorax</i> sp.1	0,00	0,73	0,00	0,00
	<i>Leptothorax</i> sp.2	0,00	0,73	0,00	0,73
	<i>Leptothorax</i> sp.4	1,46	1,46	0,00	0,00
	<i>Procryptocerus</i> sp.1	0,73	0,00	0,00	0,00
	<i>Procryptocerus</i> sp.2	0,00	0,00	0,00	1,46
	Total	10,22	13,87	2,19	6,57
Dolichorerinae	<i>Linepithema</i> sp.1	2,19	21,17	1,46	7,30
	<i>Linepithema</i> sp.4	0,00	1,46	0,00	2,19
	<i>Azteca</i> sp.	0,00	0,73	0,00	0,00
	Total	2,19	23,36	1,46	9,49
Formicinae	<i>Brachymyrmex heeri</i>	0,73	6,57	0,73	4,38
	<i>Brachymyrmex</i> sp.2	0,00	1,46	0,00	1,46
	<i>Camponotus novogranadensis</i>	0,73	1,46	0,00	0,00
	<i>Camponotus</i> sp.4	0,00	0,00	0,73	0,00
	<i>Camponotus</i> sp.7	0,00	0,73	0,00	0,00
	<i>Camponotus</i> sp.8	0,73	0,00	0,00	0,00
	Total	2,19	10,22	1,46	5,84
Ecitoninae	<i>Eciton burchelli</i>	0,00	2,19	0,00	0,00
	Total	0,00	2,19	0,00	0,00
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex</i> sp.1	0,00	0,73	0,00	0,00
	<i>Pseudomyrmex</i> sp.9	0,00	0,00	0,00	0,73
	<i>Pseudomyrmex</i> sp.10	0,73	0,00	0,00	0,73
	Total	0,73	0,73	0,00	1,46
Ponerinae	<i>Pachycondyla</i> sp.1	0,73	0,00	0,00	0,00
	<i>Pachycondyla obscuricornis</i>	0,00	0,73	0,00	0,73
	Total	0,73	0,73	0,00	0,73
Ectatomminae	<i>Ectatomma ruidum</i>	0,00	0,00	0,00	3,65
	Total	0,00	0,00	0,00	3,65

En los diferentes sistemas de cultivo se observaron simultáneamente dos o más especies de hormigas compartiendo el hospedero (Tabla 6). Además, también se observaron especies de hormigas, al parecer oportunistas, que intentaban aprovechar el recurso que era cuidado por otras especies que hacían un recubrimiento vegetal, lo cual le permitía a los diferentes individuos protegerse contra posibles depredadores y sacar provecho de este. Por ejemplo, individuos del género *Pseudomyrmex* se observaron usando esta estrategia, en donde al parecer su velocidad al caminar resulta ser de mucha utilidad para alimentarse de insectos chupadores cuidados por hormigas de los géneros *Linepithema* y *crematogaster*.

Tabla 6. Interacción simultánea entre hormigas y otros insectos

Morfoespecies de hormigas	Otros insectos
<i>Linepithema</i> sp.1, sp.4	<i>Brachymyrmex heeri</i> <i>Saissetia coffeae</i>
<i>Linepithema</i> sp.1, sp.4	<i>Wasmannia auropunctata</i> , <i>Brachymyrmex</i> sp.2 <i>Coccus viridis</i>
<i>Linepithema</i> sp.1, sp.4	<i>Brachymyrmex heeri</i> , <i>Wasmannia auropunctata</i> <i>Pseudomyrmex</i> sp.
<i>Crematogaster</i> sp.2, sp.3	<i>Brachymyrmex heeri</i> <i>Wasmannia auropunctata</i> Membracidae sp.1
<i>Linepithema</i> sp.1	<i>Pseudomyrmex</i> sp.16 <i>Saissetia coffeae</i>
<i>Crematogaster</i> sp.2	<i>Pseudomyrmex</i> sp.10 Membracidae sp.1

8.1 Descripción del tipo de asociación entre hormigas y otros insectos

Se reconocieron un total de 119 eventos de asociación (Anexo 1) entre hormigas y otros insectos en la parte aérea del cafeto, es preciso tener en cuenta que las interacciones que se pueden presentar entre hormigas y otro tipo de insectos en especial de chupadores, se observaron en algunas ocasiones de forma simultánea en diferentes lugares de la rama testigo. A continuación se presentan los tres tipos

de asociación observadas durante este estudio: mutualismo, comensalismo y depredación.

8.1.1 MUTUALISMO

Según Curtis (2000), Rickless (1998) al mutualismo o simbiosis propiamente dicha se le conoce a la relación en que los dos asociados obtienen algún beneficio, frecuentemente vital, de su vida conjunta, a menudo necesaria para uno o ambos y no siendo dañina para ninguno de los dos. Este tipo de asociación en cultivos con sombra presentó un 24,10% de los eventos con respecto a un 6,15% encontrado en cultivos sin sombra. En donde tanto los otros insectos como las hormigas reciben beneficio. El caso más conocido y documentado es el de los insectos chupadores los cuales excretan rocío de miel o ligamaza que es una mezcla compleja de carbohidratos solubles en agua (proporción principal incluyendo glucosa, sacarosa, fructosa y otros), aminoácidos, aminos, ácidos orgánicos, alcohol, auxinas y sales (Hackman y Trikojus, 1952; Auclair, 1963; Way, 1963 citados por Delabie y Fernández, 2003) que le permiten a las hormigas poder suplir ciertas necesidades en su colonia. Sin embargo, en algunas asociaciones hormiga-chupador, éstos últimos también son depredados por las hormigas, como una fuente de proteínas y como medio de regular sus recursos alimenticios. Este comportamiento ha sido registrado en estudios realizados por Jaffé (2004) donde reporta a las hormigas Formicinae como la subfamilia que presenta mayor número de especies visitadoras de Sternorrhyncha y Auchenorrhyncha. Así pues, estos insectos reciben atención de parte de las hormigas que consiste en que la hormiga con las antenas remueve la miel del cuerpo del chupador o del lugar donde ésta es excretada. Luego con las patas delanteras limpia las antenas y ubica la miel entre las mandíbulas para posteriormente transportarla a la colonia en su estómago social. Estas asociaciones conocidas como trofobiosis² permiten que

² Trofobiosis: Relación mutualista de evolución convergente entre hormigas (Hymenoptera: Formicidae), Auchenorrhyncha y Sternorrhyncha (Delabie, 2001).

las dos partes reciban algún tipo de beneficio sin que ninguna salga perjudicada (Delabie, 2001).

La limpieza a un chupador la pueden realizar una o varias hormigas donde se puede presentar preferencia por ciertos estados de desarrollo del chupador, tal como ocurre con los estados inmaduros de áfidos y adultos ápteros en la asociación registrada entre *Linepithema* sp.1 y Aphidae sp. (Figura 6a). También por adultos e inmaduros de *Orthezia* sp realizados por *Ectatomma ruidum* (Figura 6b), *Membracidae* sp.1 y *Crematogaster* sp.3, asimismo con cóccidos como *Coccus viridis*, *Saissetia coffeae* y hormigas como *Leptothorax* sp.2, *Camponotus novogranadensis*, *Azteca* sp., *Linepithema* sp.1, *Linepithema* sp.4 (Figura 6c, 6d). Esta actividad puede durar de segundos a varios minutos dependiendo del tiempo que la hormiga necesite para almacenar suficiente miel en su abdomen. Cuando la limpieza no es efectuada por la hormiga según estudios realizados por Hamon (1998) y Franco *et al.* (2003) hongos del grupo *Capnodium* que producen fumaginas cubren tanto al chupador como la parte del árbol donde éste se encuentra, disminuyendo la fotosíntesis de la planta hospedera.

Otra protección de parte de las hormigas consiste en el cubrimiento, con tierra y material vegetal como corteza y hojas viejas, de las colonias de insectos chupadores de la familia Coccidae (*Saissetia coffeae*) y *Pseudococcidae* sp, de esta forma la hormiga los protege del ataque de enemigos naturales (Figura 6c). Además, según Gullan (1997) y Hamon (1998), esta íntima asociación entre hormigas con estos insectos chupadores, especialmente en envolturas o nidos, puede reducir la frecuencia de enfermedades en estos debido a las sustancias antibióticas secretadas por las hormigas, de tal modo que se ejerce un control preventivo sobre todo contra cualquier tipo de hongos. Esto se observó en aquellas colonias que se encuentran con este recubrimiento las cuales se encuentran en mejores condiciones que

aquellas que están descubiertas, de tal manera que prolongan su ciclo de vida protegiéndose contra posibles insectos depredadores y parásitos.

Sin embargo, cuando los enemigos naturales atacan, no todas las especies de hormigas encontradas los defienden, como en el caso observado donde hormigas como *Linepithema* sp.1, sp.4; permiten que algunas larvas de *Chrysopas* y *Coccinellidos* aprovechen una buena parte de las colonias para alimentarse. Este tipo de actividad también fue registrada por Franco *et al.* (2003), en donde encontraron larvas de *Coccinellidos* depredando homópteros en presencia de hormigas agresivas como *Solenopsis* sp. Esta red alimenticia permite que cada una de las partes reciba beneficio teniendo en cuenta que las hormigas permiten la permanencia de diferentes especies oportunistas y por consiguiente que haya un equilibrio en el cafeto, caso contrario la estrecha asociación entre la especie *Ectatomma ruidum* con *Orthezia* sp las cuales protegían agresivamente a estos Homópteros de otros insectos que quisieran entrar en su territorio (Figura 6d).



Figura 6. Asociación entre: **a.** *Linepithema* sp.1 y *Aphididae* sp.; **b.** *Ectatomma ruidum* y *Orthezia* sp.; **c.** *Linepithema* sp.1 y *Saissetia coffeae*; **d.** *Crematogaster* sp.3 y *Coccus viridis*.

8.1.2 COMENSALISMO

Según Curtis (2000), Rickless (1998) es una relación donde se beneficia a uno de los dos asociados y el otro no obtiene ni beneficio ni perjuicio de la asociación. Este tipo de asociación presentó una alta ocurrencia en el estudio, siendo mayor en cafetales con sombra (23,59%) a diferencia de los cafetales sin sombra (8,72%). Esta relación se encontró en diversas ocasiones en forma directa o indirecta, donde algunas especies de larvas de la familia Coccinellidae depredaron diferentes estadios de insectos chupadores de las Familias Coccidae y Pseudococcidae que eran cuidados por las hormigas de las morfoespecies *Linepithema* sp.1 y *Linepithema* sp. 4, aprovechando el recubrimiento que éstas hacían sobre las colonias de chupadores con material vegetal, sin que aparentemente afectara las poblaciones de las hormigas. Este evento sólo fue observado en tres ocasiones durante este estudio. Vale la pena resaltar las ventajas que para otros insectos como Dermápteros, Blattelidos e incluso hormigas del género *Brachymyrmex*, representan estos recubrimientos con material vegetal, pues actúan como una barrera protectora contra posibles depredadores (Figura 7).



Figura 7. Recubrimiento de nidos con material vegetal sobre granos de café.

Otro tipo de insectos que se benefician de la presencia de hormigas son las avispas *Polystes carnifex* y *Polibia emaciata*, las cuales realizan sus nidos en los árboles de café recibiendo protección extra de parte de las hormigas contra posibles depredadores de sus larvas resultando beneficioso para estas avispas la presencia de hormigas cerca a su nido (Figura 8a) como las hormigas de los géneros *Camponotus* sp.1 y *Linepithema* sp.1. Este tipo de relación a largo plazo (evolutivamente) se podría convertir en mutualista, teniendo en cuenta que la asociación entre nidos de avispas y de hormigas se convertiría en una defensa comunal, en donde las dos partes resultarían beneficiadas, tal es el caso de observaciones realizadas en la Reserva Pozo Verde en el Valle del Cauca entre nidos de avispas *Myschocyttarus* sp., *Synoeca* sp. y hormigas del género *Azteca*, las cuales conviven sin ningún problema, sacando beneficio de su asociación (P. Chacón, com. pers. 2007). Otra posible asociación se presentó entre huevos de la Familia Chrysopidae depositados en el haz de la hoja del cafeto en donde la presencia de hormigas permite que no sean parasitados o depredados por otros insectos y de esta forma prolonguen su ciclo de vida (Figura 8b).

También se destacó la presencia de un himenóptero de la familia Drynidae *Trichogonatopus* sp., el cual se encontró cerca a la presencia de hormigas, este Hymenoptero es considerado un parasitoide koinobionte e hipermetábolo que se desarrollan mayormente como ectoparasitoide de Homópteros Cicadellidae (Olmi y Virla, 2006) y también se alimentan de sustancias azucaradas en especial del melado producido por sus hospederos. En este caso al parecer estos parasitoides aprovechan este hospedero y no perjudican a las hormigas.



Figura 8. a. *Polystes carnifex*; b. Huevos de *Chrysopa* sp.

8.1.3 DEPREDACION

Es una relación interespecífica que consiste en la caza y muerte que sufren algunos individuos de algunas especies por parte de otros que los comen llamados depredadores. Estas interacciones fueron observadas en mayor proporción en cafetales con sombra con un 15,38% en relación con cafetales sin sombra con un 6,15%, en donde estuvieron registradas por especies de las subfamilias Ectatomminae, Ponerinae, Ecitoninae y Myrmicinae.

Este tipo de comportamiento se observó en varias ocasiones por diferentes especies de Poneromorfas como *Ectatomma ruidum*, que se presentó solo en cafetales sin sombra. Esta especie, además de cuidar insectos chupadores de la especie *Orthezia* sp., se observó alimentándose de estadios de esta misma. Igualmente se encontraron estas hormigas cargando partes mutiladas de Ortópteros de las familias Gryllidae y Acrididae, que cazaban en medio de los granos y que posteriormente transportaban a sus nidos (Figura 9a). *Ectatomma ruidum*, por su tamaño, no puede penetrar en los frutos brocados, pero ha sido reportada en otros estudios llevando broca del café *Hypothenemus hampei* entre

sus mandíbulas (Cárdenas y Posada, 2001). También se observaron especies como *Pachycondyla* sp.1 y *Pachycondyla obscuricornis* cazando Coleopteros como *Macrostylus* sp.1 (Curculionidae) y Dermápteros que resultan ser presas al parecer bastante apetecidas por este tipo de hormigas, las cuales acechaban y cazaban en medio de los granos de café que después transportaban en sus mandíbulas a los nidos.

Así pues, también las incursiones de legionarias *Eciton burchelli*, aunque solo fueron exclusivas en cultivos de café con sombra, resultan ser bastante provechosas para este tipo de agroecosistemas. Según Jaffé (2004), estas hormigas se caracterizan por presentar unos altos requerimientos proteicos para su colonia y unido a un eficiente sistema de caza, hacen de estas batidas un importante aporte en el control de numerosos artrópodos, teniendo en cuenta que la diversidad en estos sitios resulta ser mucho mayor. Estas al aparecer, después de la época de lluvias, donde proliferan gran cantidad de insectos, llegan en grandes cantidades cumpliendo una importante función al reducir poblaciones considerables de insectos herbívoros como orthópteros (Romaleidae, Acrididae, Gryllidae) y Coleopteros (*Ancistrosema rufipes* (Melolonthidae) y *Macrostylus* sp.1 (Curculionidae)). Este tipo de insectos masticadores según Murillo y Posada (2001), han sido reportados alimentándose del follaje de los cafetos causando esqueletización y sólo dejan las nervaduras principales; donde además de consumir hojas, mastican flores y roen la “pupa” (epicarpio) de los frutos.

De acuerdo con Franco *et al.* (2003) algunas hormigas del género *Pheidole* sp.3, *solenopsis* sp.2 realizan labores de manutención y a su vez depredan algunas escamas como Coccidos, en este caso se observó algo similar con las hormigas *Crematogaster* sp.1 y *Crematogaster* sp.6, donde además de realizar labores de manutención a Membracidos también los depredan. Otros insectos como los

Afidos forman colonias en el envés de las hojas mas nuevas, succionando la savia y produciendo clorosis y deformación del tejido de las hojas (Murillo y Posada, 2001), además de recibir cuidado por hormigas del género *Linepithema* sp.1, sp.4 los afidos son depredados por hormigas de los géneros *Crematogaster* sp.1 y *Pseudomyrmex* sp.9.

Un gran problema en la caficultura colombiana es y ha sido la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari), desde su reconocimiento en los cafetales en el sur del país en el año de 1988, afectando el estado fitosanitario de las plantaciones de café. Este Coleóptero es considerado el insecto más dañino del cultivo en donde su incidencia en los costos de producción es bien conocida en todos los países productores, siendo catalogada como la plaga más importante en Colombia (Bustillo *et al.* 1998, Bustillo, 2002). En las observaciones realizadas, se detectó depredación directa sobre la broca de café por hormigas de las morfoespecies *Leptothorax* sp.1, *Leptothorax* sp.2 (Figura 9b); además se encontraron hormigas como *Wasmannia auropunctata* y *Crematogaster* sp.6, acarreando pedazos del cuerpo de este insecto. Otros estudios que también han detectado la importancia de las hormigas ejerciendo un efecto depredador fueron llevados a cabo por Bustillo *et al.* (1998), los cuales identificaron varios enemigos nativos de la broca. A pesar de llevar relativamente poco tiempo de haber sido introducida al país estos investigadores encontraron hormigas como *Crematogaster* sp., *Pheidole* sp., *Brachymyrmex* sp., *Solenopsis* sp., *Wasmannia* sp. y *Pronelepis* sp. depredando broca.



Figura 9. a. *Ectatomma ruidum* con pata de Orthoptero; b. *Leptothorax* sp.2 acechando broca del café *Hypothenemus hampei*; se observa el agujero de entrada de la broca en el grano de café.

Las diferentes relaciones descritas anteriormente sobre todo con Homópteros y Membracidos no son específicas ya que las hormigas pueden presentar más de un tipo de relación con otro insecto, pudiendo ser mutualismo-comensalismo o mutualismo-depredación o finalmente las tres (mutualismo, comensalismo y depredación).

8.1.4 Interacciones indirectas hormiga-homóptero-depredadores (otros)

En este tipo de asociación presentó un mayor porcentaje de interacciones en cafetales sin sombra con un 4,72% seguido de 2,56% de cafetales con sombra. Estas asociaciones se observaron en nidos satélites³ de hormigas del género *Linepithema* con un coleóptero de la familia Staphylinidae el cual presenta un gran interés debido a la gran cantidad de representantes que están íntimamente

³ Nido satélite: Nido realizado por hormigas que consta de un recubrimiento de material vegetal como corteza, hojas viejas o tierra generalmente para la protección de chupadores (Franco *et al* 2003)

relacionados con las hormigas (Hymenoptera: Formicidae). Estos se han encontrado frecuentemente en nidos de las subfamilias Myrmicinae (Navarrete Heredia, 1995), y Ecitoninae (Seevers, 1965), en donde, estas relaciones involucran adaptaciones tanto de naturaleza trófica (Holldobler y Wilson, 1990) como química (Akre y Reittenmeyer, 1968), por parte de los estafilínidos; del mismo modo, se observó la presencia de Dermapteros aprovechando la presencia de estas hormigas para su beneficio, resultando como un reporte importante teniendo en cuenta la frecuencia de eventos observados (Figura 5).

Estos encuentros nos indican las asociaciones oportunistas que pueden llegar a realizar diferentes insectos con el fin de recibir aparentemente alimento y protección por medio generalmente de glándulas de apaciguamiento (Hölldobler y Wilson, 1990), que les permiten tomar ventaja de estos insectos (las hormigas) viviendo a expensas de ellos.

Otro caso importante, fue el de hormigas del género *Camponotus* sp.7 (Figura 10a), las cuales se encontraban con Blattelidos, donde al parecer estas aprovechan la protección y el alimento de parte de las hormigas. Pero las hormigas al parecer no las agredían ni recibían nada de parte de estos insectos. La observación fue limitada teniendo en cuenta que los nidos realizados entre las hojas del cafeto con material vegetal limitan la visibilidad, por lo cual es posible que simplemente estuvieran presentes sin interacción alimenticia o de protección.

Este tipo de asociación también se presentó indirectamente, es decir que por medio de las hormigas otro tipo de insectos recibían beneficios. Un ejemplo claro que se presentó fue con la familia Coccinellidae y Chrysopidae (ambos depredadores) en menor medida (Figura 10b), teniendo en cuenta que las

hormigas del género *Linepithema* permitían el ingreso de estos insectos o la incursión de algunos de ellos cerca de los insectos chupadores. Los depredadores, en su estado larval, necesitan penetrar las construcciones que realizan las hormigas a los homópteros para poderse alimentar, ya que éstas al cubrir las colonias de los Cócidos y Pseudococcidos y garantizar su supervivencia, también están garantizando tanto la alimentación de las larvas de Coccinellidos como su protección. A su vez el resultado conjunto es que posiblemente los chupadores no perjudiquen en mayor medida al arbusto de café, teniendo en cuenta que los depredadores mencionados son considerados como uno de los grupos de insectos que contribuyen más, a regular este tipo de poblaciones (Cárdenas y Posada, 2001).



Figura 10. a. Hormiga de la Subfamilia Formicidae morfoespecie *Camponotus* sp.7; **b.** Larva de Coccinellidae depredando Homóptero.

8.2. Síntesis general sobre las asociaciones observadas.

De los 119 eventos de asociación observados entre hormigas y otros insectos en cada uno de los cultivos estudiados, cabe destacar que el mayor porcentaje de

asociaciones se presentó con insectos chupadores en casi un 53% (Tabla 2) seguido de Coleoptera con un 27% de las asociaciones.

Se debe tener en cuenta que varias especies de hormigas fueron exclusivas de alguno de los dos sistemas de cultivo; por ejemplo *Ectatomma ruidum* se encontró en asocio con otros insectos solo en cafetales sin sombra, pero las labores de depredación que esta hormiga realizaba fue suplida por otras especies de hormigas que se encontraban en mayor proporción en cultivos con sombra como fue el caso de *Pachycondyla* sp.1, *Pachycondyla obscuricornis*, *Leptothorax* sp.1, *Leptothorax* sp.2, *Crematogaster* sp.2 y *Eciton burchelli*, las cuales se alimentaban de numerosos insectos en este tipo de agro ecosistema, cabe destacar que hubo especies compartidas entre estos dos sistemas en esta labor como *Wasmannia auropunctata*, *Brachymyrmex heeri*, *Pseudomyrmex* sp.10.

En términos generales las interacciones observadas entre hormigas y otros insectos fueron mayores en cafetales con sombra. La Figura 11, muestra estas diferencias, siendo los mutualismos facultativos y comensalismos los más representativos. Un estudio realizado por Franco *et al.* (2003) sobre asociación entre homópteros y hormigas, registro un 95.11% de estas asociaciones como mutualista. Contrario a la distribución de eventos de asociación encontradas en este estudio, teniendo en cuenta que se están manejando también otros grupos de insectos. Así pues, las asociaciones con otros insectos incrementan el porcentaje de asociaciones de tipo comensalista resultando estos dos tipos de relación de proporciones similares en los diferentes cultivos.

Las interacciones fueron ligeramente mayores en cafetales sin sombra (4,62%), debido a que individuos del orden Dermaptera, los cuales registraron mayor

número de eventos en comparación con los cafetales con sombra (2,56%), en donde además se registró la presencia de un estafilínido y crismélidos que aprovechaban la asociación con hormigas del género *Linepitema* para su beneficio.

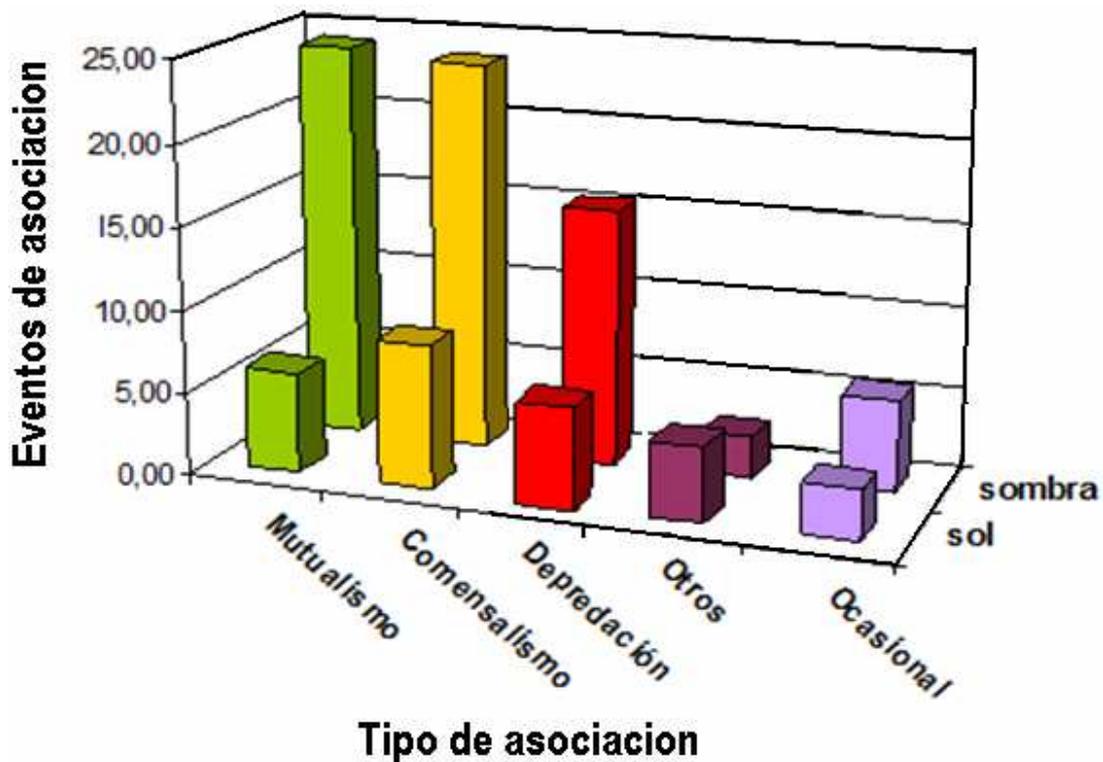


Figura 11. Porcentaje eventos de asociación registrados entre hormigas y otros insectos del follaje en cafetales con y sin sombra.

Se evaluaron los tratamientos llevados a cabo en cada uno de los cultivos, con el fin de comparar si la diversidad existente de otros insectos incrementaba o disminuía con la presencia o no de hormigas (ramas con o sin pegante). Se encontraron diferencias significativas entre el número de morfoespecies en los tratamientos ($F_{1(18,625)}=4,492$; $p =0,036$). Esto significa que las hormigas afectan la presencia de insectos en la parte aérea del café en donde aparentemente las hormigas están ejerciendo un papel importante como controladores de posibles

insectos plaga y a su vez el incremento en las poblaciones de otros insectos. Las hormigas pueden estar estimuladas por el número de insectos que sacan provecho de la asociación con hormigas. Desde este punto de vista, se debe tener en cuenta que los insectos encontrados en ramas con pega resultaban ser, en su mayoría, insectos dañinos para la caficultura como los denominados cucarroncitos del follaje de acuerdo a reportes realizados por Murillo y Posada (2001).

También, se evidencia que la diversidad y abundancia de hormigas juega un papel fundamental en la presencia de otros insectos en los cafetales, pues estas establecen diversas asociaciones que pueden ser beneficiosas para el control biológico como lo reportado en estudios realizados por Vélez *et al.* (2000, 2003); Varón *et al.* (2004); Gallego y Armbrecht (2005). En estos estudios han sido importantes las hormigas *Solenopsis picea*, *Tetramorium simillimum*, *Solenopsis geminata*, *Pheidole radoszkowskii*, *Crematogaster torosa*, *C. curvispinosa* y *C. crinosa* pues ejercen un efecto depredador sobre la broca del café. En los estudios de Vélez *et al.* (2000 y 2003) se encontró entre 6,8% y 7,3% de depredación de los estados inmaduros y el 97% para estados adultos. Por otro lado, teniendo en cuenta la proliferación de insectos que ocasionan daños, se hace necesario determinar, en el tiempo, qué papel juegan algunas de las relaciones observadas y así establecer si de alguna manera inciden en el cultivo. Esto debido a que durante el tiempo del estudio algunas de las relaciones eran muy prolíferas y estables, por ejemplo, las relaciones con los insectos chupadores. Por el contrario otras eran eventuales y laxas como las observadas con avispas, teniendo en cuenta que muchos de estos cultivos se encuentran sometidos a diferentes presiones de producción y esto puede afectar considerablemente su equilibrio. Es por esto que al parecer la proporción de asociaciones presentes en este tipo de agroecosistemas va ligada al manejo agrícola que se tenga.

10. CONCLUSIONES

- La diversidad y abundancia de insectos varía considerablemente entre los cafetales estudiados, siendo la complejidad estructural del cultivo determinante, es decir que la diversidad de la artropofauna que alberga el agroecosistema, está estrechamente relacionada con la cantidad de asociaciones potencial y realmente existentes, siendo mayor en los cafetales con sombra.
- Los cafetales con sombra presentaron mayor número de interacciones entre hormigas y otros insectos en comparación con los cafetales sin sombra, además en estos cafetales se encontraron especies exclusivas, lo que soporta los registros de la literatura que proponen a los sistemas agrodiversos como sitios potenciales para la conservación de la biodiversidad.
- De las asociaciones registradas entre hormigas e insectos chupadores en la parte aérea del cafeto se destaca la mutualista facultativa. A pesar del potencial daño que pueden generar los chupadores para la caficultura colombiana, se destaca que existe un aparente equilibrio en el control de estos insectos.
- Las diferentes asociaciones descritas entre hormigas e insectos chupadores son de tipo generalista. Se pueden ubicar en diferentes estados de asociación dependiendo del punto de vista en que se observan las interacciones, es decir, se evidencian diferentes tipos de asociación entre una o varias especies de hormigas y una o varias especies de otros insectos, y ocurren independientemente del tipo de sistema de cultivo (con y sin sombra).

- Este trabajo brinda una visión instantánea de las asociaciones presentes en este tipo de cultivos, tratando de destacar el papel de las hormigas como potenciales controladoras de insectos dañinos para la caficultura, pero también como potenciales insectos perjudiciales, sino se observan y entienden adecuadamente. Las asociaciones con estos insectos perjudican o benefician su supervivencia en el cultivo

11. RECOMENDACIONES

- Sería importante ampliar la escala de observación espacio-temporal, con el fin de inspeccionar mayor número de eventos de asociación que se estén llevando a cabo, así como a su vez realizar colectas en todas las épocas, ya que en épocas de floración se pueden presentar también numerosos insectos dañinos para la flor del cafeto donde sería interesante observar cómo se comportan las hormigas frente a este tipo de organismos.
- Es recomendable para futuros estudios evaluar la relación mirmecófila que se puede estar estableciendo entre hormigas, cafetos y otras especies de árboles que acompañan los cafetales con sombra, para determinar las redes alimenticias que se pueden estar tejiendo entre éstos.
- Teniendo en cuenta la alta diversidad que se puede encontrar en este tipo de agroecosistemas sería interesante tener en cuenta otro tipo de artrópodos como es el caso de las arañas, las cuales realizan una excelente contribución al ecosistema cafetero en donde sería interesante poder evaluar su capacidad depredadora y controladora de potenciales insectos perjudiciales para el cultivo de café.

BIBLIOGRAFIA

- AKRE, R.D. y C.W. RETTENMEYER. 1968. Trail-following by guests of ariy ants (Hymenoptera:Formicidae: Ecitonini). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 41 (2): 165- 174.
- ALONSO, L.E. y D. AGOSTI. 2000. Biodiversity studies, monitoring, and ants: An Overview, pp. 1-8. En: D. Agosti, J.D. Majer, L.E. Alonso y T.R. Schultz, eds., *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press. Washington. 280 pp.
- ALTIERI, M.A y C.I NICHOLLS. 1994. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Editorial Icaria. Barcelona. pp. 41-58
- ANDERSEN, A.N. 1990. The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems: a review and a recipe. *Proceedings of the Ecological Society of Australia* 16: 347-357.
- AGOSTI, D.J.; D. MAJER; L. E. ALONSO y T. R. SCHULTZ. 2000. *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution Press. 280 pp.
- ARMBRECHT, I. y I. PERFECTO. 2001. Diversidad de artrópodos en los agroecosistemas cafeteros. Pp. 11-16 En: Actas del Simposio Café y Biodiversidad, Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Agronómicas, *Revista Protección Vegetal* 12 (2).74 pp.
- ARMBRECHT, I. 2005. Hipótesis sobre la biodiversidad y el control biológico en agroecosistemas: implicaciones para el Manejo Integrado de Plagas. *Entomólogo, Boletín de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN)* No 100 Vol. 34: 3-5
- BEATTIE, A.J. 1985. *The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms*. Cambridge, University Press, 182pp.

- BEATTIE, A.J. 1989. Myrmecotrophy: plants fed by ants. *Trends in Ecology and Evolution* 4(6):172-176.
- BOLTON, B. 1994. Identification guide to the ant genera of the world. Harvard University press. Cambridge Massachusetts. 222 pp.
- BUSTILLO, P. A. 2002. El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. Boletín Técnico N°24:6 -25
- BUSTILLO, P.A.; M.R. CARDENAS; G.D. VILLALVA; M.P. BENAVIDES; H.J. OROZCO y F.F. POSADA. 1998. Manejo integrado de la broca del café *Hipotenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná, CENICAFÉ. 134 pp.
- JAFFE, C. K. 2004. El mundo de las Hormigas. 1ª Edición Fundación Polar. Ediciones de La Universidad Simón Bolívar. Caracas. 148 pp.
- CARDENAS, G. R.; I. ARMBRECHT y U. CHACON. 2001. Staphilinidae (Coleoptera): composición y myrmecofilia en bosques relictuales de Colombia. *Revista Folia Entomologica Mexicana* 40(1):1-10
- CARDENAS, M. R. y F. J. POSADA. 2001. Los insectos y otros habitantes de Cafetales y Platanales. Chinchiná. CENICAFE. 250 pp.
- CRUZ, A.A y F. J. POSADA. 2003. Evaluación de la biodiversidad de la zona cafetera colombiana representada en la colección de artrópodos de Cenicafé. *Revista Colombiana de Entomología* 29 (1): 107-112.
- CURTIS, H. 2000. Biología. 6ª Edición; Editorial médica Panamericana. S.A; Buenos Aires Argentina. 574 pp.
- CUSHMAN, J. H. y J. F. ADDICOTT. 1991. Conditional interactions in ant-plant-herbivore mutualisms, pp 92-103. En: C. R. Huxley y D. F. Cutler, eds., *Ant-plant interactions*. Oxford University Press, Oxford. 310 pp.
- DELABIE, J.H.C.; A.M. ENCARNAÇÃO y I.C. MAURÍCIO. 1994. Relations between the little fire ant, *Wasmannia auropunctata*, and its associated mealybug, *Planococcus citri*, in Brazilian cocoa farms, pp.91-103. En: D.

- F. Williams, ed., *Exotic ants: biology, impact and control of introduced species*. Westview Press, Boulder, Colorado USA. 220 pp.
- DELIBE, J.H.C. 2001. Trophobiosis between Formicidae and Hemiptera (Stenorrhyncha and Auchenorrhyncha): an overview. *Neotropical Entomology* 30:501-516
 - DELABIE, J.H.C. 2003. interações das formigas com pulgoes, cochinillas e outros bichos: Por que sempre há formigas subindo nas plantas do quintal?, pp 8. En: *Agora Meio Ambiente*. Ithabuna (BA), de 31 de maio a 02 de junho de 2003-Ano 1-Nº12.
 - DELABIE, J.H.C. y F. FERNÁNDEZ. 2003. Relaciones entre hormigas y “homópteros” (Hemiptera: Sternorrhyncha y Auchenorrhyncha), p.181-200. En: FERNÁNDEZ, F., ed. *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt XXVI. + 398 pp.
 - DEVRIES, P.J. 1992. Orugas canoras, hormigas y simbiosis. *Investigación y Ciencia*. Diciembre 1992. pag 54-61
 - DEVRIES, P.J. 1991. Evolutionary and ecological patterns in myrmecophilous riodinid butterflies, pp.143-156. En: C. R. Huxley y D. F. Cutler, eds., *Ant-plant interactions*. Oxford University Press, Oxford. 324 pp.
 - FRANCO, F.R.; M.R. CARDENAS; C.E. MONTOYA y I. ZENNER; 2003. Hormigas asociadas con insectos chupadores en la parte aérea del cafeto. *Revista Colombiana de Entomología* 29 (1): 95-105.
 - GALLEGO-ROPERO, M.C. y I. ARMBRECHT. 2005. Depredación por hormigas sobre la broca del café *Hypothenemus hampei* (Curculionidae: Scolytinae) en cafetales cultivados bajo dos niveles de sombra en Colombia. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* No 76: 32-40
 - GALLEGO-ROPERO, M.C. 2005. Intensidad del manejo del agroecosistema del café (*Coffea arabica* L.)(mocultivo y policultivo) y riqueza de especies

- generalistas. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 6(2): 16-29.
- GALLINA, S.S. MANDUJANO y A. GONZALEZ-ROMERO. 1996. Conservation de mamalian biodiversity in coffee plantations of central Veracruz, México. *Agroforestry Systems* 33: 13-27.
 - GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, H; M. JOHNSON y N. REIMER. 1999. Impact of *Pheidole megacephala* (F.) (Hymenoptera:-Formicidae) on the biological control of *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) Homoptera: Pseudococcidae). *Biological Control* 15: 145-152.
 - GULLAN, P. 1997. Relationships with ants. *En*: BENDOY, Y. and HODGSON, C. J., eds. Soft scale insects: their biology, natural enemies and control. s.l.: Elsevier Science B. V. p. 351-373.
 - HAMON, A.B. (1998) Introduction to Scale Insects. Disponible en Internet: www.BromeliadBiota.ifas.ufl.edu/introscale.htm.
 - HÖLLDOBLER, B y E.O. WILSON. 1990. Symbioses with other arthropods. *En*: The Ants. Springer- Verlag: Estados Unidos. Pp. 471-529.
 - HOLDRIDGE, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrarias, San José, Costa Rica. 206pp
 - HORVITZ, C. y D. SCHEMSKE. 1990. Spatiotemporal variation in insect mutualists of a neotropical herb. *Ecology* 71:1085-1097.
 - KLAUSS, J.C. 2004. El mundo de las hormigas. 1era Edición Fundación Polar. Editorial Equinoccio. Caracas Venezuela. 148 pp.
 - MAJER, J.D. 1983. Ants: Bioindicators of minesite rehabilitation, land-use and land conservation. *Environmental management* 7(4):375-383.
 - MCKEY, D. y L. MEUNIER. 1996. Évolution des mutualismes plantes-Sociaux. fourmis - quelques éléments de réflexion. *Actes des Colloques Insectes* 10:1-9

- MOGUEL, P. y V.M. TOLEDO. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of México. *Conservation Biology* 13: 11-21.
- NAVARRETE-HEREDIA., y A.F. NEWTON 1996. Staphylinidae (Coleoptera) pp.369-380. En: J.E. Llorente, A.N. Garcia y E. González (eds.). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. Instituto de Biología. UNAM, México D.F. 512 pp.
- NIXON, G.J. 1951. *The association of ants with aphids and coccids*. Commonwealth Institute of Entomology, London. 36 pp.
- OLIVER, I.; A.J. BEATTIE y A. YORK. 1998. Spatial fidelity of plant, vertebrate and invertebrate assemblages in multiple use forest in eastern Australia. *Conservation Biology* 12(4): 822-835
- OLMI M. y E. VIRLA. 2006. Familia Drynidae. Capítulo 35 p 401-418. En FERNANDEZ, F. y M.J. SHARKEY (Eds).2006. Introducción a los Hymenoptera de la región Neotropical. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., xxx+894pp.
- PECK, S.I.; B. MCQUAID y C.L. CAMPBELL. 1998. Using ant species as a biological indicator of agroecosystem condition. *Environmental Entomology* 27(5):1102-1110.
- PERFECTO, I. y J. VANDERMEER. 1996. Microclimatic changes and the indirect loss of and diversity in a tropical agroecosystem. *Oecología* 108: 577-582.
- PERFECTO. I.; R.A. RICE; R. GREENBERG y M.E. VAN DE VOORT. 1996. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *Bioscience* 46: 598-608.
- PERFECTO I.; J. VANDERMEER; P. HANSON y V. CARTIN. 1997. Arthropod biodiversity loss and the transformation of a tropical agroecosystem. *Biodiversity and Conservation* 6(7): 935-945.

- PIERCE, N. E.; D. R. NASH; M. BAYLIS y E.R. CARPER. 1991. Variation in the attractiveness of lycaenid butterfly larvae to ants, pp.131-142. En: C. R. Huxley y D. F. Cutler, eds., *Ant-plant interactions*. Oxford University Press, Oxford. 310 pp.
- PIMENTEL, D.; U. STACHOW; D.A. TAKACS; H.W.; BRUBAKER; A.R. DUMAS; J.J. MEANEY; J.A.S. O'NEIL; D.E. ONSI y D.B. CORZILIUS. 1992. Conserving biological diversity in agricultural/ forestry systems. *BioScience* 438(1): 218-225
- RAMIREZ, M.; U.P. CHACON; I. ARMBRECHT y Z. CALLE. 2000. Contribución al conocimiento de las interacciones entre plantas, hormigas y homópteros en bosques secos de Colombia. *Caldasia* 23(2) 523-536
- RICKLESS, R. 1998. Invitación a la Ecología. 4 Edición, Madrid: Editorial médica Panamericana, 192 pp.
- RIVERA, L. y I. ARMBRECHT. 2005. Diversidad de tres gremios de hormigas en cafetales de sombra, de sol y bosques de Risaralda. *Revista de Colombiana de Entomología* 31(1): 89-96
- ROSENGREN, R. y L. SUNDSTROMOM. 1991. The interaction between red wood ants, Cinra aphids, and pines. A ghost of mutualim past? pp. 80-91. En: C. R. Huxley y D. F. Cutler, eds., *Ant-plant interactions*. Oxford University Press, Oxford. 310 pp.
- SAKATA, H. y F HASHIMOTO. 2000. Should aphids attract or repel ants? Effect of rival aphidsand extrafloral nectarines on ant-aphid interactions. En Fernández F. (ed.). 2003. *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + 398pp.
- SEEVERS, H. 1965. The sistematics, evolution and zoogeography of staphylinidae beetles associated with army ants (Coleoptera: Staphylinidae). *Fieldiana: Zoology*, 47 (2): 137-351.

- SPSS 11.3 para Windows 1998. Copyright 2004, SPSS Inc. All right reserved. SPSS Inc.
- VALENCIA, M.C.A.; Z.N. GIL y L.M. CONSTANTINO. Mariposas diurnas de la zona central cafetera Colombiana. Guía de campo. Chinchiná (Colombia), Cenicafé, 2005. 244 pp.
- VARON, EH; P. HANSON; P. BORBÓN; M. CARBALLO y L. HILJE. 2004. Potencial de hormigas como depredadoras de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en Costa Rica. *Revista. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 73: 9
- VÉLEZ, M; A. BUSTILLO y F.J. POSADA. 2000. prelación sobre *Hypothenemus hampei* (Ferrari) de las hormigas *Solenopsis* sp, *Pheidole* sp. y *Dorymyrmex* sp. Durante El secado del café. *In* Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN (27, Medellín, CO). Memorias. Colombia. p.17.
- VELEZ, M; A. BUSTILLO y F.J. POSADA. 2003. Depredación de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) por *Solenopsis geminata* y *Gnamptogenys* sp. (Hymenoptera: Formicidae). Memorias XXX Congreso de la sociedad colombiana de entomología, SOCOLEN (30, Cali, CO). Memorias. Colombia. p. 96.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de asociaciones hormiga- otro insecto en cafetales con y sin sombra. Los nombres de los taxones en negrilla pertenece a las hormigas, bajo cada morfoespecie se registran los diferentes insectos sobre los cuales se evidencio algún tipo de relación: m: Mutualismo; c: Comensalismo; p: Otro; d: Depredación; x: Indefinido u ocasional.

SOMBRA		Membracidae sp.2	m, c
MYRMICINAE		Dermáptera sp.	X
<i>Wasmannia auropunctata</i>		<i>Leptothorax sp.1</i>	
Drynidae / <i>Trichogonatopus</i> sp.	C	Curculionidae / <i>Hypothenemus hampei</i>	d
Curculionidae / <i>Hypothenemus hampei</i>	D	Chrysomelidae sp.5	X
<i>CreMATogaster sp.1</i>	m, c	Cicadellidae sp.6	d
Coccidae/ <i>Saissetia coffeae</i>	m, c	<i>Leptothorax sp.2</i>	
Aphididae sp.	m, c	Curculionidae / <i>Hypothenemus hampei</i>	d
Membracidae sp.2	m, c	Carabidae sp.5	d
Cicadellidae sp.2	C	<i>Leptothorax sp.4</i>	
<i>CreMATogaster sp.2</i>		Coreidae sp.2	X
Membracidae sp.2	m, c	<i>Procryptocerus sp.1</i>	
Pseudococcidae/ <i>Coccus viridis</i>	m, c	Pseudococcidae/ <i>Coccus viridis</i>	d
Carabidae sp.	D	Curculionidae sp.1	X
<i>CreMATogaster sp.3</i>		Chrysomelidae sp.	X
Pseudococcidae/ <i>Coccus viridis</i>	m, c	<i>Procryptocerus sp.2</i>	
Membracidae sp.2	m, c, d	Membracidae sp.2	m
<i>CreMATogaster sp.5</i>		DOLICHODERINAE	
Romaloideae sp.	D	<i>Linepithema sp.1</i>	
Membracidae sp.2	m, c	Orthezidae/ <i>Orthezia</i> sp.	m, c
<i>CreMATogaster sp.6</i>		Coccidae/ <i>Saissetia coffeae</i>	m, c
Curculionidae / <i>Hypothenemus hampei</i>	D	Coccinellidae sp.5 *	c, o
Coccidae/ <i>Saissetia coffeae</i>	m, c	Pseudococcidae/ <i>Coccus viridis</i>	m, c
Pseudococcidae sp.1	m, c, d	Coccidae sp.2	m, c
<i>CreMATogaster sp.7</i>		Sphecidae/ <i>Polybia emaciata</i>	C

Cercopidae sp.1	C	Blattellidae sp.	o
Aphididae sp.1	m, c	Camponotus sp. 8	
Curculionidae sp.2	D	Pseudococcidae/ <i>Coccus viridis</i>	m, c
Staphylinidae sp.	O	ECITONINAE	
Pompilidae sp.	X	Eciton burchelli	
Ichneumonidae sp.	C	Melolonthidae/ <i>Ancistrosema rufipes</i>	d
Drynidae / <i>Trichogonatopus</i> sp.	C	Acrididae sp.1	d
Chrysopidae / <i>Chrysopa</i> sp.	P	Curculionidae sp.4	d
<i>Polybia emaciata</i>	C	PSEUDOMYRMECINAE	
Pseudococcidae sp.1	m, c	Pseudomyrmex sp.1	
Pyrrhocoridae sp.	X	Coreidae sp.2	d
Curculionidae/ <i>Macrostylus</i> sp.1	d	Pseudomyrmex sp.10	
Linepithema sp.4		Pseudococcidae/ <i>Coccus viridis</i>	m, d
Drynidae / <i>Trichogonatopus</i> sp	c	PONERINAE	
Cercopidae sp.1	m, c	Pachycondyla sp.1	
Azteca sp.		Curculionidae/ <i>Macrostylus</i> sp1.	d
Pseudococcidae/ <i>Coccus viridis</i>	m, c	Pachycondyla obscuricornis	
FORMICINAE		Dermáptera sp.	d
Brachymirmex sp.1		SOL	
Coccidae sp.2	m	MYRMECINAE	
Pseudococcidae/ <i>Coccus viridis</i>	m, c	Wasmania auropunctata	
Orthezidae/ <i>orthezia</i> sp	m, c	Curculionidae / <i>Hypothenemus hampei</i>	d
Lycidae sp.2	X	Pseudococcidae/ <i>Coccus viridis</i>	m, d
Cercopidae sp.1	c	Chrysomelidae sp.1	o
Chrysomelidae sp.1	d	Cicadellidae sp.1	X
Curculionidae / <i>Hypothenemus hampei</i>	d	CreMATogaster sp.1	
Coccinellidae sp.5 *	c	Membracidae sp.2	m, d
Brachymirmex sp.2		Cephalotes sp.2	
Pseudococcidae/ <i>Coccus viridis</i>	c,m	Coccinellidae sp.6	X
Curculionidae / <i>Hypothenemus hampei</i>	d	Solenopsis sp.3	
Camponotus sp.2		Pseudococcidae/ <i>Coccus viridis</i>	m,
Curculionidae / <i>Hypothenemus hampei</i>	X	Curculionidae sp.5	d
Pseudococcidae/ <i>Coccus viridis</i>	m, c	Pheidole sp.16	
Dermáptera sp.	X	Coccidae/ <i>Saissetia coffeae</i>	m
Camponotus sp.7			

DOLICHODERINAE		Chrysomelidae sp.1	c, o
<i>Linepithema</i> sp.1		Blattellidae sp.	o
Coccidae/ <i>Saissetia coffeae</i>	m	Dermáptera sp	O
Coccinellidae sp.5*	o	<i>Brachymirmex</i> sp.2	
Coccinellidae sp.6	c	Cercopidae sp.1	c
Coccinellidae / <i>Azya orbiger</i>	d	Pseudococcidae/ <i>Coccus viridis</i>	m, c
Dermáptera sp.	p	<i>Camponotus</i> sp.4	
<i>Polybia emaciata</i>	c	Pyrrhocoridae sp.1	d
Cercopidae sp.1	m, d	PSEUDOMYRMECINAE	
Pyrrhocoridae sp.	d	<i>Pseudomyrmex</i> sp.9	
Curculionidae / <i>Hypothenemus hampei</i>	X	Aphididae sp.	m, d
Aphididae sp.	m	<i>Pseudomyrmex</i> sp.10	
<i>Polybia emaciata</i>	c	Blattellidae sp.	X
<i>Linepithema</i> sp.4		ECTATOMMINAE	
Curculionidae sp.5	X	<i>Ectatomma ruidum</i>	
Cercopidae sp.1	c	Coccinellidae / <i>Azya orbiger</i>	d
Dermáptera sp.	o	Cercopidae sp1	m
FORMICINAE		Acrididae sp4	d
<i>Brachymirmex</i> sp.1		Sphecidae sp3	d
Coccinellidae sp.5	c	Orthezidae/ <i>orthezia</i> sp	m, c, d
Pseudococcidae/ <i>Coccus viridis</i>	m, d		

Anexo 2. Prueba de normalidad y prueba de t-students, entre la diversidad de insectos asociada y los cultivos de sol/sombra y el numero de asociaciones presentes.

Pruebas de normalidad (a)

PEGA		Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	GI	Sig.
Asociaciones	Sin Pega	,524	125	,133	,156	125	,078
Div. hormigas	Sin Pega	,465	52	,120	,513	52	,178
Div. otro insec	Sin Pega	,537	409	,109	,259	409	,120

a Corrección de la significación de Lilliefors

b CULTIVO SOL/SOM = Sombra, PEGA = Sin Pega

Pruebas de normalidad (b)

CULTIVO SOL/SOM		Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	GI	Sig.
Asociaciones	Sombra	,524	125	,098	,156	125	,126
Div. hormigas	Sombra	,465	52	,111	,513	52	,198
Div. otro insec	Sombra	,537	409	,103	,259	409	,087

a Corrección de la significación de Lilliefors

b CULTIVO SOL/SOM = Sombra, PEGA = Sin Pega

Pruebas de normalidad (c)

CULTIVO SOL/SOM		Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	GI	Sig.	Estadístico	GI	Sig.
Asociaciones	Sol	,530	125	,063	,114	125	,098
Div. hormigas	Sol	,487	52	,108	,475	52	,107
Div. otro insec	Sol	,539	409	,122	,180	409	,156

a Corrección de la significación de Lilliefors

b CULTIVO SOL/SOM = Sol, PEGA = Sin Pega

Pruebas de normalidad (d)

PEGA		Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	GI	Sig.	Estadístico	GI	Sig.
Div. hormigas	Con Pega	,517	52	,178	,024	52	,133
Div. otro insec	Con Pega	,538	409	,067	,152	409	,101

a Corrección de la significación de Lilliefors

b Asociaciones es una constante cuando PEGA = Con Pega y se ha desestimado.

c CULTIVO SOL/SOM = Sol, PEGA = Con Pega

Anexo 2 (Continuación): Prueba T para muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Superior	Inferior
Diversidad de hormigas	Se han asumido varianzas iguales	56,773	,000	3,895	52	,000	,040	,010	,020	,061
	No se han asumido varianzas iguales			3,895	51,7	,000	,040	,010	,020	,061
Diversidad de otros insectos	Se han asumido varianzas iguales	69,661	,000	4,152	409	,000	,022	,005	,011	,032
	No se han asumido varianzas iguales			4,152	403,4	,000	,022	,005	,011	,032
asociación	Se han asumido varianzas iguales	36,642	,000	3,039	125,5	,012	,019	,006	,007	,031
	No se han asumido varianzas iguales			3,039	122,6	,012	,019	,006	,007	,031

Anexo 3. Tablas estadísticas de prueba de Anova univariante para observar diferencias entre los cultivos y entre el tratamiento (pega /sin pega).

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Div. otro insecto

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significancia	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	41,278(a)	3	13,759	3,318	,022	,080
Intercept	411,864	1	411,864	99,329	,000	,466
CULTIVOS	16,475	1	16,475	3,973	,029	,034
CON SINPE	18,625	1	18,625	4,492	,036	,038
CULTIVOS * CON SINPE	4,456	1	4,456	1,075	,052	,009
Error	472,697	114	4,146			
Total	943,000	118				
Total corregida	513,975	117				

a R cuadrado = ,080 (R cuadrado corregida = ,056)

Rama con pegante

Variable dependiente: Div. otro insecto

Con/Sin PEGA	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
pega	1,476	,266	,949	2,003
sin pega	2,274	,266	1,747	2,801

CULTIVO SOL/SOM * Con/Sin PEGA

Variable dependiente: Div. otro insecto

CULTIVO SOL/SOM	Con/Sin PEGA	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
				Límite inferior	Límite superior
sombra	pega	1,656	,360	,943	2,369
	sin pega	2,844	,360	2,131	3,557
sol	pega	1,296	,392	,520	2,073
	sin pega	1,704	,392	,927	2,480