



**DIVERSIDAD DE HORMIGAS QUE ANIDAN EN RAMAS PRESENTES
EN LA HOJARASCA DE UN AGROECOSISTEMA
CAFETERO DE LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA, COLOMBIA**

IGOR ENRIQUE RODRÍGUEZ ROJAS



**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SANTA MARTA
2006**



**DIVERSIDAD DE HORMIGAS QUE ANIDAN EN RAMAS PRESENTES
EN LA HOJARASCA DE UN AGROECOSISTEMA
CAFETERO DE LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA, COLOMBIA**



IGOR E. RODRÍGUEZ ROJAS

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Biólogo**

**INGE ARMBRECHT
DIRECTORA**

**ROBERTO JOSÉ GUERRERO FLÓREZ
ASESOR**



**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SANTA MARTA
2006**





NOTA DE ACEPTACIÓN

Director De Programa

Jurado

Jurado

Santa Marta, Marzo de 2006

BB
00050
Ej 1

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN _____ **14**

SINOPSIS DE ALGUNOS GÉNEROS COMUNES EN CAFETALES _____ **17**

Crematogaster Lund 1831 _____ 17

Cyphomyrmex Mayr 1862 _____ 17

Pheidole Westwood 1983 _____ 18

Pyramica Roger 1862 _____ 18

Solenopsis Westwood 1840 _____ 18

Wasmannia Forel 1893 _____ 19

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA _____ **20**

OBJETIVOS _____ **22**

 General _____ 22

 Específicos _____ 22

HIPÓTESIS _____ **23**

ANTECEDENTES _____ **24**

JUSTIFICACIÓN _____ **26**

ÁREA DE ESTUDIO _____ **29**

MÉTODOS _____ **31**



| | |
|--|-----------|
| Fase de Campo | 33 |
| Fase de laboratorio | 34 |
| Análisis de datos | 35 |
| Curva de acumulación de especies | 35 |
| Estimación de la riqueza | 35 |
| RESULTADOS | 37 |
| Descripción general de riqueza y abundancia | 37 |
| DISCUSIÓN | 47 |
| Fauna de hormigas que anidan en ramas de la hojarasca. | 47 |
| Fauna acompañante. | 53 |
| SÍNTESIS Y CONCLUSIONES | 55 |
| RECOMENDACIONES | 57 |
| BIBLIOGRAFÍA | 59 |
| ANEXOS | 68 |
| ANEXO 1 | 69 |
| ANEXO 2 | 70 |
| ANEXO 3 | 71 |



LISTADO DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Disposición de las muestras en una hectárea. | 33 |
| Tabla 2. Lista de especies recolectadas en el tratamiento de bolsas simples y mixtas. | 37 |
| Tabla 3. Número de colonias y riqueza de especies encontradas en las ramas de los árboles utilizados en este estudio. | 40 |
| Tabla 4. Número de colonias de las hormigas que se encontraron anidando en las ramas de las 6 especies de árboles de sombras utilizados en el experimento. | 41 |
| Tabla 5. Ordenes de insectos asociados a las muestras de ambos tratamientos. | 45 |





LISTADO DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Sistema rústico tradicional de montaña. | 14 |
| Figura 2. Ubicación de la estación La Victoria. | 29 |
| Figura 3. Porcentaje de colonias por especie capturadas en el tratamiento de las bolsas simples. | 38 |
| Figura 4. Porcentaje de las colonias de hormigas encontradas en cada una de las especies de árboles del tratamiento mixto. | 39 |
| Figura 5. Porcentaje de colonias encontradas para los tratamientos de bolsas simples y bolsas mixtas. | 40 |
| Figura 6. Porcentaje total de las especies de hormigas que anidaron en las ramas dispuestas en el experimento. | 41 |
| Figura 7. Porcentaje de colonias presentes en las diferentes especies de árboles utilizados los tratamientos simples y mixtos. | 42 |
| Figura 8. Curvas de acumulación de especies para el tratamiento de bolsas simples y mixtas, con datos de 36 bolsas del tratamiento simple y 36 del tratamiento mixto con base en las medias de 100 aleatorizaciones. | 43 |
| Figura 9. Curva de acumulación de especies para el número de colonias presentes en los tratamientos simples y mixtos, con los datos de las 72 bolsas con base en las medias de 100 aleatorizaciones. | 44 |
| Figura 10. Colonias de hormigas e insectos asociados a los nidos artificiales dispuestos en el estudio. | 46 |



LISTADO DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Porcentaje y número de colonias encontradas en cada una de las especies de árboles utilizados en el tratamiento de bolsas simples. | 69 |
| Anexo 2. Porcentaje y número de colonias encontradas en cada una de las especies de árboles utilizados en el tratamiento de bolsas mixtas. | 70 |
| Anexo 3. Número de individuos encontrados en cada una de las ramas dispuestas en este trabajo, separado por casta y morfo-especie. | 71 |



...El mejor día es en el que el alma tiene hambre y sed, no olvides lo aprendido, no dejes de comprender...

...Rodéate de buenos y tú lo parecerás rodéate de sabios y algo en ti se quedará...

Mago de Oz (La Danza del Fuego)



DEDICATORIA

Este trabajo es el final de una etapa de mi vida el cual no hubiese sido posible de no ser por el apoyo de todas aquellas personas que dejaron algo en mí, en especial a:

Yaneth Rojas Garzón (Mi Madre), quien con su paciencia, pudo mantener orientado a su hijo en los caminos académicos.

A toda mi familia, que es muy numerosa por cierto, por su apoyo incondicional durante todos los años de estudio en esta carrera.

A Juliana Sierra (Novia y compañera), por ayudarme a comprender lo hermoso que puede llegar a ser compartir con alguien cada instante de tu vida.

A mis amigos de Bucaramanga, Ricardo, Juan K., Omar, Mancilla, Sol Y Nemesio. Que a pesar de la distancia me demostraron que la amistad incondicional existe.





AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiese podido ser realizado si no fuera por la ayuda y el gran aporte de todas aquellas personas que en algún momento de mi vida se preocuparon por mí, por eso agradezco el apoyo de:

A mi madre por su apoyo emocional y financiero, para poder hacer realidad este sueño.

A Juliana Sierra por su ayuda y colaboración en todas las fases de este trabajo, sobre todo al momento de cortar con “machete” las muestras vegetales.

El equipo de trabajo de la Universidad del Magdalena, por permitir el uso permanente de sus instalaciones y equipos para el desarrollo de este trabajo.

A la profesora Inge Armbrrecht, que a pesar de tener poco tiempo de conocerla, su apoyo y correcciones fueron definitivas para alcanzar esta meta.

A Roberto Guerrero, amigo y asesor, quien dispuso de su tiempo y conocimientos desde el comienzo de este proyecto.

A Damian por su ayuda fundamental al momento de la separación de las muestras.



A Héctor Gracia por su ayuda fundamental en la identificación de las especies vegetales.

Al talento Humano que se encuentra en la hacienda la Victoria, en especial al señor Micky y la señora Claudia Weber, por dejarme disponer de sus predios para el desarrollo de este trabajo de grado.



A Juan Luís Rivera –Auxiliar del laboratorio de Biología, Universidad del Magdalena-por su apoyo invaluable a lo largo de la carrera.

A todos aquellos docentes que me ayudaron y se preocuparon por mi formación como biólogo.

A mis compañeros y amigos que desinteresadamente me aportaron de una u otra forma ayuda para el desarrollo de este trabajo

A todo el equipo de trabajo de las salas de recursos informáticos de la Universidad del Magdalena, por brindarme su apoyo en los momentos más difíciles de mi carrera.

Y por último a todas aquellas personas que en algún momento de mi vida, sé que dejaron muchas cosas positivas en mí.



RESUMEN

Para determinar las colonias que anidan en las ramas de la hojarasca presentes en el agroecosistema cafetero de la Hacienda La Victoria, ubicado en la vertiente nor-occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, se colocaron 72 unidades experimentales en una hectárea del cafetal de sombra, las cuales fueron distribuidas en 12 columnas. En cada columna, se alternaron seis unidades experimentales entre los dos tratamientos (bolsas simples y mixtas), cada una de estas unidades experimentales fueron separadas cada 20 metros entre filas y 9 metros entre columnas. Se registraron 20.158 individuos agrupados en 13 géneros y 3 subfamilias. Los datos fueron sometidos a una prueba t de comparación de muestras donde se encontró que existían diferencias significativas entre los dos tratamientos ($t_{35} = 2,4775$ $P = 0,0156472$), aunque un análisis de comparación de muestras, reflejó que no existía algún tipo de preferencia por el tipo de rama utilizada para la formación del nido ($F_{35} = 0,2551$ $P = 0,9339$ para el tratamiento simple y $P = >0.05$ para el tratamiento mixto). Además, el asentamiento de las colonias se ve influenciado por la presencia de otros grupo de insectos, los cuales compiten por el mismo recurso (Wilcoxon = 1210.5 $P = 0.0312233$)



INTRODUCCIÓN

El sistema de cultivo cafetero presente en la Sierra Nevada se define como "**Sistema rústico tradicional o de montaña**" (Armbrecht com. per. 2006). Se conoce por "rústico" o de "montaña "

aquel sistema de producción en el cual simplemente se sustituyen las plantas (tanto arbustivas como herbáceas) que crecen en el suelo del bosque tropical y/o templado por arbustos de café (Toledo y Moguel 1996). Este sistema afecta de manera mínima el ecosistema

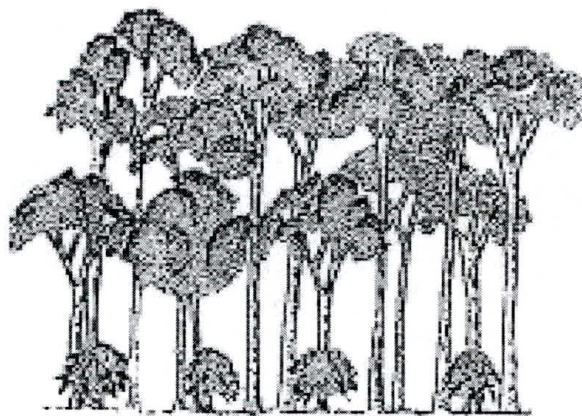
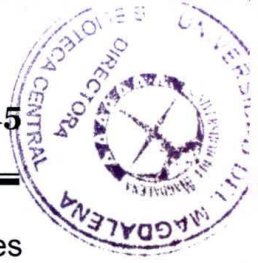


Figura 1. Sistema rústico o tradicional de montaña

forestal original, pues sólo elimina el estrato inferior (figura 1). Esto implica que se conserva la cubierta vegetal original, bajo la cual se implantan los cafetos (Toledo y Moguel 1996).

En Colombia las zonas cafeteras están ubicadas en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Caquetá, Casanare, Cundinamarca, Guajira, Huila, Meta, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima, Valle y Magdalena, encontrándose en menor escala en la sierra Nevada de Santa Marta (www.cafedecolombia.com 2005).





Se ha calculado que un país como Brasil tiene alrededor de 300.000 especies de insectos. Aunque Colombia es ocho veces más pequeña, su posición geográfica y riqueza ecosistémica sugieren cifras no alejadas de las estimadas para Brasil, convirtiéndolo en uno de los cuatro países megadiversos del mundo (Fernández *et al.* 2004).

Las hormigas constituyen un grupo cuyo éxito evolutivo en el Neotrópico se refleja en su riqueza y abundancia. Estos organismos representan, junto con los termitas (Isóptera), aproximadamente la tercera parte de la biomasa animal (Holldobler & Wilson 1990 citado por Bustos 1994)

Para el caso de Hymenoptera, orden que incluye hormigas, avispas y abejas, se han descrito alrededor de 150.000 especies, encontrándose entre los grupos más diversos e importantes de la clase Insecta, debido a su riqueza y diversidad biológica (Fernández *et al.* 2004). En Colombia se han descrito alrededor de 4.800 especies de himenópteros (Fernández 2003), de las cuales aproximadamente el 18,75% corresponde a hormigas (Fernández com. per. 2005). Esta alta proporción de riqueza hace merecedor al país del segundo lugar en cuanto a mayor número de géneros formicidos (107) de cualquier región, representando el 39% del total mundial, antecedido de los 124 géneros de la región Indoaustraliana (Fernández 2003). No obstante el conocimiento de este orden de insectos en el país, está muy lejos de cubrir siquiera una fracción aceptable de la mirmecofauna nacional (Fernández *et al.* 2004).



Debido al reemplazo de ecosistemas naturales por la deforestación, la expansión poblacional y las actividades agropecuarias y madereras, la mayor pérdida de especies corresponde a los invertebrados, especialmente los insectos, en su mayoría desconocidos para la ciencia (Estrada & Fernández 1999; Aldana & Chacón 1999). En los últimos años, los insectos se han constituido en el taxón bioindicador más confiable para la evaluación de los cambios ocasionados por la actividad humana, pues se puede estudiar más fácil su sensibilidad a cambios ambientales que en las aves, mamíferos y plantas (Lawton *et al.* 1998).

Dentro de los ecosistemas tropicales más afectados negativamente por la acción humana encontramos los bosques montanos y premontanos de los Andes Tropicales los cuales están presentes en el área de estudio, y que a pesar de ocupar sólo 0.2% del planeta (Estrada & Fernández 1999), son los mayores centros de endemismo y diversidad biológica del mundo (Anónimo 1986). Gran parte de esta diversidad biológica se pierde como consecuencia de prácticas agrícolas, que han ocasionado la devastación del 90% de ellos (Estrada & Fernández 1999).

Las hormigas han demostrado ser uno de los grupos de insectos más sensibles a cambios en el ecosistema ocasionados por la deforestación o sustitución de la fauna nativa (Sarmiento 2000; Aldana & Chacón 1999), ofreciendo excelentes resultados para evaluaciones de diversidad y estudios sobre el grado de perturbación de un hábitat (Aldana & Chacón 1999; Loddo *et al.* 2001, Estrada &





Fernández 1999), además son uno de los grupos de insectos que cumplen con las condiciones requeridas para reflejar lo que sucede a otros grupos en ambientes cambiantes (Aldana & Chacón 1999; Ramírez *et al.* 2001, Lawton *et al.* 1998 Armbrecht & Ulloa-Chacón 2003).

SINOPSIS DE ALGUNOS GÉNEROS COMUNES EN CAFETALES

***Crematogaster* Lund 1831:** Las trabajadoras son moderadamente agresivas y atacan en el momento en que se presente un disturbio. Han desarrollado defensas químicas para evitar la presencia de otras especies de hormigas e insectos. La ubicación de los

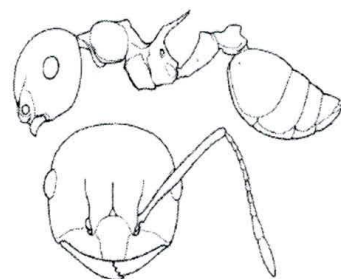


Imagen: Fernández 203

nidos es variable, presentan una gama amplia de opciones incluyendo suelo con o sin cobertura, grietas de rocas, troncos de árboles y ramas. Algunas de estas colonias pueden contener miles de individuos pero de talla moderada. El forrajeo ocurre en tierra así como en la vegetación y en el punto bajo de los árboles, e implica a menudo varios caminos (www.ento.csiro.au 2006).

***Cyphomyrmex* Mayr 1862:** Hormigas pequeñas, las cuales han adquirido, al parecer secundariamente, el cultivo de levaduras. Se distinguen por los lóbulos frontales, en vista frontal muy expandidos incluso hasta sobrepasar los márgenes laterales de la cabeza. Sólo unas pocas especies tienen

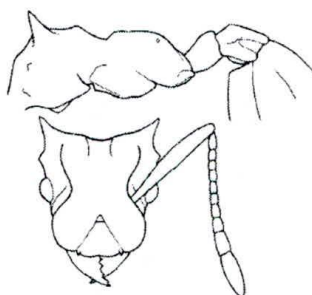


Imagen: Fernández 203



estos márgenes menos anchos que la distancia entre los márgenes internos de los ojos. Habitantes de hojarasca y nidos en árboles, se conocen de tierras bajas y región andina hasta los 2.000m (Fernández 2003).

***Pheidole* Westwood 1983:** Uno de los géneros más comunes de la región Neotropical, habitantes principalmente del estrato epígeo. Además de las características dadas para la tribu, las antenas son de 12 segmentos con una maza muy clara de 3 segmentos. Mandíbulas con numerosos dientes y denticulos. Obreras normalmente dimórficas (Fernández 2003).

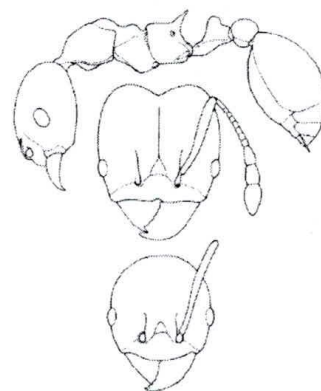


Imagen: Fernández 203

***Pyramica* Roger 1862:** *Pyramica* y *Strumigenys* son dos géneros muy

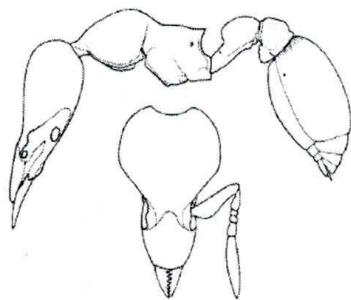


Imagen: Fernandez 203

cercanos entre sí, con lamela basal, fórmula palpal muy reducida y estructuras espongiiformes sobre el pecíolo y pospecíolo. Las especies de estos dos géneros son pequeñas a diminutas, habitantes de hojarasca, donde cazan colémbolos y otros pequeños

artrópodos (Fernández 2003).

***Solenopsis* Westwood 1840:** Hormigas pequeñas, monomórficas a dimórficas, habitantes muy comunes en la hojarasca. Antenas de 10 segmentos



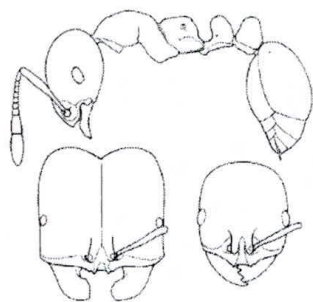


Imagen: Fernández 203

con mazo de 2 segmentos. Propodeo sin dientes o espinas. Las especies pequeñas y monomórficas (antes subgénero "*Diplorhoptrum*") forman un grupo muy conspicuo en la hojarasca, en urgente necesidad de

revisión. Se han descrito alrededor de 90 especies para la región Neotropical (Fernández 2003).

Wasmannia Forel 1893: Hormigas pequeñas habitantes de hojarasca.

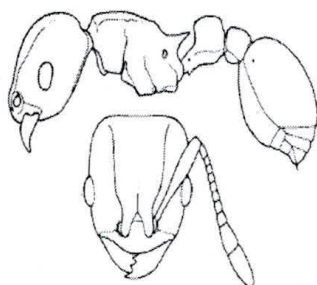


Imagen: Fernández 203

Surcos antenales grandes y poco profundos. Porción frontal de la cabeza con rúgulas irregulares longitudinales. Porciones laterales del cípeo se alzan formando una carena o pared bien definida en frente de las inserciones antenales (Fernández 2003).





PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El paisaje tropical creado por el avance de la frontera agropecuaria, es habitualmente un mosaico de potreros, sabanas, cultivos agrícolas, franjas de vegetación riparia y pequeños parches de bosque secundario (Greenberg *et al.* 1997). La transformación de los ecosistemas originales tiene como resultado la extinción de especies y la alteración de características de las comunidades ecológicas como son la riqueza y abundancia relativa de especies (Galindo-González *et al.* 2000).

Uno de los grandes problemas de la biología contemporánea es la disminución de la biodiversidad, debido al retroceso de hábitats naturales por presión antropogénica (Ambrecht & Ulloa-Chacón 1999); de los cuales el 95% del área total es manejada por el hombre, y de ésta, el 70% se utiliza para la producción alimentaria y maderable y sólo el 5% se encuentra en estado natural (reservas y parques naturales). Sin embargo, se conocen mucho mejor los ensamblajes de organismos de las áreas conservadas, que aquellos asociados a ecosistemas antrópicos (Ramírez & Calle 2003).

Por eso uno de los retos más grandes que enfrenta la investigación en los trópicos es la necesidad de desarrollar una agricultura viable con sistemas de



cultivos que sean capaces de asegurar la producción sostenible con un mínimo de degradación de los recursos naturales (Kang & Akinnifesi 2000), y estas investigaciones son aun más importantes para Colombia, ya que ha sido considerado como uno de los países megadiversos y centro de endemismo a nivel mundial junto con Brasil, Indonesia y México (Tergborgh & Winter 1983 citado por Armbrrecht 1995; Calderón *et al.* 2002).

La elaboración de este trabajo tiene como fin contribuir al conocimiento general de la mirmecofauna presente en un agroecosistema cafetero de Colombia, y responder a la pregunta de investigación: ¿Cómo varía la diversidad de hormigas en un sistema cafetero, de acuerdo a la disponibilidad de recursos para la formación de colonias?



OBJETIVOS

General

- ✓ Determinar si la diversidad de un recurso de anidación afecta la diversidad de hormigas que habitan en ella.

Específicos

- ✓ Identificar la composición de hormigas de un sistema cafetero que nidifican en ramas ubicadas en la hojarasca.
- ✓ Estimar la riqueza de las hormigas que nidifican en ramas agrupadas en dos tratamientos uno diverso y otro no diverso, pertenecientes a la hojarasca en un agroecosistema cafetero de la Sierra Nevada de Santa Marta.
- ✓ Estimar la abundancia de las hormigas que anidan en ramas pertenecientes a la hojarasca de un agroecosistema cafetero de la Sierra Nevada de Santa Marta utilizando dos tratamientos, uno con recursos de anidación mixtos y otro con recursos homogéneos.
- ✓ Documentar la diversidad de hormigas que nidifican en ramas presentes en la hojarasca de un agroecosistema cafetero de la Sierra Nevada de Santa Marta.



HIPÓTESIS

H_0 = Una mayor diversidad y abundancia de hormigas de hojarasca habitan en recursos de anidación (ramas) más diversos que en recursos homogéneos.

H_1 = Una mayor diversidad y abundancia de hormigas de hojarasca habitan en recursos de anidación (ramas) homogéneos más que en los recursos diversos.



ANTECEDENTES

Para Colombia se registran más de 700 especies de hormigas (representando el 25% de las especies para el Neotrópico). Esto puede explicarse por la posición geográfica, historia geológica y diversidad de ecosistemas que convierten al país en uno de los tres países megadiversos de sur América, junto con Perú y Brasil (Brown 1989); pero sucede que aún así se desconoce en su mayoría la riqueza y composición de nuestra entomofauna (Fernández *et al.* 2004).

Guerrero (2005) reporta para la parte nor-occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta 138 especies de hormigas de las cuales 40 se encuentran distribuidas a 1395 m.s.n.m., cantidad similar encontrada por Vandermeer (2003) y Armbrrecht *et al.* (2004) que reportan 30 y 22 especies respectivamente para agroecosistemas cafeteros, concordando con Vandermeer (2003), el cual menciona que estudios de diversidad han demostrado que la fauna de artrópodos en plantaciones tradicionales de poli-cultivos de café son similares a las encontradas en los bosques aledaños.

Armbrrecht *et al.* (2004) y Byrne (1994) reportan 22 y 32 especies de hormigas respectivamente, que anidan en ramas de la hojarasca presentes en agroecosistemas de café aunque poco se ha estudiado sobre las numerosas



especies de hormigas que habitan en pequeñas colonias ocupando nidos frágiles y de cortos periodos de vida (Byrne 1994).

Armbrecht *et al.* (2004) mostraron que la variedad de recursos de nidificación, afectan la diversidad de hormigas que anidan en ramas presentes en la hojarasca de agroecosistemas cafeteros, sin embargo, las especies encontradas de hormigas no presentaron una particular especialización sobre alguna especie particular de árbol. De igual forma Byrne (1994) demostró que la presencia de colonias residentes no reduce la colonización en nidos artificiales, al parecer las abundancia de las hormigas que habitan en pequeñas ramas de la hojarasca no parecen estar limitadas por la disponibilidad de nidos o de alimento.

Armbrecht & Perfecto (2003) encontró un incremento global en la diversidad de colonias de hormigas que habitan en las ramas de la hojarasca en plantaciones tradicionales de poli-cultivos de café, la cual esta fuertemente relacionada con la conservación de la biodiversidad asociada a este tipo de cultivos.



JUSTIFICACIÓN

Recientemente se ha enfocado la atención hacia los agroecosistemas, con especial interés en determinados grupos de artrópodos tales como las hormigas, que son uno de los grupos más abundantes de insectos (Holldobler & Wilson 1990 citado por Ramírez & Calle 2003; Sarmiento 2000).

Las hormigas se destacan como agentes importantes en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres, ya que presentan alta dominancia en los ecosistemas tropicales y amplia distribución en diversos hábitats, además de ser parte clave en la cadena trófica como fuente de alimento para otros artrópodos y taxa superiores como aves, anfibios y mamíferos (Andrade *et al.* 1996; Loddo *et al.* 2001) Por otro lado, se encuentran estrechamente relacionadas con fenómenos como protección de plantas, dispersión de semillas, polinización, depredación, modificación de los suelos y flujo de nutrientes (Andrade *et al.* 1996). Además su actividad es capaz de modificar las condiciones físicas y químicas del suelo, su estructura, el pH, la disponibilidad de nutrientes y el contenido de la materia orgánica (Ricci *et al.* 2005).

El café es uno de los sistemas agroforestales más importantes de las zonas tropicales del mundo (Bolaños *et al.* 2002), y en Colombia abarca el 14% del total



de hectáreas cultivables de café (Chalarca 1998). Además se ha encontrado que en ecosistemas poco modificados y sistemas agroforestales sin aplicación de herbicidas, las comunidades de hormigas son similares entre sí, en contraste con agroecosistemas con alta aplicación de insumos químicos donde la riqueza de hormigas es menor y está constituida por un ensamblaje de especies diferente, observándose el mismo patrón en cultivos de café (Ramírez & Calle 2003)

Las hormigas han demostrado ser uno de los grupos de insectos más sensibles a cambios en el ecosistema ocasionados por la deforestación o sustitución de la fauna nativa (Aldana & Chacón 1999) convirtiéndolas en indicadores adecuados de calidad ambiental para diferentes ecosistemas ya que presentan una serie de características deseables a este fin (Brown 1989 citado por IAHV 2001):

- ✓ Taxonomía bien conocida y fácil determinación.
- ✓ Ser componentes abundantes, estables y funcionalmente importantes dentro del ecosistema.
- ✓ Estar taxonómica y ecológicamente muy diversificados.
- ✓ Ser fáciles de reconocer y manejar tanto en campo como en laboratorio.
- ✓ Tener buen conocimiento de su biología.
- ✓ Presentar alta sensibilidad y fidelidad ecológica
- ✓ Corta temporalidad generacional
- ✓ Ser relativamente sedentarios.
- ✓ Reflejar o estar relacionado con la biodiversidad del entorno.



Por estas razones, las hormigas han sido utilizadas en diferentes estudios tales como insectos indicadores de perturbación, rehabilitación y conservación de áreas, estados sucesionales y como indicadores de riqueza de organismos en agroecosistemas (Armbrecht & Ulloa-Chacón 2003; Ramírez *et al.* 2004), además de ofrecer excelentes resultados para evaluaciones de diversidad (Sarmiento 2000), por lo que podríamos ver reflejado que una mayor diversidad de hormigas que nidifican en diversos recursos (variedades de ramas) indicarían una mayor diversidad de otros organismos.





ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio se llevó a cabo en la Hacienda la Victoria ubicada en la vertiente nor-occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta a una altura aproximada de 1350 m.s.n.m., en las siguientes coordenadas $11^{\circ} 7' 1,6''$ N y $11^{\circ} 7' 3,75''$ N y desde los $74^{\circ} 5' 16,1''$ W y $74^{\circ} 5' 17,9''$ W (Figura 2).

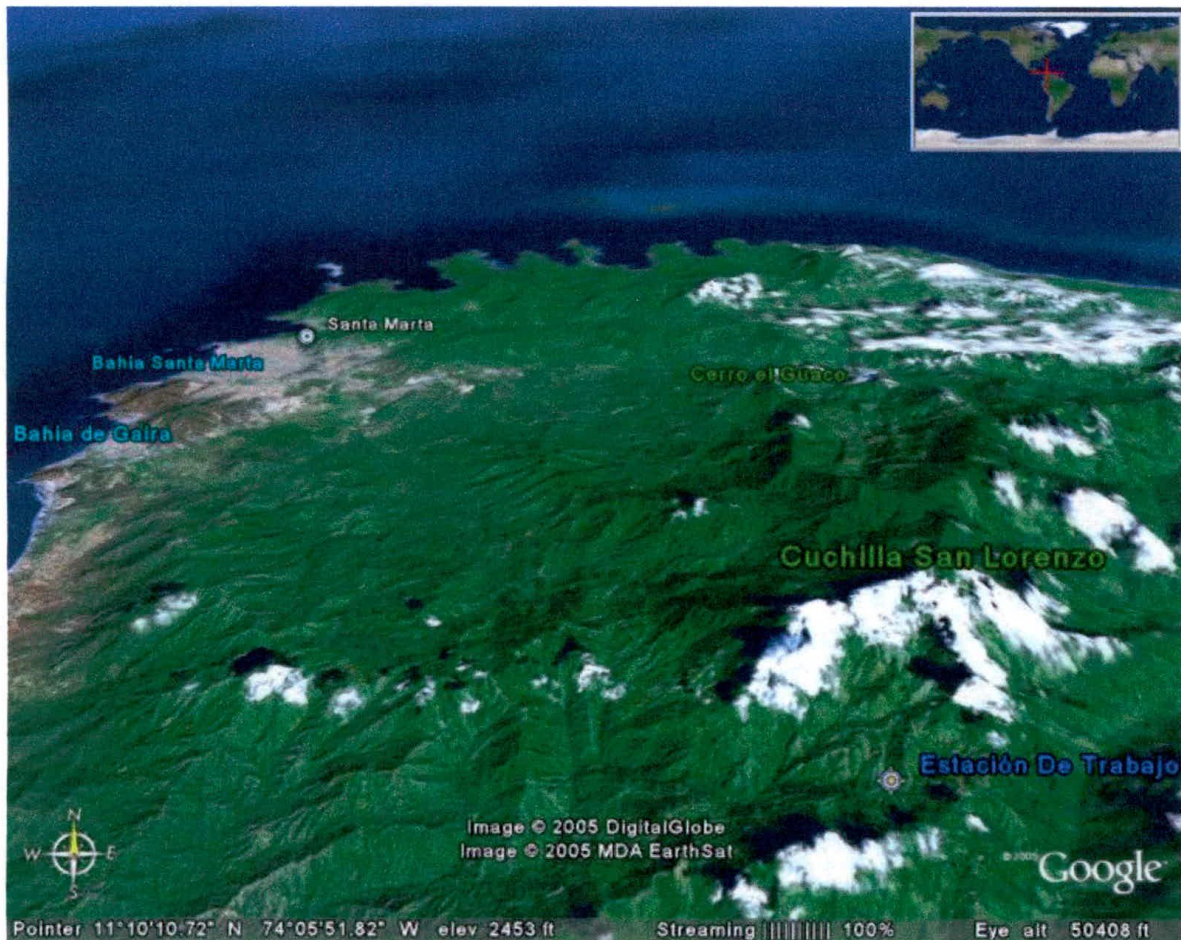


Figura 2. Ubicación de la estación La Victoria (tomado de Google Earth 2005)



El perfil de la región de estudio, corresponde bosque húmedo subtropical (com. per. Carbone E. 2005). Caracterizado fisonómicamente por ser una selva con árboles frondosos de 25 a 35 m de altura. En el sotobosque predominan los helechos arborescentes y las palmas son comunes, se extiende desde los 1.000 hasta los 2.400 m.s.n.m. por las faldas de las cordilleras y de sistemas independientes (Rangel *et al.* 1997).

En esta zona se presentan dos períodos de lluvia menor, comprendidos entre los meses de diciembre a marzo y de julio a agosto, y dos periodos lluviosos, de abril a junio y de septiembre a noviembre (Carrero 2003). La temperatura promedio mensualmente es de 25°C con mayores registros entre los meses de abril a junio (Carrero 2003), con una temperatura promedio de 23°C. (CENICAFE 2001).



MÉTODOS

El trabajo fue realizado en los meses de octubre de 2005 a enero de 2006, período de transición que comprende tanto época de lluvias mínimas como máximas (Carrero 2003), debido a que el máximo periodo de actividad de las hormigas es donde las temperaturas son altas y las lluvias abundantes (Fernández 2003).

Dado que en el área de estudio se encuentran predominando cinco especies de árboles (*Trichospermum* sp., *Persea americana*, *Inga edulis*, *Myriocarpa* sp., *Trema micrantha*) que aportan sombra al cafetal, se decidió trabajar con todos ellos al igual que con el café (*Coffea arabica*). Cada unidad experimental consistió de una bolsa de plástico de 40x20x30 cm. con un ojo de malla de 1 cm² y se ubicaron sobre la superficie del suelo atado al lado de un arbusto de café, estas bolsas contenían seis ramas de 30 cm de largo con 2 cm de diámetro. Para este trabajo de campo se utilizaron dos tratamientos uno, el cual consistió en bolsas que contenían una rama de cada especie de árbol utilizada en este experimento (especies mixtas) y bolsas que contenían seis ramas de cada especie de árbol (especies simples), ambos tratamientos, especies simples y mixtas contenían igual número de ramas de las especies de árboles (Byrne 1994), esto con el fin de mantener constante la biomasa del recurso y así balancear el experimento.



Se ubicaron 72 unidades experimentales en una hectárea del cafetal de sombra las cuales fueron distribuidas en 12 columnas (Tabla 1) en cada columna, se alternaron seis unidades experimentales entre bolsas con especies mixtas y especies simples. Cada una de estas unidades experimentales fueron separadas cada 20 metros entre filas y 9 metros entre columnas.

Las ramas utilizadas en este trabajo, fueron colectadas un mes antes del experimento. Un total de 432 ramas fueron cortadas directamente de los árboles vivos [escogidas por el autor para evitar cualquier diferencia específica entre las especies de árboles como la talla o el diámetro (Armbrecht 2004)] que aportan sombra al cafetal (72 ramas / especie de árbol), y secadas durante 15 días a 35 °C en una estufa de secado de la Universidad de Magdalena. El secado tiene como fin homogenizar las condiciones de posible descomposición de las ramas para que sea la "diversidad" el factor a evaluar (Com. per. Armbrecht 2005). Después de secadas, cada rama fue taladrada en el centro longitudinalmente, utilizando un broca de 10 cm. de largo y 0.5 cm. de diámetro, estas ramas se dispusieron al azar en cada una de las bolsas del experimento.

Las muestras fueron dejadas en campo por un periodo de 72 días (Com. per. Armbrecht 2005), durante la estación de lluvias mínimas. Las especies recolectadas, fueron identificadas hasta el nivel taxonómico más bajo que se pudo



llegar y serán depositadas en el Museo De Entomología De La Universidad del Valle y El museo de Entomología de la Universidad del Magdalena.

Tabla 1. Disposición de las muestras en una hectárea.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|----------|
| | | | | | | | | | | | | | ↔ 9 mts | |
| Fila 1 | S ₄ | M | S ₂ | M | S ₃ | M | S ₅ | M | S ₁ | M | S ₆ | M | | ↑ 20 mts |
| Fila 2 | M | S ₁ | M | S ₆ | M | S ₂ | M | S ₅ | M | S ₃ | M | S ₄ | | |
| Fila 3 | S ₆ | M | S ₄ | M | S ₁ | M | S ₂ | M | S ₅ | M | S ₃ | M | | |
| Fila 4 | M | S ₁ | M | S ₃ | M | S ₅ | M | S ₄ | M | S ₂ | M | S ₆ | | |
| Fila 5 | S ₄ | M | S ₅ | M | S ₁ | M | S ₃ | M | S ₆ | M | S ₂ | M | | |
| Fila 6 | M | S ₁ | M | S ₅ | M | S ₂ | M | S ₃ | M | S ₆ | M | S ₄ | | |

Fase de Campo

La distancia entre unidades de muestreo puede considerarse como un elemento importante para asegurar la independencia de las unidades muestrales, pero algunos estudios sugieren que la mirmecofauna no varía significativamente dentro de un bosque a distancias de hasta 100 metros. Por esta razón no habría mayor diferencia en colocar los transectos cada 5 o cada 50 metros (Fisher 1999). Sin embargo, con el fin de poder hacer futuras comparaciones y metanálisis con otros trabajos, se dispusieron las unidades de muestreo uniformemente en una hectárea de café sembrado (com. per. Guerrero 2005).



Estudios realizados por Sarmiento (2000), muestran que no existen diferencias significativas en la riqueza, en la abundancia ni en las curvas de acumulación de especies así como en las curvas del índice de diversidad acumulado entre los tres tipos de transecto (clásico, espina y núcleo), se puede afirmar que cualquiera de ellos sirve para los muestreos. Para este estudio se utilizaron transectos clásicos o lineales que requieren de hasta un 30% menos del tiempo de muestreo (Sarmiento 2000).

Cada uno de los sacos que contenían las ramas anidadas tomadas del agroecosistema, fueron transportadas hasta el laboratorio de Biología de la Universidad del Magdalena en bolsas plásticas selladas para evitar cualquier pérdida de información en el transcurso del viaje. Cada rama fue sellada con plastilina en los extremos para poder determinar con mayor precisión en el laboratorio la presencia de las colonias por rama (com. per. Guerrero 2005).

Fase de laboratorio

Una vez se concluyó la recolección de los especímenes, se inició la etapa de separación de las muestras, colocando cada individuo en alcohol al 70% para su posterior identificación. Los individuos fueron identificados hasta género según las claves de Fernández (2003), para ello se empleó un estereoscopio Nikon SMZ645 a 50X.



Análisis de datos

Para el análisis de los datos de muestreos estandarizados muchos estadísticos requieren que las poblaciones cumplan con una distribución espacial aleatoria; sin embargo, dado el carácter social de las hormigas así como la especificidad de escogencia del sitio de anidación, podría pensarse que el estudio de su abundancia y riqueza requieren de estadísticas especiales (Fernández 2003).

Curva de acumulación de especies: Es quizás una de las herramientas más importantes para apreciar la representatividad de la muestra (Fernández 2003). Se trata de un plano cartesiano en el que va registrado el número acumulado de especies que hay para una zona, es decir, expresa en que punto se encuentra el muestreo con relación al número total de especies estimadas que hay en una región y permite conocer el número de muestreos que se necesitan para obtener una muestra representativa de la riqueza biológica del lugar (Colwell & Coddington 1994).

Estimación de la riqueza: Con base en la curva de acumulación de especies se puede hacer una predicción cualitativa de la riqueza biótica. No obstante, al adicionar a este muestreo el número de individuos o la frecuencia de captura de las especies es posible tener una predicción matemática más refinada. Se empleó el paquete estadístico EstimateS 7.5 que calcula la riqueza esperada de un lugar mediante estimadores de riqueza no paramétricos a partir de un muestro estructurado (<http://viceroy.eeb.uconn.edu>).



Se trabajó con los estimadores CHAO-2 y Jackknife-1, estimadores que solo se utilizan cuando se disponen de datos de incidencia (presencia-ausencia). De estos dos estimadores, CHAO-2 es el mas riguroso y menos sesgado para muestras pequeñas (Villarreal *et al.* 2004).

Se tomó la media del número de colonias y de especies de hormigas encontradas en las bolsas (unidad muestral) de los dos tratamientos (especies mixtas y especies simples) y se comparó mediante una prueba de t (Zar 1999) utilizando el paquete estadístico StatGraphic PLUS 5.1.



RESULTADOS

Descripción general de riqueza y abundancia.

En el agroecosistema cafetero muestreado en la en la Sierra Nevada De Santa Marta, se registraron 20.158 individuos agrupados en 13 géneros y 3 subfamilias, de las cuales 7 de estos géneros asentaron sus colonias en las bolsas colocadas en el área de trabajo. La tabla 2 muestra las subfamilias y géneros colectados durante el experimento.

Tabla 2. Lista de especies recolectadas en el tratamiento de bolsas simples y mixtas.

| MORFO-ESPECIES | Tratamiento de bolsas simples | | Tratamiento de bolsas mixtas | |
|---|----------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
| | Adultos | Inmaduros | Adultos | Inmaduros |
| SUBFAMILIA MYRMICINAE | | | | |
| <i>Crematogaster</i> sp1 Lund 1831 | 4121 | 722 | 2849 | 467 |
| <i>Cyphomyrmex</i> sp1 Mayr 1862 | 0 | 0 | 61 | 0 |
| <i>Paratrechina</i> sp1 Motschoulsky 1863 | 84 | 0 | 7 | 0 |
| <i>Pheidole</i> sp1 Westwood 1983 | 7 | 0 | 25 | 0 |
| <i>Pheidole</i> sp2 Westwood 1983 | 836 | 43 | 23 | 0 |
| <i>Pheidole</i> sp3 Westwood 1983 | 1279 | 390 | 836 | 0 |
| <i>Pyramica</i> sp1 Roger 1862 | 171 | 33 | 1 | 0 |
| <i>Pyramica</i> sp2 Roger 1862 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Solenopsis</i> sp1 Westwood 1840 | 954 | 305 | 841 | 389 |
| <i>Strumigenys</i> sp1 F. Smith 1860 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Wasmannia</i> sp1 Forel 1893 | 6708 | 88 | 1355 | 0 |



| | | | | |
|---------------------------------|----|---|---|---|
| SUBFAMILIA FORMICINAE | | | | |
| <i>Camponotus</i> sp1 Mayr 1861 | 36 | 0 | 0 | 0 |
| SUBFAMILIA ECITONINAE | | | | |
| <i>Labidus</i> sp1 Jurine 1807 | 2 | 0 | 0 | 0 |

Para efectos del análisis de datos de abundancia, se define una captura, como la presencia de al menos un individuo de una especie en una rama expresado en porcentaje.

La comunidad de hormigas que se encontró anidando dentro de las ramas del tratamiento de bolsas simples (figura 3), reflejaron a través de una análisis de comparación de muestras ($P = 0,9339$ $F_{35} = 0,2551$), no tener preferencia alguna por el tipo de árbol en el cual se asentaban sus colonias.

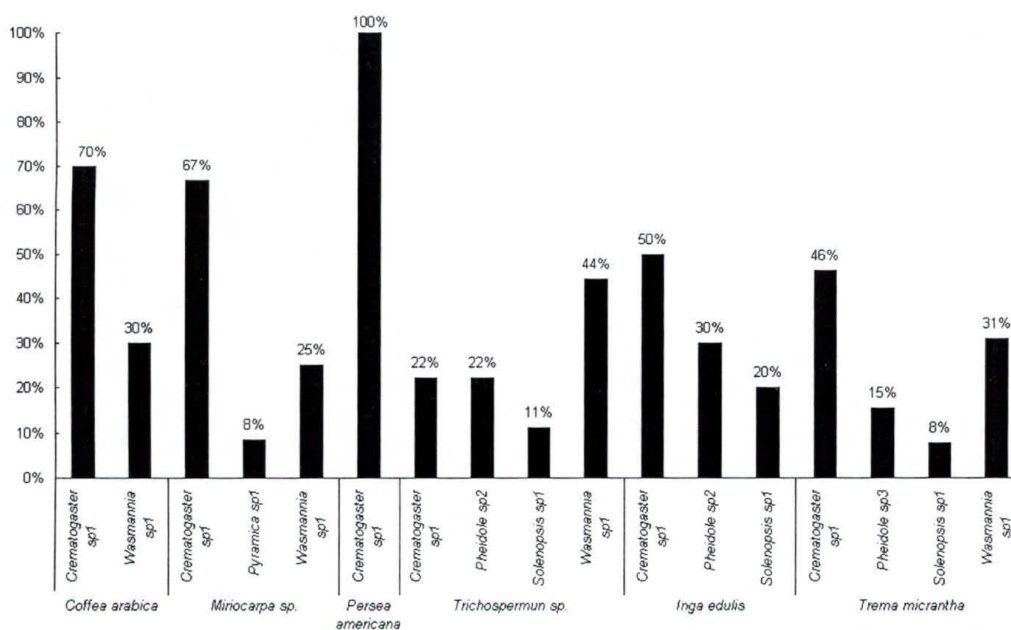


Figura 3. Porcentaje de colonias por especie capturadas en el tratamiento de las bolsas simples.



De igual manera para el tratamiento de bolsas mixtas ($P = >0.05$), se muestra que no existen diferencias significativas en el asentamiento de las colonias de los diferentes grupos de hormigas encontradas (figura 4), definiendo los dos tratamientos (mixtos y simples) como grupos homogéneos para el asentamiento de las colonias.

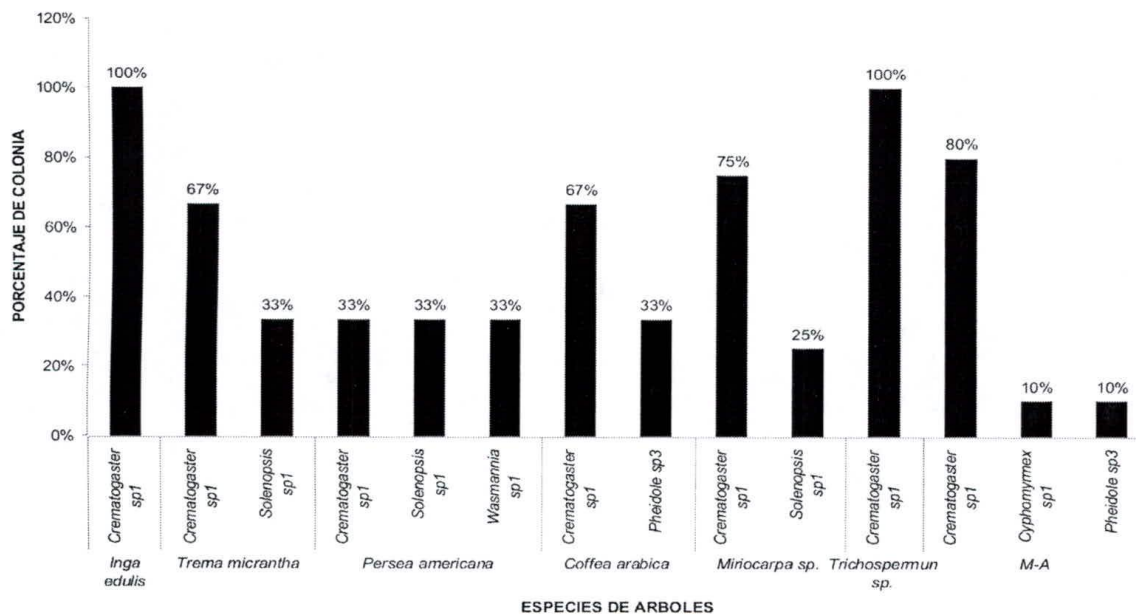


Figura 4. Porcentaje de las colonias de hormigas encontradas en cada una de las especies de árboles del tratamiento mixto.

Sin embargo, al someter los datos de las colonias encontradas en el tratamiento simple y el tratamiento mixto a una prueba t de comparación de muestras, para determinar si existen diferencias significativas entre el asentamiento de las colonias en los dos tratamientos, encontramos que sí existen tales diferencias ($t = 2,4775$ $df = 35$ $P = 0,0156472$) presentándose una mayor abundancia de colonias en el tratamiento de especies simples. (Tabla 3, Figura 5)



Tabla 3. Número de colonias y riqueza de especies encontradas en las ramas de los árboles utilizados en este estudio.

| Especie de Árbol | Número de colonias | | Riqueza de especie | |
|--------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| | Especies Simples | Especies Mixtas | Especies Simples | Especies Mixtas |
| <i>Coffea arabica</i> | 10 | 6 | 2 | 2 |
| <i>Myriocarpa</i> sp. | 12 | 4 | 3 | 2 |
| <i>Persea americana</i> | 6 | 3 | 1 | 3 |
| <i>Trichospermun</i> sp. | 9 | 3 | 4 | 1 |
| <i>Inga edulis</i> | 10 | 1 | 3 | 1 |
| <i>Trema micrantha</i> | 13 | 3 | 4 | 2 |

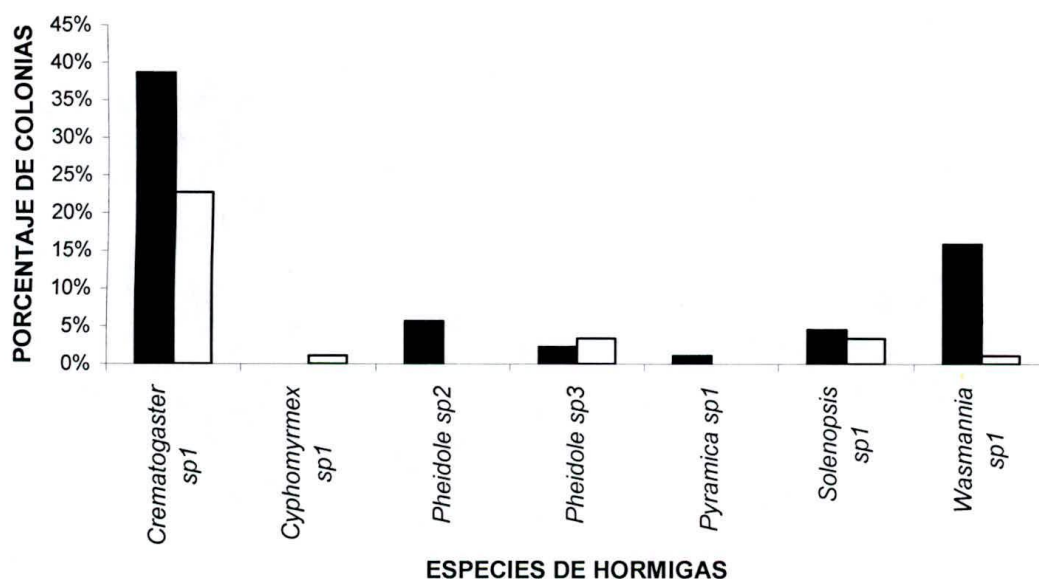


Figura 5. Porcentaje de colonias encontradas para los tratamientos de bolsas simples (■) y bolsas mixtas (□).

Crematogaster fue el género que presentó mayor abundancia de colonias en ambos tratamientos con 34 colonias para las bolsas simples y 20 colonias para las bolsas mixtas (tabla 4 y figura 6), seguido de *Wasmannia* con 14 colonias en el tratamiento simple. Mientras que las especies de *Pyramica* y *Cyphomyrmex* solo presentaron una colonia para todo el experimento.



Tabla 4. Número de colonias de las hormigas que se encontraron anidando en las ramas de las seis especies de árboles de sombras utilizados en el experimento.

| Especie de hormigas o morfoespecie | Número de colonias | |
|-------------------------------------|--------------------|-----------------|
| | Especies Simples | Especies Mixtas |
| <i>Crematogaster</i> sp1 Lund 1831 | 34 | 20 |
| <i>Cyphomyrmex</i> sp1 Mayr 1862 | 0 | 1 |
| <i>Pheidole</i> sp2 Westwood 1983 | 5 | 0 |
| <i>Pheidole</i> sp3 Westwood 1983 | 2 | 3 |
| <i>Pyramica</i> sp1 Roger 1862 | 1 | 0 |
| <i>Solenopsis</i> sp1 Westwood 1840 | 4 | 3 |
| <i>Wasmannia</i> sp1 Forel 1893 | 14 | 1 |

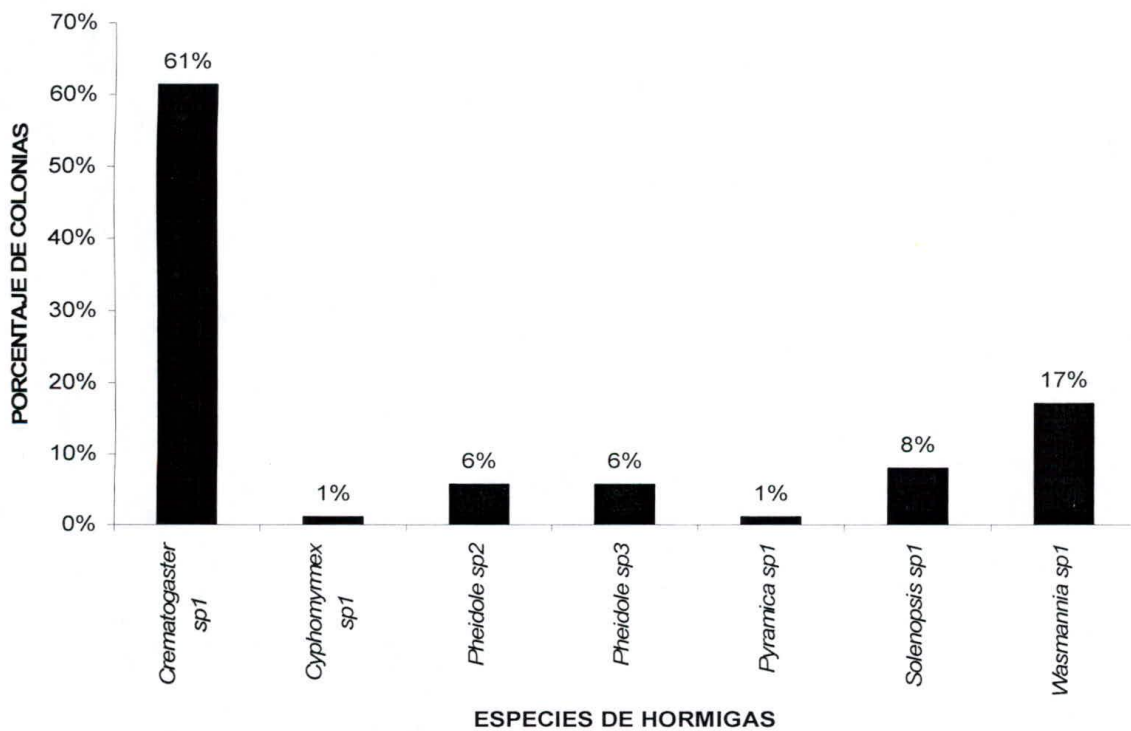


Figura 6. Porcentaje total de las especies de hormigas que anidaron en las ramas dispuestas en el experimento.





Al comparar la abundancia de las colonias presentes en cada una de las especies de árboles utilizados en este trabajo, se obtuvo como resultado un mayor asentamiento de estas en el la especie *Trema micrantha*, aunque no se hubiera encontrado evidencias de diferencias significativas entre el uso de los distintos tipos de árboles. Al igual ocurrió con el tratamiento de las especies mixtas, aunque *Coffea arabica* registro una mayor cantidad de colonias (figura 7)

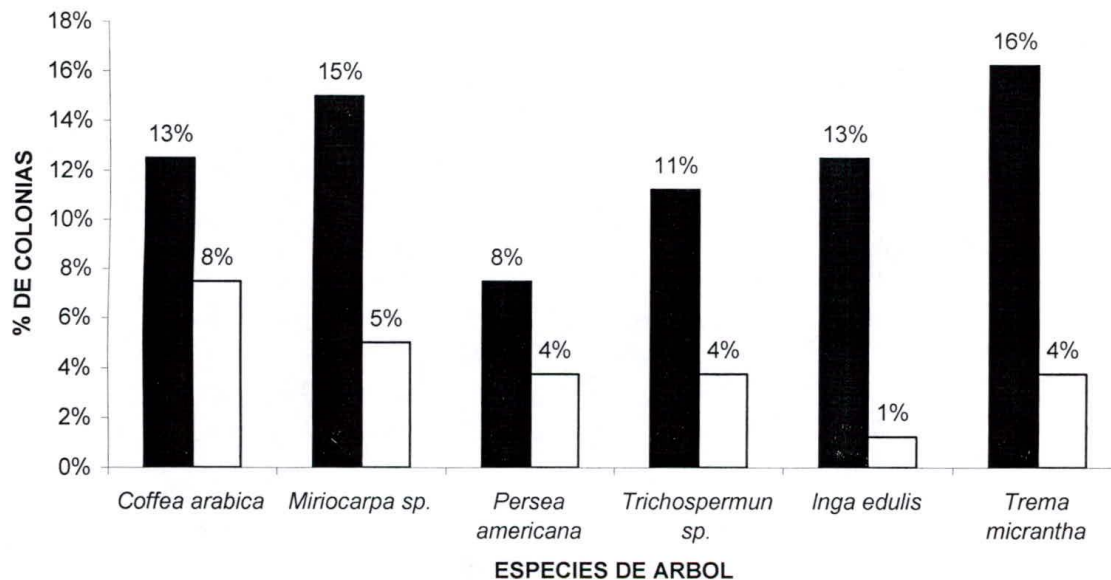


Figura 7. Porcentaje de colonias presentes en las diferentes especies de árboles utilizados los tratamientos simples (■) y mixtos (□).

A pesar de que este estudio no tiene como objeto comparar la efectividad de ninguna técnica de muestreo, la curva de acumulación de especies que se observa en la figura 8 indica que las especies de hormigas capturadas que hacen sus nidos en las ramas de la hojarasca de agroecosistemas cafeteros, se acercan a la cantidad de especies estimadas para esta zona de estudio.



Los datos de riqueza de especies observados en la figura 8 reflejan que el tratamiento de bolsas mixtas, está mas representado por la comunidad de hormigas que se pueden encontrar en este lugar con un total de 11 especies en comparación con el tratamiento de bolsas simples que registro 10, sin embargo en este tratamiento se puede observar que la curva de CHAO-2 no alcanza a ser asintótica, lo que nos indica que la cantidad de especies que podríamos encontrar en este tratamiento es mayor comparado con la curva de CHAO-2 del tratamiento simple, la cual estima 16 especies.

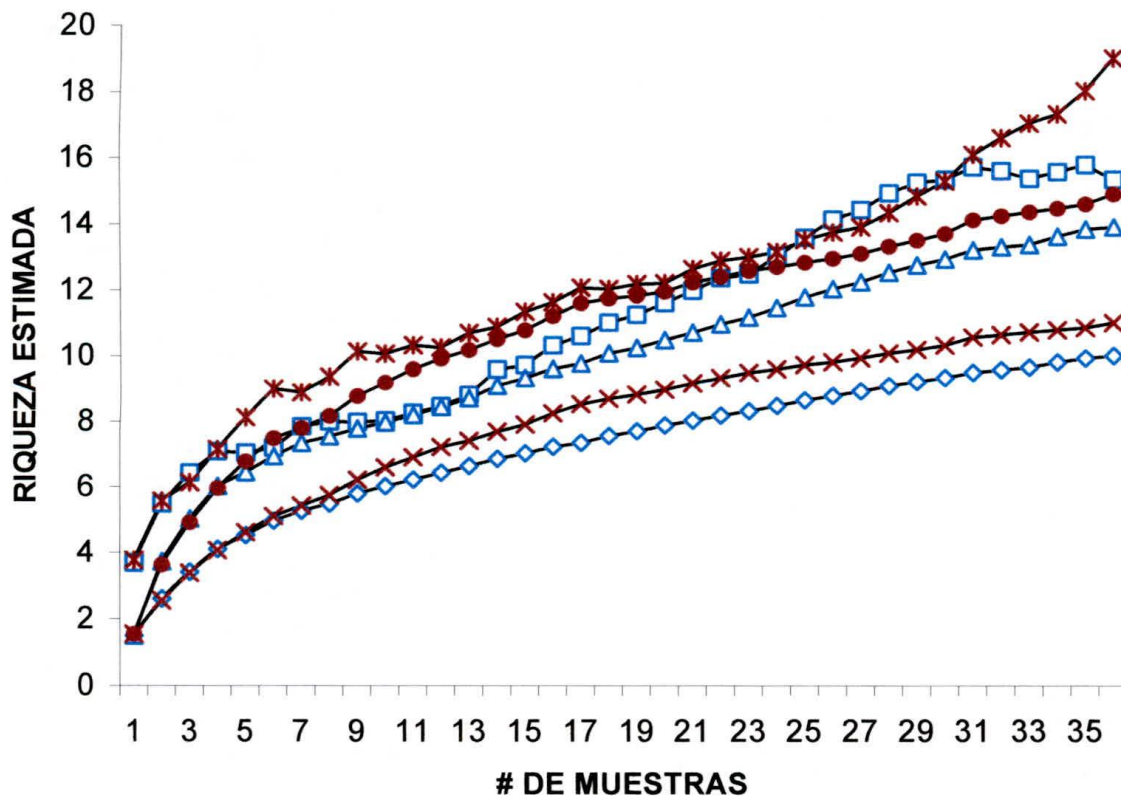


Figura 8. Curvas de acumulación de especies para el tratamiento de bolsas simples y mixtas, estimación de riqueza. Estas curvas son realizadas con datos de



36 bolsas del tratamiento simple y 36 del tratamiento mixto con base en las medias de 100 aleatorizaciones del orden de acumulación de las muestras. Las especies observadas (\diamond —Sobs “Mao Tau”), el estimador de incidencia (\square —Chao-2 Mean), Estimador de primer orden (\triangle —Jack-1 Mean), para el tratamiento simple se ilustran de color claro (\square). Mientas que las especies observadas para el tratamiento mixto (\times —Sobs “Mao Tau”), el estimador de incidencia (\ast —Chao-2 Mean) y el estimador de primer orden (\blacklozenge —Jack-1 Mean) se observan de color oscuro (\bullet).

La figura 9 muestra el número de colonias estimadas para ambos tratamientos, donde se puede observar que la cantidad de especies de hormigas que formaron nidos en las muestras utilizadas en este trabajo, se acercan bastante a las estimadas.

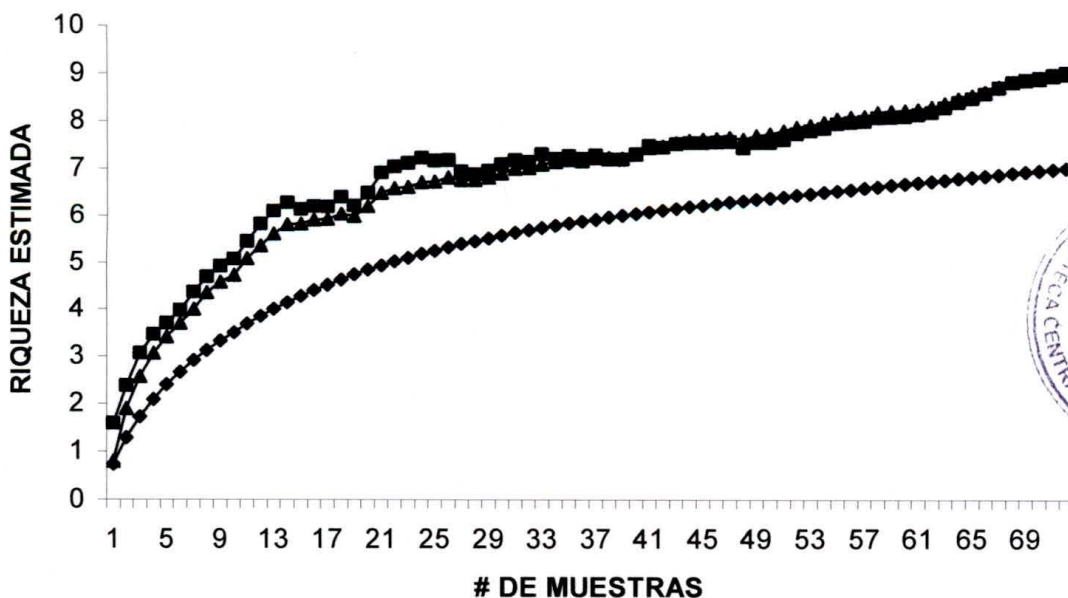


Figura 9. Curva de acumulación de especies para el número de colonias presentes en los tratamientos simples y mixtos unidos en un mismo grupo. Estas



curvas son realizadas con los datos de las 72 bolsas con base en las medias de 100 aleatorizaciones del orden de acumulación de las muestras. Especies observadas (→ **Sobs “Mao Tau”**), Estimador de incidencia (→ **Chao-2 Mean**), Estimador de primer orden (→ **Jack-1 Mean**).

Otros invertebrados fueron encontrados habitando en las muestras de los tratamientos (tabla 5) que aunque varios de ellos no competían por el recurso podrían ser fuente de alimento como los colémbolos para las colonias de *Pyramica* y *Strumigenys*.

Tabla 5. Lista de los ordenes de insectos asociados a las muestras de ambos tratamientos.

| | | |
|------------|------------|--------------------|
| Acari | Collembola | Hymenoptera |
| Araneae | Dermaptera | Isoptera |
| Blattodea | Diplopoda | Orthoptera |
| Chilopoda | Diptera | Pseudoescorpionida |
| Coleoptera | Hemiptera | |

Dentro de las ramas, también se encontró que existían otras especies de insectos en su mayoría pertenecientes a la subfamilia Blattodea y a la familia Curculionidae que utilizaron los espacios dispuestos en este trabajo para el asentamiento de las colonias de hormigas, disminuyendo de esta forma el recurso disponible (Wilcoxon = 1210.5 P = 0.0312233) (Figura 10).



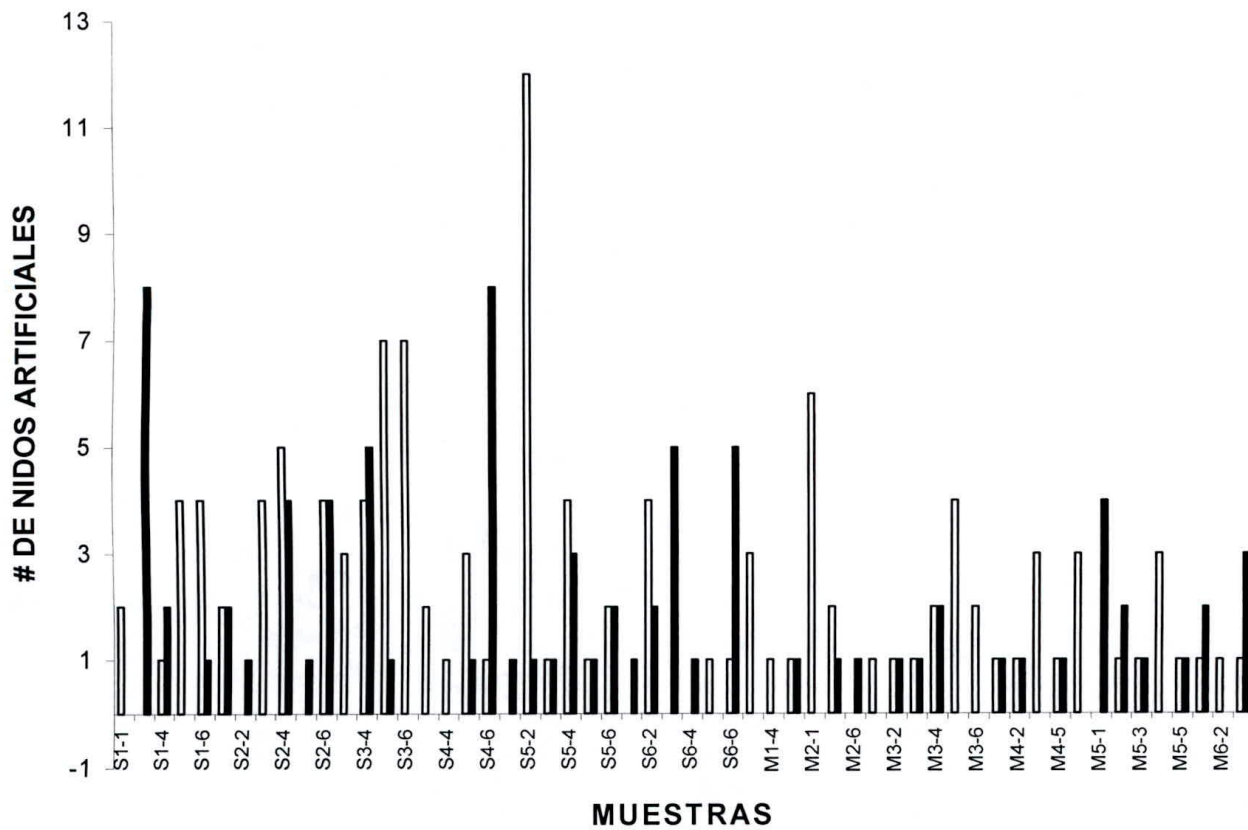


Figura 10. Colonias de hormigas (■) e insectos asociados (□) a los nidos artificiales dispuestos en el estudio, S es igual a tratamiento simple y M tratamiento mixto, el primer número hace referencia a el tipo de árbol utilizado 1 *Coffea arabica*, 2 *Myriocarpa* sp., 3 *Persea americana*, 4 *Trichospermun* sp, 5 *Inga edulis*, 6 *Trema micrantha*.



DISCUSIÓN

Fauna de hormigas que anidan en ramas de la hojarasca.

El gradiente altitudinal en el cual se trabajó, reflejó el descenso de casi un 50% en el número de especies que se esperaban encontrar, comparándolo con los trabajos Armbrrecht *et al.* (2004) y Vandermeer (2003), registrando 13 especies de hormigas para este trabajo que pertenecen principalmente a la subfamilia Myrmicinae, la cual es la más abundante de la región neotropical (Bustos 1994). Esta subfamilia aportó la mayor parte de los géneros encontrados en este trabajo, concordando con varios autores, quienes las catalogan como hormigas generalistas y oportunistas, ya que pueden vivir en muchos ambientes y que colonizan por lo general áreas intervenidas por el hombre (Medina 1994). La subfamilia Ecitoninae registró una sola especie del género *Labidus* con dos individuos que posiblemente se encontraban forrajeando por las bolsas en el momento de la recolección de las muestras, ya que su comportamiento nómada y la escasa abundancia encontrada nos indica que su nido no se encontraba en las bolsas del experimento por lo que al momento de realizar los análisis respectivos para este documento fueron obviados los datos aportados por ellos.

La comunidad de hormigas encontradas muestran un comportamiento generalista con respecto a los sitios de anidación debido a que no se encontraron



diferencias significativas entre las especies de árboles utilizados. El tratamiento de las bolsas mixtas registró una menor cantidad de colonias posiblemente debido a la combinación de las diferentes especies de ramas pueden crear diferentes condiciones para la biota en general. Ambrecht *et al.* (2004) propone que las “propiedades emergentes” como la retención de agua, presencia de recurso alimenticio, entre otras, pueden ser percibidas de manera diferente por los quimiorreceptores de las colonias encontradas o por la reina. O tal vez la mezcla de las diferentes especies de árbol puede influir en la manera en la cual las ramas retienen el agua y se descomponen, favoreciendo el crecimiento de diferentes tipos de hongos y bacterias como también la reproducción de colémbolos y otros invertebrados.

Por otro lado se puede observar en los resultados de la curva de acumulación de especies (figura 8), que los datos obtenidos de riqueza de especies para el tratamiento mixto fue poco significativo, encontrándose menos del 50% de las especies estimadas para este tratamiento. Son múltiples las explicaciones que podríamos dar a este evento, pero una de las mas acertadas quizás sea el hecho explicado anteriormente, donde suponemos que las “propiedades emergentes” pueden crear diversas condiciones de hábitat para la biota ahí presente, dando lugar al desarrollo de fuentes de alimento que son aprovechadas por diversas especies de hormigas, mas no con condiciones ideales para el asentamiento de sus colonias.



A pesar de que este estudio es puntual al momento de reducir el espacio de muestreo a las hormigas que pueden anidar dentro de las ramas presentes en la hojarasca de una plantación de café, se encontró una variedad importante de hormigas que aprovechan el recursos de diferentes formas, como especies típicas de la hojarasca (*Cyphomyrmex* sp., *Strumigenys* sp. y *Pyramica* sp.), especies arbóreas (*Camponotus* sp. y *Crematogaster* sp.) o de suelo (*Pheidole* sp. y *Solenopsis* sp.), cada una con hábitos distintos, por ejemplo, *Cyphomyrmex* sp. aprovecha heces de insectos mientras que *Strumigenys* sp. depreda colémbolos (Holldobler & Wilson 1990), lo que hace de la calidad de las plantaciones de café sean importantes para mantener y preservar la biodiversidad asociada en los microhábitats de la hojarasca (Armbrecht & Perfecto 2003).

El número reducido de especies que formaron colonias dentro del recurso dispuesto en este estudio puede estar relacionado con los efectos del microclima que genera cada una de las bolsas, ya que este juega un papel muy importante en la distribución de las especies de hormigas tales como la diversidad, abundancia, actividad de forrajeo, desarrollo normal de las larvas y pupas además de reducir la actividad de las colonias y modificar las habilidades de defensa y escogencia de sitios para anidar. También estos resultados pueden estar influenciados por la disponibilidad de alimento o la interacción con otras especies (Perfecto & Snelling 1995). Otra explicación a esto está en la diversidad de espacios aprovechables que se presenta en este tipo de plantación, ya que la formación de colonias pueden presentarse en diversos lugares tales como piedras, troncos en





descomposición, hojarasca, árboles, epífitas, entre otros, ocupando nichos muy específicos y de esta manera eludir la competencia , incrementando la diversidad. (Bustos & Ulloa-Chacón 1997)

Las ramas son un recurso efímero que no se constituye en el último lugar de morada de las colonias de hormigas como ocurre con las especies que anidan en el suelo. Sin embargo la disponibilidad de las ramas para el aprovechamiento por parte ellas es abundante en el suelo de estos sistemas (Byrne 1994), por lo que otro factor que jugó un papel importante en la baja presencia de colonias registradas en las muestras, fue que las hormigas que anidan en las ramas de la hojarasca, se deslazan frecuentemente de una rama a otra (34–147 días), siendo este un periodo menor al encontrado en las hormigas que anidan en el suelo. (Armbrecht & Perfecto 2003, Byrne 1994) lo anterior hace plantear la necesidad de monitorear frecuentemente las muestras sin provocar en ellas un disturbio significativo, permitiendo de esta forma optimizar el aprovechamiento de estos nidos artificiales por mas tiempo, para efectos de la investigación.

La localización del nido influye no solamente en el ambiente en que se desarrolla la cría, sino que determina el área de búsqueda y reclutamiento de alimento (Bernstein & Gobbel, 1979), y el tamaño de la colonia, ya que las especies encontradas fueron de tamaño pequeño y con un número bajo de individuos por colonia, posiblemente producto del poco espacio ofrecido por cada rama para el crecimiento de la misma (Byrne 1994).



La distribución espacial de los nidos es un factor importante que está muy relacionado con la distribución de alimento y con la presencia de colonias de otras especies de hormigas que presentan la misma dieta (Medina 1994). Esto concuerda con lo reportado por Byrne (1994) quien describe que las especies de hormigas que forman sus nidos en lugares efímeros como las ramas de la hojarasca, pueden formar varios nidos durante el periodo de vida de la colonia, por lo que la selección de un sitio para formar el nido no será un factor crítico al momento de continuar con el desarrollo de la colonia, aunque hace de ellas muy vulnerables a las condiciones ambientales (Armbrecht & Perfecto 2003). Sin embargo no presentan el mismo problema que aquellas especies de hormigas que anidan en el suelo, las cuales al momento de escoger el sitio de animación lo hacen de manera permanente, lo que ocasiona que esta selección sea un factor crítico para el desarrollo de la colonia. (Byrne 1994)

Las colonias del género *Crematogaster* se encontraron habitando el 61,36% de las muestras que fueron dispuestas en todo el experimento. Dado que estas colonias han desarrollado defensas químicas para evitar la presencia de la mayoría de otras especies de hormigas, ha de presentar un amplio rango de sitios de anidación. Los nidos son encontrados en diferentes sitios incluyendo el suelo con o sin cobertura, en grietas, rocas y en troncos de ramas o árboles (www.ento.csiro.au 2006).



La dominancia de *Crematogaster* puede explicarse en su comportamiento de generar pequeños nidos satélites bajo las cortezas o en árboles (en este caso el café) para proteger o guardar a los pequeños hemípteros de los cuales colectan sus desechos azucarados. De esta manera amplían su estrato de forrajeo dominando toda la planta he impidiendo el asentamiento de otros grupos de hormigas (www.ento.csiro.au. 2006)

Las colonias del género *Wasmannia* mostraron ser el segundo grupo más dominante (17,04%) en las muestras del experimento debido a su comportamiento generalista, oportunista y por ser excelentes competidores, aprovechando de esta manera el recurso dispuesto en la hectárea de café estudiado. Estas colonias viven principalmente en el suelo aprovechando cavidades naturales o dejadas por otros invertebrados, troncos, hojarasca, o cualquier otro tipo de sustrato (Medina 1994). *Wasmannia* han sido relacionada con la reducción de otras especies de hormigas, especialmente en lugares donde ha sido introducida (Armbrecht & Ulloa-Chacón 1999), sin embargo, en ambientes donde es natural, su efecto no es dramático y puede coexistir con otras poblaciones de hormigas, aunque siempre muestra una mejor adaptación y explotación del recurso alimenticio (Tennant 1994)

Estos dos géneros anteriormente mencionados (*Crematogaster* y *Wasmannia*) fueron los únicos que presentaron más de una reina por colonia (poliginia) lo que al parecer permitió una mayor eficacia al momento de establecer sus colonias y



por ende fueron los más abundantes en los nidos artificiales dispuestos en las muestras. Este eficacia se debe a que este tipo de colonias, se puede expandir por pleometrosis o por fisión del nido. (Fernández 2003)

Otro de los géneros que predominó en este trabajo fue *Solenopsis* con un 8%. Las especies de este género, se han caracterizado en muchos lugares por ser especies colonizadoras de hábitats perturbados y modificados por el hombre (Medina 1994), este hecho podría significar que las especies de hormigas que se capturaron en este trabajo, están ampliamente relacionadas con el tipo de hábitat en el que se encuentran, es decir, los cafetales de sombra y su hojarasca son hábitats constantemente perturbados y esto se refleja en la composición de su fauna de hormigas.

Fauna acompañante.

La presencia de otras familias de insectos asociados a la hojarasca, disminuye las probabilidades del asentamiento de las colonias de hormigas en las ramas dispuestas, debido a que empiezan a competir por el mismo recurso, en este caso el hábitat. También es posible que en estas condiciones ocurran asociaciones de tipo mutualista, parabiótico o simbiótico entre hormigas y otros artrópodos (Holldobler & Wilson 1990) y la presencia de hormigas, en vez de excluir, atraiga a otros componentes de la comunidad de hojarasca como se pudo observar en la figura 9 con la presencia de individuos pertenecientes a la familia Blattodea y



Curculionidae, las cuales se encontraron habitando dentro de las ramas dispuestas en el experimento.



SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

↓ A pesar de una ligera tendencia a mayor riqueza en el tratamiento mixto (pero no mayor abundancia), no se demostró que la diversidad de recursos de nidificación promueva una mayor diversidad de hormigas de hojarasca que anidaran en ellas.

↓ Las especies de los géneros *Crematogaster* y *Wasmannia* mostraron no tener preferencia por el uso del recurso para el asentamiento de sus colonias, coexistiendo en una misma muestra hasta ocho y cuatro colonias de estas especies respectivamente.

↓ *Myriocarpa* sp. y *Trema micrantha* son las especies vegetales que albergaron una mayor abundancia de colonias en su hojarasca (ramas).

↓ Las colonias de hormigas encontradas en ambos tratamientos, no muestran comportamientos hostiles con las colonias vecinas, permitiendo de esta manera el asentamiento de más de una colonia de diferentes especies.

↓ La altitud a la cual se trabajó, dejó reflejado el descenso en el número de especies que se esperaban encontrar comparándolo con los trabajos Ambrecht *et al.* (2004) y Vandermeer (2003).



↓ Las especies del género *Crematogaster* mostraron ser altamente eficientes al momento de colonizar las unidades muestrales con más de 40 colonias activas.

↓ Las hormigas que anidan en la hojarasca tienden a ser generalistas con respecto a sus sitios de animación efímeros.

↓ Se demostró que las hormigas que anidan en ramas de la hojarasca no presentaron preferencias por el tipo de rama a utilizar para el asentamiento de sus colonias.



RECOMENDACIONES

↓ Este tipo de estudios deben realizarse por un periodo no menor a 12 meses, ya que las actividades de las colonias de hormigas se ven influenciadas por los cambios climáticos que se puedan presentar a lo largo de un año.

↓ Deben tomarse datos del microclima que presenta cada una de las bolsas de los distintos tratamientos para poder dar mayor explicación a la presencia o ausencia así como dominancia de algunas especies.

↓ Al momento de la recolección de las muestras, cada una de las ramas debe de ser guardada por aparte para evitar que las colonias puedan salir de estas por galerías alternas presentes en las ramas.

↓ Aunque los datos estimados para riqueza en el tratamiento de las bolsas simples mostraron resultados cercanos a los obtenidos, se debe de ampliar el número de muestras para que los resultados obtenidos en el tratamiento de las bolsas mixtas sea más precisa.



-
- ✦ Este tipo de estudio debe complementarse con trabajos similares hechos en los bosques aledaños a las plantaciones de café para un posterior análisis de perturbación del hábitat.



BIBLIOGRAFÍA

- ✈ Aldana De La Torre R. C. & P. Chacón de Ulloa, 1999, Megadiversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la cuenca media del río Calima, *Revista Colombiana de Entomología*, 25(1-2):37-47 P.

- ✈ Anónimo.1986. Programa de los Andes Tropicales. Protegiendo un gran centro mundial de diversidad biológica. Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), Cali, 32 p.

- ✈ Andrade-C M. G., G. Amat García, F. Fernández, 1996, *Insectos de Colombia - estudios escogidos-*. Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales. Santa fe De Bogota, D.C. – Colombia. 477p

- ✈ Armbrecht I., 1995. Comparación de la mirmecofauna en fragmentos boscosos del valle geográfico del río Cauca, Colombia. *Bol. Mus. Ent. Univ. Valle*. 3(2):1-14

- ✈ Armbrecht I. & P. Ulloa-Chacón. 1999. Rareza y diversidad de hormigas en fragmentos de bosque seco colombianos y sus matrices. *Biotropica* 31 (4): 64-53





- ✦ Armbrrecht I., I. Perfecto, & J. Vandermeer. 2004. Enigmatic biodiversity correlations ant diversity responds to diverse resources. *Science*, Vol 304. Pag. 284 – 286.
- ✦ Armbrrecht I., I. Perfecto. 2003. Litter-twig dwelling ant species richness and predation potential within a forest fragment and neighboring coffee plantations of contrasting habitat quality in Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 97 Pag 107-115
- ✦ Bernstein, R.A. & M. Gobel. 1979. Partitioning of Space in Communities of Ants. *J. Anim. Ecol.*, 48: 931-942.
- ✦ Bolaños M. M., J. de los Santos E., J. López P., A. González R., F. Osuna S., Grupo Mesófilo, Asociación Civil. 2002. *Café de sombra en el Rincón de Ixtlán, Sierra Norte, Oaxaca, México.*
- ✦ Brown K, JR. 1989. The conservation of Neotropical environments: insects as indicators. *In* N. M. Collins and J. A. Thomas (Eds.). *The conservation of insects and their habitats. 15th Symposium of the Royal Entomological Society of London*, pp. 354-404. Academic Press, London, England.



-
-
- ✿ Bustos J. H. 1994. Contribución al conocimiento de la fauna de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del occidente del departamento de Nariño (Colombia). Bol. Mus. Ent. Univ. Valle. 2(1,2):19-30,

 - ✿ Bustos J. H. & Patricia Ulloa-Chacón. 1997. Mirmecofauna y perturbación en un bosque de niebla neotropical (reserva natural Hato Viejo, Valle del Cauca, Colombia). Rev. Biol. Trop., 44(3)/45(1): 259-266. Cali, Colombia.

 - ✿ Byrne M. M. 1994. Ecology Of Twig-dwelling ants in a wet lowland tropical forest. Biotropica Vol, 26, N° 1 Pag. 61 - 72

 - ✿ Calderón, E., G. Galeano & N. García (eds.). 2002. Libro rojo de plantas fanerógamas de Colombia. volumen 1: Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae y Lecythidaceae. la serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. instituto Alexander von humboldt, instituto de ciencias naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente.

 - ✿ Carrero R. Edgar, 2003, Caracterización de la fauna de carábidos (Coleoptera: Carabidae) en un perfil altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales- Centro Editorial Javeriano, Bogotá, 27(105): 491–516.



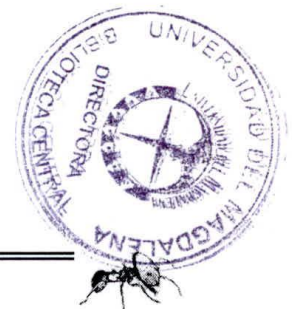
-
- ✦ Chalarca José, 1998, Vida y hechos del café en Colombia, Común Presencia Editores, Santa fe De Bogotá. D. C. Colombia.

 - ✦ Colwell, R. K., & J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society* (Series B) 345, 101-118

 - ✦ Estrada, C. M. & F. Fernández C., 1999, Diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en un gradiente sucesional del bosque nublado (Nariño, Colombia), *Rev. Biol. Trop* 47(1-2) San José. Un.

 - ✦ FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA, CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. CENICAFE. 2001 Chinchiná (Colombia) 1997, 1998, 1999, 2000. Anuario Meteorológico Cafetero. Chinchiná (Colombia). CENICAFE.

 - ✦ Fernández, C. Fernando, Andrade C. Gonzalo & Amat Germán, 2004, Insectos de Colombia Volumen 3, Universidad Nacional De Colombia, Bogotá.



-
- ✿ Fernández, F. (ed.), 2003, Introducción a las hormigas de la región neotropical, Instituto de Investigaciones d Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + 398p.

 - ✿ Fisher, B., 1999, Improving inventory efficiency: a case study of leaf-litter ant biodiversity in Madagascar, *Ecological Applications* 9(2):714-731.

 - ✿ Galindo-González J., Guevara S., Sosa V. J., 2000. Bat and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology* 14(6):1693-1703.

 - ✿ Greenberg R, Bichier P, Sterling J 1997. Acacia, cattle and migratory birds in Southeastern Mexico. *Biological Conservation* 80: 235-247.

 - ✿ Guerrero F. R. 2005. Distribución altitudinal de las hormigas en la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada De Santa Marta (Colombia). Tesis. Universidad del Magdalena. 63 pag.

 - ✿ Holldobler, B., Wilson, E. O. 1990. *The ants*. Cambridge, Mass.: Harvard Univ. Press, xii + 732 pp.

 - ✿ <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.





- ✦ <http://www.cafedecolombia.com/caficultura/zonacafetera.html> (20/04/05)

- ✦ <http://www.ento.csiro.au/science/ants/myrmicinae/crematogaster/crematogaster.htm> (14/01/2006)

- ✦ Instituto Alexander Von Humboldt, Ministerio del medio ambiente y departamento nacional de planeación. 1998. política nacional de la biodiversidad. 14 p.

- ✦ IAHV-UK-UAESPNN. 2001. Insectos. Boletín del proyecto insectos de Colombia. Número 3.

- ✦ Kang B. T. & Akinnifesi K. F., 2000, Agroforestry as alternative land-use Production system for the tropics. *Natural Resources Forum* 24 (2): 137-151.

- ✦ Lawton, J.H., D.E. Bignell, B. Bolton, G. F. Bloemers, P. Eggleton, P.M. Hammond, M. Hodda, R.D. Holt, T.B. Larsen, N.A. Mawdsley, N.E. Stork, D.S. Srivastava & A.D. Watt. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature* 391: 72-75.



-
-
- ✿ Loddo Z., Rodriguez M., Granados C. & Labrada R., 2001, Diversidad de hormigas en un agroecosistema de caña de azúcar en Cuba. Revista electrónica Granma ciencia. Estación provincial de investigaciones de caña de azúcar. Delegación provincial Minaz. Bayamo Granma. Cuba. 5(3):7 p.

 - ✿ Medina U. C. 1994. Nidificación y patrones de distribución especial de nidos de hormigas en una sabana tropical, Carimanga: Llanos orientales de Colombia. Bol. Mus. Ent. Univ. Valle. 2(1,2):31-42, 1994

 - ✿ Perfecto Ivette & Roy Snelling. 1995. Biodiversity and the transformation of a tropical agroecosystem: ants coffee plantations. Ecological Application. Vol 5 N° 4.

 - ✿ Ramírez M., Chacón De Ulloa P., Ambrecht I. Y Calle Z., 2001, Contribución al conocimiento de las interacciones entre plantas, hormigas y homópteros en bosques secos relictuales de Colombia. Caldasia. 23 (2): 523-536.

 - ✿ Ramírez R. M., I. Ambrecht P., Martha L. Enríquez. 2004. Importancia del manejo agrícola para la biodiversidad: caso de las hormigas en caña de azúcar. Revista colombiana de entomología 30(1):115-123



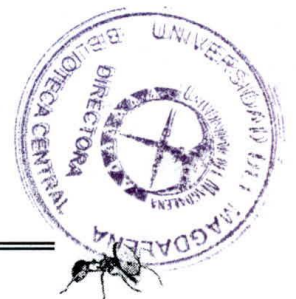
-
- ✦ Ramírez, R. M. & Z. Calle D., 2003, Ecología de hormigas en sistemas silvopastoriles, memorias de la segunda conferencia electrónica (agosto de 2000 a marzo de 2001) agroforestía para la producción animal en América latina ii. Dirección de producción y sanidad animal FAO. Roma. 155:65-74.

 - ✦ Rangel, O., P. Lowy, M. Aguilar & A. Garzón. 1997. Tipos de vegetación en Colombia. Colombia diversidad biótica II. Ed. Guadalupe. Bogotá, Colombia. 436p.

 - ✦ Ricci M., D. Benítez, S. Padin & A. Maceira. 2005. Hormigas argentinas: comportamiento, distribución y control. Facultad De Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional De La Plata.

 - ✦ Sarmiento, C. E., 2000, Comparación de tres clases de transectos para la captura de hormigas en dos formaciones vegetales, Caldasia 22(2): 317-326.

 - ✦ Tennant, L. E. 1994. The ecology of *Wasmannia auropunctata* in primary tropical rainforest in Costa Rica and Panama, pp. 80-90. In D. F. Williams [ed.], Exotic ants. Westview Press, Boulder, CO



-
-
- ✿ Terborgh, J. and Winter, B. A method for siting parks and reserves with special reference to Columbia and Ecuador. *Biological Conservation*. 1983; 2745-58.

 - ✿ Toledo V. M. & P Moguel. 1996. En busca de un café sostenible en México: la importancia de la diversidad biológica y cultural. Ponencia presentada al primer congreso del café sostenible. Smithsonian Migratory Bird Center Washington, D.C., Septiembre 16-18

 - ✿ Vandermeer J. H. 2003. *Tropical agroecosystem*. C. R. C. Press. Washington D.C 38 Pag.

 - ✿ Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina & A.M. Umaña. 2004. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

 - ✿ ZAR JH 1999. *Biostatistical analysis*. Fourth edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 663 pp.



ANEXOS



ANEXO 1

Porcentaje y número de colonias encontradas en cada una de las especies de árboles utilizados en el tratamiento de bolsas simples.

| Muestras | Morfo-especies | Porcentaje | # de colonias |
|--------------------------|--------------------------|------------|---------------|
| <i>Coffea arabica</i> | <i>Crematogaster</i> sp1 | 70% | 7 |
| | <i>Wasmannia</i> sp1 | 30% | 3 |
| <i>Miriocarpa</i> sp. | <i>Crematogaster</i> sp1 | 67% | 8 |
| | <i>Pyramica</i> sp1 | 8% | 1 |
| | <i>Wasmannia</i> sp1 | 25% | 3 |
| <i>Persea americana</i> | <i>Crematogaster</i> sp1 | 100% | 6 |
| <i>Trichospermun</i> sp. | <i>Crematogaster</i> sp1 | 22% | 2 |
| | <i>Pheidole</i> sp2 | 22% | 2 |
| | <i>Solenopsis</i> sp1 | 11% | 1 |
| | <i>Wasmannia</i> sp1 | 44% | 4 |
| <i>Inga edulis</i> | <i>Crematogaster</i> sp1 | 50% | 5 |
| | <i>Pheidole</i> sp2 | 30% | 3 |
| | <i>Solenopsis</i> sp1 | 20% | 2 |
| <i>Trema micrantha</i> | <i>Crematogaster</i> sp1 | 46% | 6 |
| | <i>Pheidole</i> sp3 | 15% | 2 |
| | <i>Solenopsis</i> sp1 | 8% | 1 |
| | <i>Wasmannia</i> sp1 | 31% | 4 |



ANEXO 2

Porcentaje y número de colonias encontradas en cada una de las especies de árboles utilizados en el tratamiento de bolsas mixtas.

| Muestras | Morfo-especies | Porcentaje | # de colonias |
|--------------------------|--------------------------|-------------------|----------------------|
| <i>Inga edulis</i> | <i>Crematogaster</i> sp1 | 100% | 1 |
| <i>Trema micrantha</i> | <i>Crematogaster</i> sp1 | 67% | 2 |
| | <i>Solenopsis</i> sp1 | 33% | 1 |
| <i>Persea americana</i> | <i>Crematogaster</i> sp1 | 33% | 1 |
| | <i>Solenopsis</i> sp1 | 33% | 1 |
| | <i>Wasmannia</i> sp1 | 33% | 1 |
| <i>Coffea arabica</i> | <i>Crematogaster</i> sp1 | 67% | 4 |
| | <i>Pheidole</i> sp3 | 33% | 2 |
| <i>Miriocarpa</i> sp. | <i>Crematogaster</i> sp1 | 75% | 3 |
| | <i>Solenopsis</i> sp1 | 25% | 1 |
| <i>Trichospermun</i> sp. | <i>Crematogaster</i> sp1 | 100% | 1 |



ANEXO 3

Número de individuos encontrados en cada una de las ramas dispuestas en este trabajo, separado por casta y morfo-especie. Las letras y números utilizados en esta tabla, simbolizaron lo siguiente:

REFERENCIA: M=Tratamiento mixto; S=Tratamiento simple; Primer dígito=Transecto; Segundo dígito=Rama.

UBICACIÓN: A=Colonias encontradas fuera de las ramas; D=Colonias encontradas dentro de las ramas; I=*Inga edulis*; II=*Trema micrantha*; III=*Persea americana*; IV=*Trichospermum* sp.; C=*Coffea arabica*; R=*Myriocarpa* sp.

Las bolsas que no aparecen en esta tabla, fueron retiradas por no presentar nidos de hormigas.

| Referencia | Ubicación | Obreras | Soldados | Reinas | Alados | Larvas | Huevos | Morfo-especie |
|------------|-----------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|
| M1-3 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster</i> sp1 |
| M1-4 | D-I | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster</i> sp1 |
| M1-4 | D-IV | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Paratrechina</i> sp1 |
| M1-5 | D-C | 171 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster</i> sp1 |
| M2-1 | A | 106 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster</i> sp1 |
| M2-1 | A | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole</i> sp3 |
| M2-1 | A | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis</i> sp1 |
| M2-2 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Paratrechina</i> sp1 |
| M2-2 | A | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole</i> sp1 |





Continuación anexo 3

| Referencia | Ubicación | Obreras | Soldados | Reinas | Alados | Larvas | Huevos | Morfo-especie |
|------------|-----------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|
| M2-3 | A | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| M2-5 | D-C | 85 | 0 | 0 | 0 | 15 | 31 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M2-6 | A | 203 | 0 | 0 | 0 | 2 | 8 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M2-6 | D-IV | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M3-1 | A | 82 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M3-1 | D-III | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M3-1 | A | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp1</i> |
| M3-1 | A | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp2</i> |
| M3-2 | A | 15 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M3-2 | A | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M3-3 | A | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp1</i> |
| M3-3 | A | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| M3-3 | A | 706 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| M3-3 | D-III | 139 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| M3-4 | A | 89 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M3-4 | D-C | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M3-4 | D-I | 61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M3-4 | D-II | 64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M3-4 | D-R | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M3-4 | A | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp3</i> |
| M3-4 | D-C | 14 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp3</i> |
| M3-5 | A | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M3-5 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| M4-1 | A | 208 | 0 | 1 | 0 | 4 | 42 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M4-1 | D-I | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M4-1 | A | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| M4-1 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| M4-2 | A | 202 | 0 | 0 | 3 | 5 | 18 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M4-2 | D-C | 50 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M4-2 | D-III | 78 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M4-2 | A | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| M4-2 | A | 236 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| M4-3 | A | 64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M4-3 | D-II | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M4-3 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp1</i> |
| M4-3 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| M4-3 | D-I | 174 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| M4-4 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M4-4 | A | 159 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M4-4 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp3</i> |
| M4-5 | A | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M4-5 | D-IV | 34 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M5-1 | A | 136 | 0 | 0 | 1 | 0 | 11 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M5-1 | D-I | 53 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M5-1 | D-R | 127 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | <i>Crematogaster sp1</i> |



Continuación anexo 3

| Referencia | Ubicación | Obreras | Soldados | Reinas | Alados | Larvas | Huevos | Morfo-especie |
|------------|-----------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|
| M5-1 | A | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Paratrechina sp1</i> |
| M5-1 | A | 602 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp3</i> |
| M5-1 | D-C | 58 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp3</i> |
| M5-1 | A | 82 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| M5-1 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Strumigenys sp1</i> |
| M5-2 | A | 132 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M5-2 | A | 112 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp3</i> |
| M5-2 | A | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| M5-2 | D-III | 319 | 0 | 1 | 0 | 24 | 22 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| M5-3 | A | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M5-4 | A | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M5-5 | A | 60 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | <i>Cyphomyrmex sp1</i> |
| M5-5 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp2</i> |
| M5-5 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pyramica sp1</i> |
| M5-5 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| M6-1 | A | 127 | 0 | 0 | 0 | 6 | 150 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M6-1 | D-R | 11 | 0 | 0 | 6 | 0 | 2 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M6-1 | A | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| M6-1 | A | 59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| M6-2 | A | 65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M6-2 | A | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp2</i> |
| M6-2 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pyramica sp2</i> |
| M6-2 | A | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| M6-3 | A | 37 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M6-3 | A | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M6-3 | D-IV | 136 | 0 | 10 | 0 | 46 | 102 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| M6-3 | A | 198 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| M6-3 | D-R | 128 | 0 | 1 | 0 | 258 | 85 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| M6-3 | A | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S1-3 | A | 182 | 0 | 0 | 0 | 16 | 9 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S1-3 | D | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S1-3 | D | 48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S1-3 | D | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S1-3 | D | 72 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S1-3 | D | 69 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S1-3 | A | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Paratrechina sp1</i> |
| S1-3 | D | 56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Paratrechina sp1</i> |
| S1-3 | A | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S1-3 | D | 13 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S1-3 | D | 187 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S1-3 | D | 223 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S1-3 | D | 94 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S1-3 | D | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S1-4 | D | 38 | 0 | 1 | 6 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S1-4 | D | 48 | 0 | 1 | 10 | 0 | 4 | <i>Crematogaster sp1</i> |



Continuación anexo 3

| Referencia | Ubicación | Obreras | Soldados | Reinas | Alados | Larvas | Huevos | Morfo-especie |
|------------|-----------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|
| S1-6 | A | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S1-6 | D | 36 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S2-1 | A | 164 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S2-1 | D | 19 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S2-1 | D | 95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S2-1 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| S2-2 | D | 170 | 0 | 1 | 0 | 13 | 20 | <i>Pyramica sp1</i> |
| S2-3 | D | 64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S2-3 | D | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S2-4 | D | 46 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S2-4 | D | 156 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S2-4 | D | 116 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S2-4 | D | 87 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S2-4 | D | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S2-4 | D | 68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S2-4 | D | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S2-5 | D | 140 | 0 | 1 | 0 | 32 | 24 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S2-6 | A | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S2-6 | D | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S2-6 | D | 10 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S2-6 | A | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Labidus sp1</i> |
| S2-6 | A | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| S2-6 | A | 1407 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S2-6 | D | 197 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S2-6 | D | 150 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S2-6 | D | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S2-6 | D | 185 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S3-1 | D | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S3-2 | D | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S3-4 | A | 58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S3-4 | D | 63 | 0 | 0 | 3 | 2 | 12 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S3-4 | D | 64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 77 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S3-4 | D | 80 | 0 | 0 | 2 | 1 | 80 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S3-4 | D | 69 | 0 | 0 | 0 | 8 | 15 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S3-4 | A | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp1</i> |
| S3-4 | A | 62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S3-4 | D | 155 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S3-5 | D | 68 | 0 | 0 | 0 | 9 | 1 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S3-6 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp1</i> |
| S3-6 | A | 367 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S4-5 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp1</i> |
| S4-5 | A | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp2</i> |
| S4-5 | A | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S4-5 | D | 241 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S4-6 | A | 411 | 0 | 1 | 0 | 18 | 118 | <i>Crematogaster sp1</i> |



Continuación anexo 3

| Referencia | Ubicación | Obreras | Soldados | Reinas | Alados | Larvas | Huevos | Morfo-especie |
|------------|-----------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|
| S4-6 | D | 25 | 0 | 0 | 0 | 6 | 1 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S4-6 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp1</i> |
| S4-6 | A | 12 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | <i>Pheidole sp2</i> |
| S4-6 | D | 84 | 52 | 1 | 0 | 6 | 20 | <i>Pheidole sp2</i> |
| S4-6 | A | 49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| S4-6 | D | 229 | 0 | 1 | 0 | 21 | 9 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| S4-6 | A | 820 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S4-6 | D | 36 | 0 | 0 | 0 | 73 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S4-6 | D | 184 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S5-1 | A | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S5-1 | A | 586 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp2</i> |
| S5-2 | D | 1 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| S5-3 | D | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp2</i> |
| S5-4 | A | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S5-4 | D | 84 | 0 | 0 | 0 | 14 | 1 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S5-4 | D | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S5-4 | D | 35 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S5-4 | A | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| S5-4 | D | 230 | 0 | 1 | 0 | 0 | 240 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| S5-5 | A | 59 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S5-5 | D | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S5-5 | D | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S5-5 | D | 47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S5-5 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp2</i> |
| S5-6 | A | 111 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S5-6 | D | 46 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S5-6 | D | 2 | 1 | 0 | 0 | 15 | 0 | <i>Pheidole sp2</i> |
| S5-6 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| S5-6 | A | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S6-1 | A | 163 | 0 | 0 | 0 | 35 | 45 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S6-1 | A | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp1</i> |
| S6-1 | A | 221 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S6-2 | A | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S6-2 | D | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S6-2 | D | 63 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S6-2 | A | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Paratrechina sp1</i> |
| S6-2 | A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp2</i> |
| S6-2 | A | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| S6-2 | D | 380 | 0 | 1 | 0 | 35 | 0 | <i>Solenopsis sp1</i> |
| S6-3 | D | 165 | 0 | 1 | 0 | 6 | 48 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S6-3 | D | 122 | 0 | 0 | 0 | 12 | 7 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S6-3 | A | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp2</i> |
| S6-3 | A | 748 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S6-3 | D | 118 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S6-3 | D | 364 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |



Continuación anexo 3

| Referencia | Ubicación | Obreras | Soldados | Reinas | Alados | Larvas | Huevos | Morfo-especie |
|------------|-----------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|
| S6-3 | D | 93 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S6-3 | D | 127 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S6-4 | A | 4 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |
| S6-5 | D | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Camponotus sp1</i> |
| S6-5 | D | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Camponotus sp1</i> |
| S6-6 | A | 76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S6-6 | D | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S6-6 | D | 65 | 0 | 0 | 0 | 7 | 5 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S6-6 | D | 192 | 0 | 0 | 0 | 9 | 24 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S6-6 | D1 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Crematogaster sp1</i> |
| S6-6 | D2 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Pheidole sp2</i> |
| S6-6 | A | 771 | 52 | 0 | 0 | 81 | 0 | <i>Pheidole sp3</i> |
| S6-6 | D | 345 | 111 | 0 | 0 | 309 | 0 | <i>Pheidole sp3</i> |
| S6-6 | D | 419 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | <i>Wasmannia sp1</i> |

Sub-Total **19803** **297** **58** **40** **1117** **1320**

TOTAL **Maduros** **Inmaduros**
 20158 **2477**

