



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**FÓRIDOS (Díptera: Phoridae) ASOCIADOS AL HÁBITAT DE  
HORMIGAS CORTADORAS DE HOJAS (*Atta cephalotes* y  
*Acromyrmex octospinosus*) Y SUS PATRONES DE  
LOCALIZACIÓN EN UN BOSQUE SECO TROPICAL ANDINO**

**Soraya Uribe Celis**

Maestría en Ciencia-Entomología  
Facultad de Ciencias, Escuela de Postgrados  
Universidad Nacional de Colombia  
Medellín, Colombia

2013

**FÓRIDOS (Díptera: Phoridae) ASOCIADOS AL HÁBITAT DE  
HORMIGAS CORTADORAS DE HOJAS (*Atta cephalotes* y  
*Acromyrmex octospinosus*) Y SUS PATRONES DE  
LOCALIZACIÓN EN UN BOSQUE SECO TROPICAL ANDINO**

Estudiante:  
**Soraya Uribe Celis**

Director:  
**Adriana Ortiz Reyes, Ph.D.**

Codirector:  
**Brian V. Brown, Ph.D**

Maestría en Ciencia-Entomología  
Facultad de Ciencias, Escuela de Postgrados  
Universidad Nacional de Colombia  
Medellín, Colombia  
2013

**TESIS PARA ASPIRAR AL TÍTULO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS -  
ENTOMOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
SEDE MEDELLÍN**

# Agradecimientos

A la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Nacional por la financiación del proyecto (Código 90201016).

A Agrotunez S.A y a la hacienda Monteloro por brindarme, su hospitalidad, sus predios y el personal necesario para realizar mi trabajo en campo. En especial agradezco a Andrés Moreno Rúa “El Compa” por brindarme su amistad, por enseñarme a encontrar los mejores hormigueros y por espantarme a “trapasos” los mosquitos de la noche.

Al laboratorio de Ecología Química por brindarme un espacio y los equipos necesarios para el desarrollo de este trabajo.

A Brian Brown, que desde lejos siempre estuvo disponible para mis preguntas y lo más importante por contagiarme con su pasión por los fósiles.

Al Dr. Henry Disney y Luciana Elizalde por su cordialidad y por brindarme documentos e información acerca de los fósiles.

A los profesores Guillermo Correa Londoño y René Iral Palomino por sus asesorías y ayuda en la parte estadística.

A Jhon Jairo y Hernán Idárraga Arredondo por acompañarme, apoyarme y orientarme durante todo el proceso de este trabajo de investigación.

A Judy Giraldo Duque (mi mejor amiga), por corregir mi escritura y colaborar con los análisis estadísticos.

Y finalmente pero los más importantes, a mi familia por su amor y apoyo en especial a mi Madre.

# CONTENIDO

Agradecimientos .....	4
Lista de Figuras .....	7
<b>Lista de Tablas</b> .....	8
INTRODUCCION.....	10
<b>1. OBJETIVOS</b> .....	12
<b>1.1 OBJETIVO GENERAL</b> .....	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	13
<b>2.1 FAMILIA PHORIDAE</b> .....	13
2.1.1 Aspectos generales.....	13
2.1.2 Diagnósis .....	14
2.1.3 Clasificación taxonómica .....	16
2.1.4 Importancia ecológica de los fóridos .....	17
<b>2.2 HORMIGAS CORTADORAS DE HOJAS</b> .....	19
2.2.1 Aspectos generales.....	19
2.2.2 Distribución .....	20
2.2.3 Importancia económica.....	21
<b>2.3 ASOCIACIONES FÓRIDOS-HORMIGAS CORTADORAS</b> .....	22
2.3.1 Fóridos parasitoides de hormigas cortadoras .....	23
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	27
3.1 ÁREA DE ESTUDIO .....	27
3.2 MUESTREOS .....	27
3.3 PROCESAMIENTO DE LAS TRAMPAS .....	30
3.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS FÓRIDOS .....	30
3.5 CURADURÍA .....	30
3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL .....	31
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	32
4.1 SINOPSIS .....	32
4.1.1 Fóridos asociados al hábitat de las hormigas cortadoras .....	32
4.1.2 Fóridos parasitoides de las hormigas cortadoras.....	38

4.2 INVENTARIO DE FÓRIDOS COLECTADOS .....	39
4.3 LOCALIZACION DE LOS FÓRIDOS .....	42
4.3.1 Localización de los fóridos en los cebos.....	42
4.3.2 Localización de los fóridos en el periodo día - noche.....	43
4.3.3 Localización de los fóridos en los nidos de <i>Atta cephalotes</i> .....	43
4.3.4 Localización de los fóridos en los microhabitats de los nidos de <i>Acromyrmex octospinosus</i> .....	48
4.3.5 Localización de los fóridos en los microhabitats de los nidos de <i>Acromyrmex octospinosus</i> y <i>Atta cephalotes</i> ubicados en cultivo .....	49
4.4 LOCALIZACIÓN DE LOS FÓRIDOS HEMBRA .....	50
4.4.1 Localización de los fóridos hembra en los nidos de <i>Atta cephalotes</i> .....	50
4.4.2 Localización de los fóridos hembra en los microhabitats de los nidos de <i>Acromyrmex octospinosus</i> .....	52
4.4.3 Localización de los fóridos hembra en los microhabitats de los nidos de <i>Acromyrmex octospinosus</i> y <i>Atta cephalotes</i> ubicados en cultivo .....	52
4.5 LOCALIZACIÓN DE LOS FÓRIDOS HEMBRA MÁS REPRESENTATIVOS .....	53
4.5.1 <i>Coniceromyia</i> .....	53
4.5.2 <i>Dohrniphora</i> .....	54
4.5.3 <i>Eibesfeldtphora</i> .....	54
4.5.4 <i>Megaselia</i> .....	55
4.5.5 <i>Synclinusa</i> .....	57
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	58
<b>6. RECOMENDACIONES</b> .....	60
BIBLIOGRAFIA .....	61
Anexos .....	69

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Caracteres diagnósticos de la familia Phoridae.....	13
<b>Figura 2.</b> Diferencias entre el macho y la hembra en los segmentos terminales...	14
<b>Figura 3.</b> Clasificación taxonómica de la familia Phoridae.....	15
<b>Figura 4.</b> Ciclo de vida de los fóridos parasitoides de hormigas cortadoras de hojas.....	22
<b>Figura 5.</b> Zonas demarcadas para cada hormiguero y distribución de las trampas.....	27
<b>Figura 6.</b> <i>Allochaeta</i> sp. hembra .....	30
<b>Figura 7.</b> <i>Beckerina</i> sp. hembra .....	31
<b>Figura 8.</b> <i>Coniceromyia</i> sp. hembra .....	31
<b>Figura 9.</b> <i>Dohrniphora</i> .sp. hembra .....	32
<b>Figura 10.</b> <i>Megaselia</i> sp. hembra.....	33
<b>Figura 11.</b> <i>Myriophora</i> sp. hembra .....	33
<b>Figura 12.</b> <i>Pseudacteon</i> sp. hembra.....	34
<b>Figura 13.</b> <i>Puliciphora</i> sp. hembra.....	35
<b>Figura 14.</b> <i>Synclinusa</i> sp. hembra .....	36
<b>Figura 15.</b> <i>Eibesfeldtphora</i> sp. hembra .....	37
<b>Figura 16.</b> Bocas de los nidos de hormigueros, de <i>Atta cephalotes</i> en bosque .....	44
<b>Figura 17.</b> Nidos de <i>Atta cephalotes</i> ubicados en cultivo.....	45
<b>Figura 18.</b> Bocas de los nidos y basurero externo de <i>Acromyrmex octospinosus</i> en cultivo.....	47
<b>Figura 19.</b> Abundancias de fóridos hembras capturadas por área, zona y especie de hormiga cortadora.....	54

## Lista de Anexos

<b>Anexo A.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para <i>Atta cephalotes</i> con variable respuesta número de fóridos totales.....	67
<b>Anexo B.</b> Efectos simples de zona, para <i>Atta cephalotes</i> con variable respuesta número de fóridos totales.....	67
<b>Anexo C.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para <i>Acromyrmex octospinosus</i> con variable respuesta número de fóridos totales.....	68
<b>Anexo D.</b> Efectos simples de zona, para <i>Acromyrmex octospinosus</i> con variable respuesta número de fóridos totales.....	68
<b>Anexo E.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para <i>Atta cephalotes</i> y <i>Acromyrmex octospinosus</i> en cultivo con variable respuesta número de fóridos totales.....	68
<b>Anexo F.</b> Efectos simples de género, para <i>Atta cephalotes</i> y <i>Acromyrmex octospinosus</i> en cultivo con variable respuesta número de fóridos totales.....	69
<b>Anexo G.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para <i>Atta cephalotes</i> con variable respuesta número de fóridos-hembras totales.....	69
<b>Anexo H.</b> Efectos simples de área para <i>Atta cephalotes</i> con variable respuesta número de fóridos-hembras totales.....	69
<b>Anexo I.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para <i>Acromyrmex octospinosus</i> con variable respuesta número de fóridos-hembras totales.....	70
<b>Anexo J.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para <i>Atta cephalotes</i> y <i>Acromyrmex octospinosus</i> en cultivo con variable respuesta número de fóridos-hembra totales.....	70
<b>Anexo K.</b> Efectos simples de género, para <i>Atta cephalotes</i> y <i>Acromyrmex octospinosus</i> en cultivo con variable respuesta número de fóridos-hembra totales.....	70

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Especies de fóridos encontrados cerca o en el interior de los nidos de hormigas cortadoras.....	21
<b>Tabla 2</b> Lista de géneros de fóridos colectados en nidos de <i>Acromyrmex octospinosus</i> y <i>Atta cephalotes</i> .....	39



<b>Tabla 3:</b> Fóridos capturados durante el día en las tres zonas de los hormigueros de hormigas cortadoras.....	42
--	----

<b>Tabla 4:</b> Fóridos hembras capturados durante el día en las tres zonas de los hormigueros de hormigas cortadoras .....	49
---	----

## INTRODUCCION

Siempre que se escucha hablar de las moscas viene a la mente de las personas las desagradables moscas domesticas o las perturbadoras moscas del establo. Sin embargo existe un grupo de moscas casi imperceptibles por su pequeño tamaño, conocidas como fóridos o moscas jorobadas, este interesante grupo ha sido poco estudiado. La información que se posee sobre éste nos muestra que son de gran importancia ecológica ya que su historia natural es muy variada ésta va desde individuos saprófagos, herbívoros, carroñeros, fungívoros, depredadores, parásitos, kleptoparásitos hasta parasitoides.

Estos últimos han logrado establecer asociaciones tan estrechas con sus hospederos, como por ejemplo, la de los fóridos pertenecientes al género *Vestigipoda* Disney, quienes han evolucionado de tal manera, que las hembras adultas han tomado la forma de las larvas de su hospedero, las hormigas del género *Aenictus* Shuckard, no sabrán nunca que alimentan y cuidan a unos maestros del mimetismo (Maruyama *et al.* 2008). Y nunca una hormiga del género *Crematogaster* Lund, se dará cuenta que fue parasitada por un grano de polvo en su cabeza, el diminuto fórido *Euryplatea nanaknihali* Brown considerado el díptero más pequeño (Brown, 2012).

Otras hospederos importantes, de varias especies de fóridos, son las hormigas cortadoras de hojas o arrieras (*Atta* Fabricius y *Acromyrmex* Mayr), consideradas como una de las plagas de cultivos más importantes de sur América, su control por medios químicos ha generado grandes daños ambientales, por esta razón, en países como Brasil y Argentina se ha comenzado a realizar investigaciones con estas especies de fóridos para generar una posible alternativa de control biológico mediante su utilización (Bragança, 2007; Elizalde y Folgarait, 2011). El uso de parasitoides, ha cobrado un renovado interés a nivel mundial durante las últimas dos décadas por razones económicas, ambientales y de salud humana (Rodríguez, 2007).

En Colombia, se ha empezado a estudiar otros métodos alternativos más amigables con el ambiente para el control de hormigas cortadoras (Rodríguez *et al.*, 2008; Lemus *et al.*, 2008). Sin embargo la utilización de parasitoides no ha sido explorada debido al poco conocimiento sobre las especies nativas de fóridos asociados a sus nidos. Actualmente, solo se cuenta con algunos registros de fóridos colectados entre 1999 y el 2000 por Brown (2001), Brown y kung (2010).

Esta propuesta de investigación tuvo como objetivo, identificar los fóridos (Díptera: Phoridae) asociados al hábitat de hormigas cortadoras de hojas de las especies *Atta cephalotes* Linnaeus y *Acromyrmex octospinosus* Reich, a través de seis muestreos en el municipio de la Pintada, Antioquia.

## 1. OBJETIVOS

### 1.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar los fóridos (Díptera: Phoridae) asociados al hábitat de hormigas cortadoras de hojas (*Atta cephalotes* y *Acromyrmex octospinosus*) y describir sus patrones de localización en el municipio de La Pintada – Antioquia.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los fóridos asociados al hábitat de las hormigas cortadoras *Atta cephalotes* y *Acromyrmex octospinosus*, mediante claves taxonómicas.
- Identificar las especies de la familia Phoridae que parasitan a las hormigas cortadoras de hojas *Atta cephalotes* y *Acromyrmex octospinosus*, mediante claves taxonómicas.
- Comparar los patrones de abundancia de fóridos en dos ecosistemas contrastantes (Remante de bosque y cultivo).
- Establecer la preferencia de los fóridos, por los microhabitats de las hormigas cortadoras.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 FAMILIA PHORIDAE

#### 2.1.1 Aspectos generales

Etimológicamente Phoridae proviene de la palabra Phora, que en latín, significa movimientos rápidos, haciendo esto referencia a la rápida huida de las moscas phoridae (Disney, 1994).

Los fóridos (Díptera: Phoridae) presentan una amplia distribución mundial, siendo la región Neotropical mucho más rica en especies que la región Neártica (Feener y Brown, 1995). Por ejemplo Brown (2004) reportó una mayor diversidad de especies del género *Apocephalus* Coquillett, en Costa Rica, casi tres veces más grande que toda la diversidad descrita de éste género hasta ahora para la región Neártica. Se encuentran entre las familias biológicamente más diversas de insectos. Poseen larvas con una amplia variedad de hábitos, existen especies saprófagas, herbívoras, carroñeras, fungívoras, depredadoras, parásitas, kleptoparásitas y parasitoides (Disney, 1994).

Los adultos de los fóridos son muy variados en su alimentación, se alimentan de las secreciones azucaradas que producen otros insectos (honeydew), del néctar y polen de las flores, de levaduras, de esporas y de fluidos de carroña (Disney, 1994; Fadamiro y Chen, 2005). Incluso se han visto, alimentándose de las presas de otros insectos o como reportan Brown y Feener (1991) para las hembras de *Apocephalus paraponerae* Borgmeier que se alimentan de los fluidos que segrega la herida que dejan en las hormigas después de ovopositarlas.

Adicionalmente, existen especies donde tanto larvas como adultos pueden vivir como kleptoparásitos o depredadores en nidos de termitas, hormigas y abejas. Según Nogueira (1997) la especie de fórido *Pseudohypocera kerteszi* Enderlein se caracteriza porque sus larvas y adultos viven en los nidos de abejas sin aguijón

alimentándose con las provisiones de las abejas y en el caso de las larvas también tienen la capacidad de convertirse en predadores alimentándose de pre-pupas y pupas de las abejas.

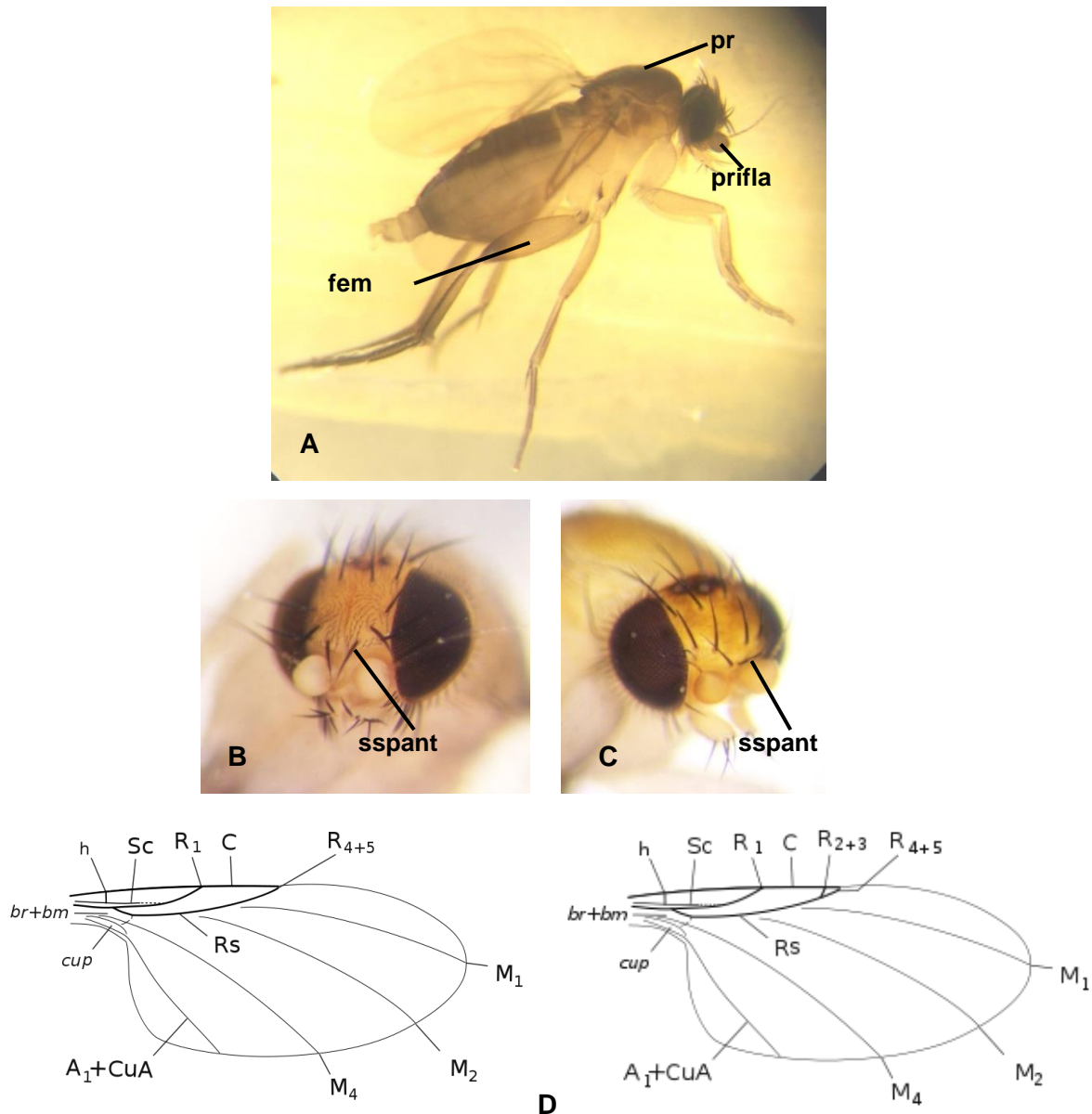
### 2.1.2 Diagnósis

Los fóridos poseen un tamaño corporal que varía de los 0.4 hasta 6.0 mm. Son conocidas como moscas jorobadas, por poseer un prominente pronoto. Poseen diferentes colores que van desde el negro hasta el blanco, pudiendo incluso llegar a ser muy coloridos y atractivos, como las especies del género *Melaloncha* Brues, que son conocidos como “Las mariposas de la familia Phoridae”, por la combinación y contrastes de sus colores.

Algunas características taxonómicas de los fóridos son entre otras, poseer en la cabeza generalmente tres filas horizontales de cerdas, cada una con 4 cerdas frontales. Adicionalmente pueden tener uno o dos pares de setas supra-antenaes que pueden ser proclinadas como en el género *Megaselia* Rondani o reclinadas como en el género *Dohrniphora* Dahl. Las antenas están constituidas por tres segmentos, el tercer segmento (primer flagelomero) oculta usualmente al segundo segmento (pedicelo antenal). Éste flagelómero puede ser globular, oval o cónico, y de acá se proyecta una arista (Figs. 1(B) 6 (A) )

Las alas generalmente se encuentran en ambos sexos y se caracterizan por tener engrosadas las venas Costal, R<sub>1</sub>, R<sub>2+3</sub> (algunos géneros no la poseen) y R<sub>4+5</sub>, el resto de venas son delgadas y entre ellas no se encuentran venas transversales.

En algunos géneros de fóridos las hembras no presentan ojos, alas o algunos tergitos abdominales. Poseen fémures bien desarrollados y aplanados (comprimidos) lateralmente. Las tibias con frecuencia presentan largas cerdas, cerdas en empalizada (cerdas en serie muy seguidas) o filas transversales (ctenidia). En la Figura 1 se presentan los caracteres diagnósticos de la familia Phoridae.

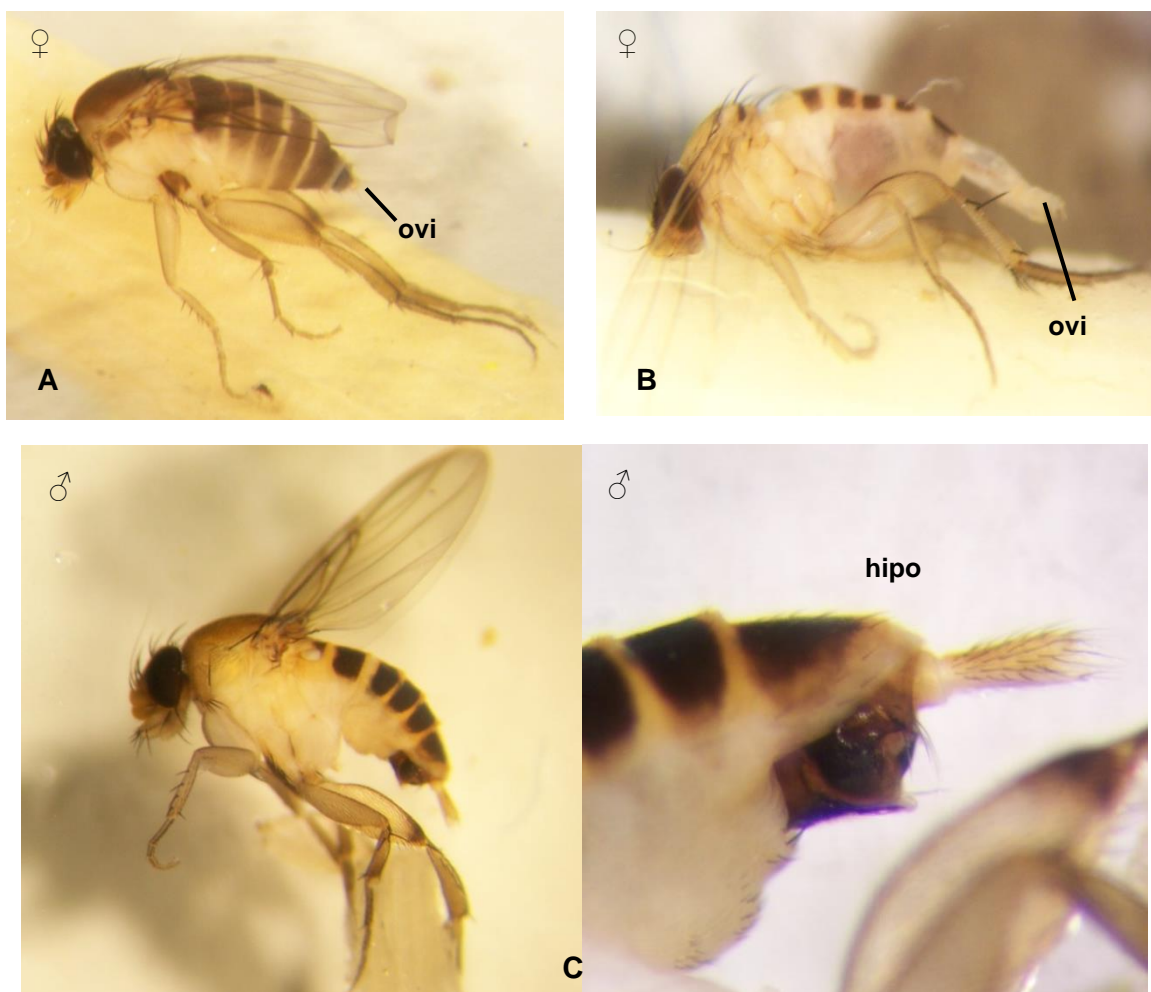


**Figura 1.** Caracteres diagn3sticos de la familia Phoridae. (A) *Megaselia* sp. hembra; (B) Vista frontal de la cabeza de *Megaselia* sp. ;(C) Vista frontal de la cabeza de *Dohrniphora* sp; (D) Venas longitudinales de las alas.

Abreviaturas: pr, pronoto; prifla primer flagelomero; fem, f3mur; s spant, cerdas supra-antenales; C, costa; Sc, subcosta; R, radial; M, medial; Cu, cubital; A, anal. Vena transversal: h, humeral. Celdas: br, 1a basal; bm, 2a basal; cup: celda cup.

El abdomen de las hembras presenta por lo general 10 segmentos, los primeros 6 pueden reducirse de tama1o y de n3mero. Los segmentos del 7 al 10 dan forma al ovopositor que puede poseer varias formas que van desde largos y membranosos

hasta fuertemente esclerotizados y modificados en especies parasitoides. En los machos faltan los segmentos 7 y 8, después del segmento 6 sigue el hipopigidio que es el segmento 9 modificado en el segmento genital y el 10 que es el segmento anal. En la Figura 2 pueden apreciarse las diferencias entre el macho y la hembra en los segmentos terminales.



**Figura 2.** Diferencias entre el macho y la hembra en los segmentos terminales .(A) *Dohrniphora* sp. hembra; (B) *Coniceromyia* sp. hembra; (C) *Dohrniphora* sp. macho. Abreviaturas: ovi, ovipositor; hipo, hipopigidio

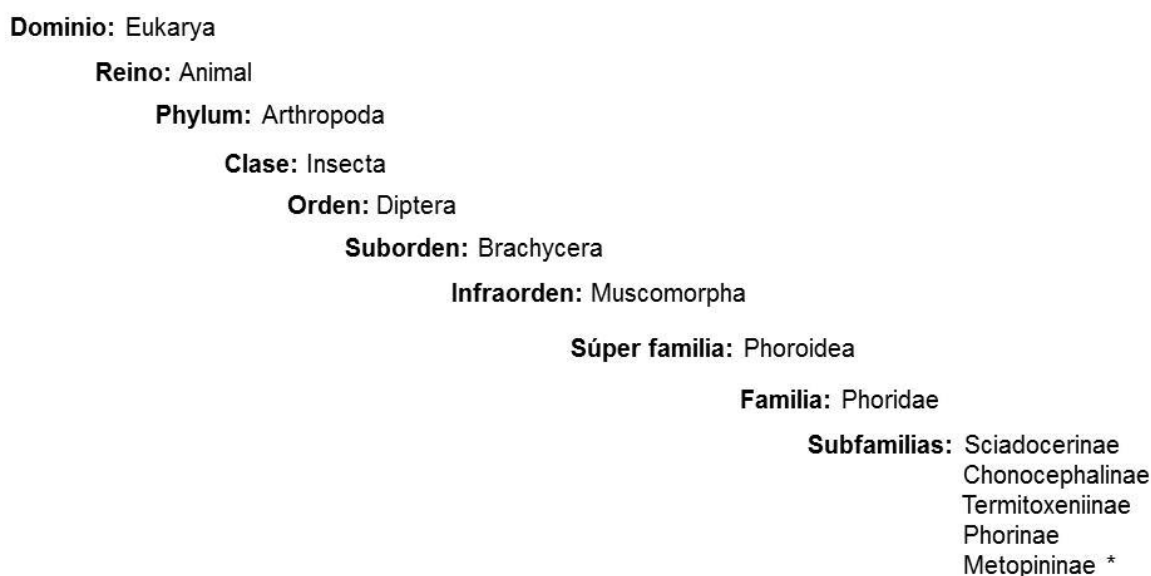
### 2.1.3 Clasificación taxonómica

La familia Phoridae pertenece al orden díptera. El número de especies descritas hasta el momento supera los 4000, pero según estimaciones realizadas por



Disney (1994) este número podría ascender incluso hasta 50.000 especies. Y en trabajos realizados por Brown, concluye que la diversidad de Phoridae podría ser diez veces mayor a la actualmente descrita.

La familia Phoridae está dividida en 5 subfamilias, de las cuales solo Termitoxeniinae no ha sido encontrada en la región Neotropical. En la Figura 3 se encuentra la clasificación taxonómica de la familia Phoridae.



**Figura 3.** Clasificación taxonómica de la familia Phoridae según Brown (sin publicar).

\*Solo dos tribus son reconocidas en la actual clasificación, Beckerinini y Metopinini.

#### 2.1.4 Importancia ecológica de los fóridos

Los fóridos son una de las familias más importantes de insectos, no solo por su gran número de especies, sino también, por la variedad de hábitos de vida que presentan tanto adultos como larvas (Disney 1994). Éstas características le confieren estar presentes en diferentes tipos de ecosistemas causando al hombre beneficios y perjuicios.

Dentro los perjuicios tenemos: (1) Causan daños a sistemas agrícolas y pecuarios, como por ejemplo, los cultivos de champiñones que se ven afectados por algunos

fóridos del género *Megaselia* (Garcia *et al.*, 2000), en la apicultura el fórido kleptoparásito *Pseudohypocera Kerteszi* causa grandes estragos en colmenas de abejas Meliponas (Hernandez y Gutiérrez, 2000; Dias, 2006) y aunque no se ha medido el impacto de *Apocephalus borealis* y de *Melaloncha* spp. se sabe que son parasitoides de abejas melíferas (Ramirez, 1984; Core *et al.*, 2012), (2) Producen miasis en el hombre y otros vertebrados, las especies más comunes son *Megaselia scalaris* y *Dohrniphora cornuta* (Brown y Wood, 2010).

Dentro de los beneficios tenemos: (1) Consumen restos de animales y de otras materias orgánicas en descomposición (Disney, 1994), (2) Son polinizadores importantes de angiospermas tales como *Stelis immersa* (Ortiz y Sosa, 2006) y *Pleurothallis teres* (Borba y Semir, 2001), (3) Son utilizados en entomología forense, la especie más promisoría en este campo es *Megaselia scalaris* (Campobasso, *et al.*, 2004), (4) Son utilizados como agentes en programas de control biológico.

Este último beneficio en la actualidad ha cobrado un gran interés para el hombre. En Estados Unidos las hormigas de fuego (*Solenopsis invicta* Buren), introducidas accidentalmente, causan grandes pérdidas económicas en la industria agrícola y ganadera, por medio de la utilización de los fóridos del género *Pseudacteon* Coquillett enemigos naturales de éstas, se han empezado a combatir (Knutson y Drees, 1998; Porter, 2010; Gilbert y Partock, 2002).

De la misma manera países como Brasil y Argentina, quieren controlar los estragos causados en cultivos por las hormigas cortadoras de hojas. Por ende se adelantan investigaciones con fóridos parasitoides enfocadas en conocer diferentes aspectos de la biología y comportamiento de éstas especies (Bragança, 2007; Elizalde y Folgarait, 2011).

## 2.2 HORMIGAS CORTADORAS DE HOJAS

### 2.2.1 Aspectos generales

Las hormigas cortadoras de hojas o arrieras de los géneros *Atta* Fabricius, 1804 y *Acromyrmex* Mayr, 1865, están clasificadas dentro de la subfamilia Myrmicinae y pertenecen a la tribu Attini. Todas las especies de ésta tribu, tienen en común el hábito de alimentarse de un hongo cultivado por ellas. Pero solamente las especies de los géneros *Atta* y *Acromyrmex* cultivan sus hongos utilizando como único sustrato diversos fragmentos vegetales que cortan intensamente de las plantas (Fernandez, 2003). El hongo simbionte cultivado por las hormigas cortadoras es *Leucoagaricus gogylophorus* (Mikheyev *et al.*, 2006), éste les sirve de alimento tanto a larvas como adultos (Posada, 1997).

Estos insectos eusociales viven en grandes colonias monogíneas (Wilson, 1971). Sus colonias subterráneas constan de cámaras y túneles que forman complejas estructuras, que sirven de refugio y protección para el hongo simbionte, la reina y las crías (Buhl *et al.*, 2006).

La conformación tanto interna como externa de estas colonias es diferente para las especies de *Acromyrmex* y *Atta*. Las colonias de *Acromyrmex* son pequeñas pero son más numerosos por densidad de hectárea en comparación con las colonias de *Atta* que son grandes pero su densidad de nidos por hectárea es menor (Fowler *et al.*, 1986).

Las trillas o caminos de forrajeo también forman una parte integral de las colonias, en estos lugares físicamente bien definidos, se genera una gran actividad por parte de las hormigas. En las trillas no solo se encuentran las hormigas encargadas del corte y acarreo de materiales vegetales, sino que también podemos encontrar otras hormigas desempeñando otras funciones como la limpieza de la trilla y el marcaje del camino por medio de feromonas para mantener a sus hermanas orientadas.

Además de estas hormigas, en las trillas podemos encontrar también pequeñas hormigas encargadas de llevar fuera de la colonia a basureros externos los desechos generados por el hongo, hormigas o crías muertas, insectos intrusos muertos, entre otros (Scott *et al.*, 2010), como lo reporta Haines (1978) para *Atta colombica* Guérin- Méneville y Deloya (1988) para *A. mexicana* F. Smith. Pero en algunas especies como en *A. cephalotes* Linnaeus estos basureros se encuentran en el interior de los nidos en cavidades especiales. Elizalde (2009) reporta que algunas especies pueden presentar variaciones en la localización interna o externa de los basureros dependiendo de las condiciones o ubicación bajo la cual se encuentre el nido.

### 2.2.2 Distribución

Las hormigas cortadoras de hojas se distribuyen por toda la región Neotropical, exceptuando Chile y algunas islas del Caribe (Holldobler y Wilson 1990). Los países que poseen un mayor número de especies son Brasil y Argentina. Este primero cuenta con la mayor diversidad teniendo nueve especies del género *Atta* y dieciocho para el género *Acromyrmex*, seguidamente Argentina posee cuatro especies del género *Atta* y diecisiete del género *Acromyrmex*.

En Colombia, se conocen un total de diez especies de hormigas cortadoras de hojas, cuatro corresponden al género *Atta*: *A. cephalotes*, *A. colombica*, *A. laevigata* F. Smith y *A. sexdens* Linnaeus, siendo la primera especie, la más frecuente en el país. Las seis restantes corresponden al género *Acromyrmex*: *A. octospinosus* Reich, *A. aspersus* F. Smith, *A. landolti* Forel, *A. coronatus* Fabricius, *A. rugosus* F. Smith y *A. histrix* Latreille (Fernández, 2003)

Para el departamento de Antioquia, son reportadas por Ortiz y Guzmán (2007) un total de seis especies de hormigas cortadoras, de las cuales dos pertenecen al género *Atta* y los restantes al género *Acromyrmex*. De estas la más ampliamente

distribuida por todo el departamento de Antioquia es *A. cephalotes*, debido a su frecuencia es la especie más agresiva en cuanto a defoliación. Asimismo para las áreas que se encuentran cultivadas las especies más representativas son *A. octospinosus* y *A. aspersus*.

### 2.2.3 Importancia económica

Las hormigas cortadoras de hojas son las responsables de grandes pérdidas económicas en las actividades agrícolas, pecuarias y silvícolas. Son numerosas las plantas atacadas por éstas hormigas, en Sudamérica se consideran como una de las cinco plagas más importantes por el daño que ocasionan en las plantas cultivadas y que consiste en su defoliación parcial o total (Escobar, 2002).

En Colombia, las condiciones del suelo y la tala indiscriminada de los bosques, han propiciado los ataques de la hormiga arriera principalmente en los departamentos de Santander, Antioquia, Cundinamarca y Cauca, afectando la producción de cultivos de yuca, cítricos, café, frutales, pastos y arboles forestales entre otros (Madrigal, 2003). Sin embargo, la cuantificación de éstos daños es escasa. En muchas regiones ciertos cultivos se descartan porque las hormigas no los dejan prosperar, poniendo en peligro la seguridad alimentaria, especialmente de comunidades campesinas e indígenas que abandonan las parcelas ante la incapacidad de controlar a las hormigas (Aubad, 2010).

Para el control de las hormigas arrieras, existen diferentes tipos de prácticas tales como mecánicas, físicas, culturales, biológicas y químicas, de las cuales ésta última es la más utilizada y la más dañina para el ambiente. Además la implementación de éstas medidas de control, resultan en un incremento en los costos de producción y con llevan a un impacto ambiental negativo (Ravnborg, 2000).

### 2.3 ASOCIACIONES FÓRIDOS-HORMIGAS CORTADORAS

Aproximadamente 70 especies de fóridos están asociadas con hormigas cortadoras (Disney, 1994). Según su asociación se han clasificado en dos tipos: (1) fóridos mirmecófilos (o simbioses del nido) y (2) parasitoides aéreos. Las especies consideradas como mirmecófilas son aquellas donde sus hembras, son típicamente braquípteras o ápteras, habitan dentro de los nidos de las hormigas y aparentemente sobreviven de la protección y de los recursos que les brinda el nido de sus hospederos (Disney, 1994; Brown y Feener, 1998; Disney y Rettenmeyer, 2010). Las especies de fóridos consideradas como parasitoides aéreos son aquellas en que las hembras se encuentran sobre volando las hormigas y poseen un ovopositor fuertemente esclerotizado, con el que inyectan el (los) huevo (s) en el interior de éstas (Brown y Feener, 1998).

No obstante, esta separación no es del todo clara ya que según Borgmeier (1928), fóridos mirmecófilos son aquellos que residen en los nidos de hormigas y no poseen un ovopositor del tipo parasítico (esclerotizado y modificado). Pero, para un fórido parasitoide, no es necesario poseer un ovopositor del tipo parasítico, para poder colocar un huevo cerca o sobre su hospedero, éste sólo se necesita cuando se requiere perforar el tegumento de su hospedero para introducir el (los) huevo (s) en el (Disney, 1994).

Cabe agregar que fóridos considerados no parasitoides y cuyas hembras no son braquípteras ni ápteras, se sienten atraídos por el detrito generado por las hormigas, tanto adentro como afuera de sus nidos, este es un material rico en materia orgánica que resulta atractivo como alimento o sustrato de ovoposición para muchos insectos, entre éstos, los fóridos (Rojas, 1989). Las especies *Megaselia scalaris* y *Megaselia* sp, han sido colectadas de los basureros internos y externos de *Atta sexdens* y *Atta texana* Buckley respectivamente (Disney y Bragança, 2000; Rojas, 1989). En la Tabla 1 pueden observarse algunas de las especies de fóridos que han sido encontradas cerca o en el interior de los nidos de hormigas cortadoras.

**Tabla 1:** Especies de fóridos encontrados cerca o en el interior de los de hormigas cortadoras

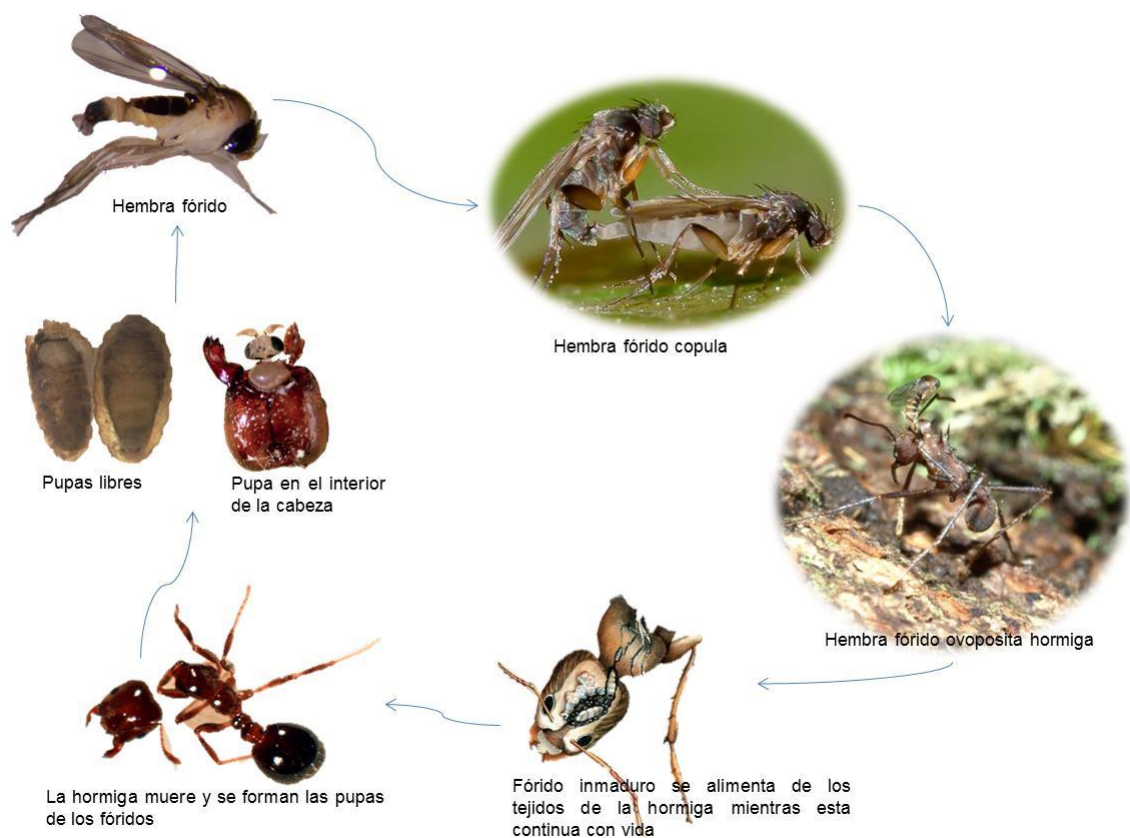
<b>Especie de fórido</b>	<b>Especie de hormiga cortadora</b>	<b>Reporta</b>
<i>Allonchaeta longiciliata</i> <i>Ecitoptera proboscidalis</i>	<i>Acromyrmex multicinodus</i>	Borgmeier, 1926, 1928, 1960
<i>Allonchaeta longiciliata</i> <i>Ecitoptera microps</i>	<i>Acromyrmex niger</i> <i>Atta</i> sp.	Borgmeier, 1928 Borgmeier, 1960
<i>Puliciphora cubensis</i> <i>Apterophora attophila</i> <i>Homalophora attae</i>	<i>Atta insularis</i> <i>Atta sexdens</i>	Brues, 1932 Borgmeier, 1930, 1958; Prado, 1976
<i>Dohrniphora curvispinosa</i> <i>Dohrniphora fuscicoxa</i> <i>Dohrniphora paraguayana</i>	<i>Atta bidens</i> <i>Atta sexdens</i>	Borgmeier, 1925 Borgmeier 1929, 1960
<i>Allonchaeta wallerae</i> sp. <i>Allonchaeta excedensis</i>	<i>Atta cephalotes</i> <i>Atta laevigata</i>	Disney y Bragança, 2000 Disney y Bragança, 2000
<i>Megaselia</i> sp.	<i>Atta texana</i>	Walter, Seaton y Mathewson, 1938

### 2.3.1 Fóridos parasitoides de hormigas cortadoras

Los primeros registros de fóridos parasitoides de hormigas cortadoras, fueron realizados en Brasil por Borgmeier (1928, 1931). Hasta el momento se han identificado 7 géneros de fóridos parasitoides que son: *Apocephalus* Coquillett 1901, *Myrmosicarius* Borgmeier, 1928, *Neodohrniphora* Malloch, 1914, *Eibesfeldtphora* Disney, 1996, *Lucianaphora* Disney, 2008, *Procliniella* Borgmeier, 1931 y *Stenoneurellys* Borgmeier 1931.

Los trabajos realizados sobre fóridos parasitoides de hormigas cortadoras de hojas son pocos y en su mayoría hacen referencia sobre tres especies de hormigas cortadoras del género *Atta*, *A. sexdens*, *A. laevigata*, *A. bisphaerica* Forel y sobre tres géneros de fóridos parasitoides *Myrmosicarus* (*M. grandicordis*), *Apocephalus* (*A. attophilus*, *A. viscosae*) y *Neodohrniphora* (*N. elongata*, *N. erthali*, *N. tonhascai*, *N. bragancai*) (Tonhasca, 1996; Bragança *et al.*, 1998; Erthal y Tonhasca, 2000; Tonhasca *et al.*, 2001; Bragança *et al.*, 2003; Bragança y Medeiros, 2006; Vieira-neto and Vasconcelos, 2006; Gazal and Viana, 2009). Para las especies de los fóridos pertenecientes a los otros géneros se tiene muy poca información sobre su comportamiento y biología.

Aunque el comportamiento de acecho y lugar de ovoposición para cada especie de fórido parasitoide es muy variado (Brown, 1999). En términos generales, las hembras parasitoides adultas localizan a su hospedero utilizando las señales visuales y químicas generadas por las hormigas (Brown y Feener, 1991). Una vez seleccionada la hormiga correcta, por medio de un ovopositor especializado inyecta uno o varios huevos. Hasta el momento todos los fóridos conocidos son koinobiontes, ya que las hormigas después de haber sido atacadas continúan con vida realizando sus actividades normales dentro de la colonia, mientras en su interior son devoradas por la(s) larva(s) (Van Driesche *et al.* 2007). Al principio la larva se alimenta de la hemolinfa de la hormiga y luego comienza a alimentarse de los músculos. Cuando la larva está cerca de empupar mata a la hormiga. Terminando su desarrollo dentro o fuera del cuerpo inerte de la hormiga. (Figura 4)



**Figura 4.** Ciclo de vida de los fóridos parasitoides de hormigas cortadoras de hojas (Fotos de <http://flyobsession.files.wordpress.com>, <http://news.nationalgeographic.com>, <http://hormigas.unq.edu.ar>)



El número de hormigas muertas a causa de estos ataques no es muy alto, ya que las tasas de parasitismo natural reportadas para especies de *Atta* por Tonhasca (1996) (2.2%), Bragança *et al.* (2006) (2.8%), Erthal y Tonhasca (2000) (4%) son muy bajos y aunque recientemente Elizalde y Folgarait (2011) reportaron niveles muy superiores de parasitismo del 12% en *Acromyrmex* de la cual no se tenían reportes previos y del 35% para *Atta*, éstos aún siguen siendo bajos para poder causar una repuesta desfavorable sobre la cantidad de individuos presentes en la colonia.

Pero, los efectos indirectos, originados ante la presencia de fóridos parasitoides o después del ataque de éstos, son los que influyen negativamente en la supervivencia de la colonia. Tales efectos son: (1) El abandono de los fragmentos cortados y el retorno sorpresivo de las cortadoras al nido (Tonhasca, 1996; Braganca *et al.*, 1998; Tonhasca *et al.*, 2001), (2) Cambios en los ritmos de forrajeo y en los tamaños de las forrajeadoras (Feener y Brown, 1993) y (3) Reducción del tiempo de forrajeo. Otros comportamientos que también pueden presentar las hormigas, es la de adoptar posturas defensivas como cubrir con sus patas la zona de oviposición en su cabeza, abrir sus mandíbulas y dirigirlas hacia arriba con la intención de atraparlos, o curvar su gáster hacia el interior para evitar la oviposición (Tonhasca, 1996; Bragança *et al.*, 2002; Bragança *et a.*, / 2009). Por otro lado, las operarias de menor tamaño incrementan su número en la trilla con el fin de proteger a las cortadoras mientras trabajan (Erthal y Tonhasca, 2000). También pueden ser transportadas sobre los fragmentos de hoja cortados por las hormigas de talla mayor para servir de vigías y protección a sus hermanas (Vieira-Neto *et al.*, 2006).

Adicionalmente, la presión de los fóridos puede aumentar en las colonias de hormigas debido a que en algunos estudios indican que varias especies de fóridos puede coexistir acechando a la misma especie de hormiga (Bragança *et al.*, 2002; Bragança *et al.*, 2003; Bragaça y Medeiros 2006). Esto es debido a que los parasitoides usan diferentes recursos de su hospedero atacan a hormigas de

diferentes tallas y ovipositan en diferentes partes del cuerpo (Brown, 1999; Erthal y Tonhasca 2000; Bragança *et al.*, 2002; Bragança y Medeiros 2006; Bragança *et al.*, .2007; Bragança *et al.*, 2009). Se ha observado también que la selectividad de su ataque está influenciada por la zona en la cual las hormigas realizan sus actividades.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este proyecto conto con el permiso de investigación científica en diversidad biológica, código 4857, otorgado por CORANTIOQUIA.

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio fue realizado en La Pintada, municipio del departamento de Antioquia (5° 45' 0" N, 75° 35' 0" W). Éste se encuentra a 600 msnm, presenta una distribución de lluvias bimodal que corresponde a 1.000 mm anuales, se caracteriza por presentar dos periodos húmedos (Abril-Mayo y Septiembre- Noviembre) y dos de menor precipitación (Diciembre- Marzo y Junio-Agosto) (Velásquez et al. 2006). La temperatura promedio es de 27°C y se clasifica dentro de la zona de vida bosque seco tropical (Bs-T) (Holdridge, 1978).

Dentro de La Pintada se seleccionaron dos localidades en ecosistemas contrastantes, la primera de ellas la finca Monteloro ubicada en un remanente de bosque seco en estado sucesional donde las familias de plantas más abundantes eran Euphorbiaceae, Fabaceae, Moraceae, Meliaceae, Rubiaceae, Rutaceae y Solanaceae. La segunda la finca, Agrotúnez S.A. ubicada en un cultivo *Citrus* con cinco especies.

#### 3.2 MUESTREOS

Entre los meses de enero y agosto de 2011, se realizaron seis muestreos, cuatro para *A. cephalotes* y dos para *A. octospinosus*. Debido a que los nidos de *A. octospinosus* en bosque eran muy escasos y aquellos que se encontraban no cumplían con las características requeridas, no fue posible muestrearlos en el área de bosque.

Los nidos de hormigas objeto del estudio se ubicaron así:

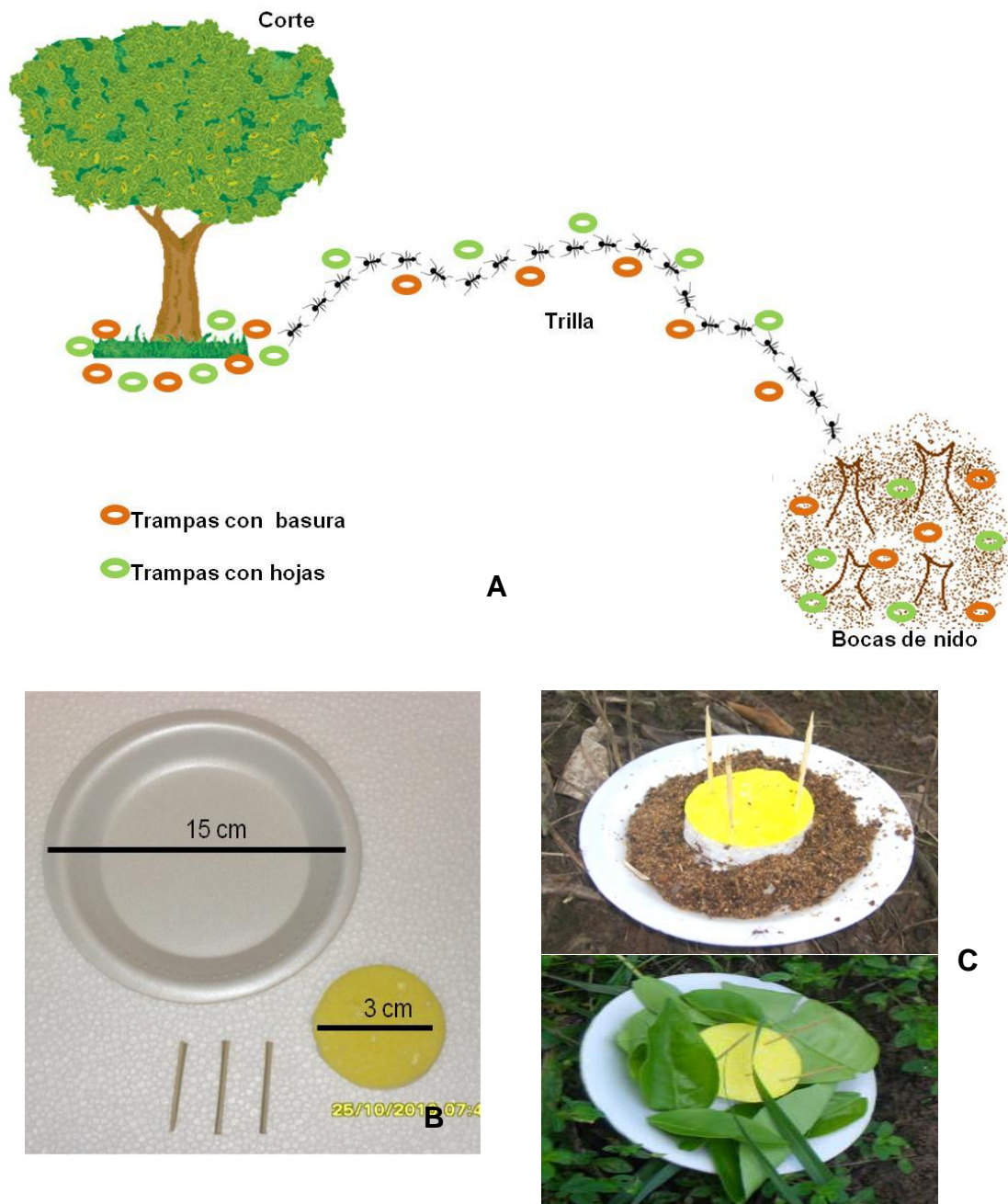
- Los nidos en áreas cultivadas con cítricos se ubicaron en la localidad de Agrotúnez S.A. donde se realizaron dos muestreos para cada especie de

hormiga cortadora: *A. cephalotes* en los meses de marzo (Primer muestreo - Cultivo *Atta* I) y julio (Segundo muestreo - Cultivo *Atta* II) y *A. octospinosus* en los meses de mayo (Primer muestreo - Cultivo *Acromyrmex* I) y agosto (Segundo muestreo - Cultivo *Acromyrmex* II).

- Los nidos en áreas de bosque se ubicaron en la localidad de Monteloro, donde se efectuaron dos muestreos para *A. cephalotes* en los meses de enero (Primer muestreo - Bosque *Atta* I) y agosto (Segundo muestreo - Bosque *Atta* II).

Para cada muestreo se localizaron cinco nidos de hormigas activos y maduros, en los cuales para evaluar si existía preferencia de los fóridos por los microhabitats que lo conformaban, se jerarquizaron tres zonas: boca del nido, trilla y lugar de corte. En cada microhabitat se colocaron 10 trampas Pizza Tri-Stand (PTS), como las descritas por Puckett, *et al* (2007), con algunas modificaciones.

En cinco de estas trampas se utilizó como cebo, basura de hormigueros y en las cinco restantes, hojas de cítrico. Esto con el fin de generar con las hormigas que acudían a estas, diferentes señales químicas y visuales que pudieran llamar la atención de los fóridos. Los mondadientes de madera que componen las trampas fueron impregnados con TANGLEFOOT<sup>®</sup>, un pegamento especial para la captura de insectos. Las trampas fueron colectadas cada 12 horas para abarcar dos periodos, diurno (6am-6pm) y nocturno (6pm-6am) (Figura 5).



**Figura 5.** (A) Zonas demarcadas para cada hormiguero y distribución de las trampas; (B) Componentes de la Trampa PTS modificadas, plato de icopor, base de icopor y mondadientes de madera; (C) Trampas armadas con ambos cebos (3).

### **3.3 PROCESAMIENTO DE LAS TRAMPAS**

Los palillos de las trampas eran revisados en campo con una lupa, Konus, referencia 3013 de aumento 20x, en aquellos donde había presencia de fóridos se recortaban y se guardaban en microtubos transparentes de 1.5 cc, con alcohol etílico al 70%, debidamente rotulado con la siguiente información: especie de hormiga, área, zona, cebo y periodo. Para posteriormente ser procesados en el laboratorio de Ecología Química de la Universidad Nacional sede Medellín

### **3.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS FÓRIDOS**

En el laboratorio, los palillos con fóridos se sacaban de los microtubos, se asentaba la información de los rótulos y se depositaban en una caja de petri pequeña con alcohol etílico al 70%, y luego se observaban en un estereoscopio marca Nikon SMZ 800, en el cual se determinaba el número de fóridos por trampa, el sexo de cada individuo y además se realizaba la identificación taxonómica.

Para la identificación de los especímenes se utilizaron las claves taxonómicas de Brown y Wood, (2010) y Brown (2001).

Posteriormente con la ayuda de una cámara digital Kodak EasyShare V550 se tomaron fotografías de los caracteres diagnósticos de los géneros de fóridos identificados, las cuales eran enviadas con las identificaciones al Dr. Brian V. Brown, curador de la sección de entomología del Museo de Historia Natural de los Angeles, CA, EUA para su respectiva verificación.

### **3.5 CURADURÍA**

Los especímenes colectados se retiraron de los palillos y del pegamento con el disolvente histológico Histo-Clear®. Los ejemplares fueron preservados y etiquetados según los protocolos del Museo Entomológico Francisco Luis Gallego de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, en donde reposará la colección.

### 3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el análisis de los datos se debieron realizar tres tipos de diseños:

(1) Para el análisis de los fóridos asociados a los nidos de hormigas de *A. cephalotes*, se utilizó un diseño en parcelas sub-subdivididas. El factor área con dos niveles, cultivo y bosque, se asignó a las parcelas principales y las combinaciones de zona (boca, trilla, corte), cebo (basura, hojas) y periodo (día, noche) a las subparcelas.

(2) Para el análisis de los fóridos asociados a los nidos de hormigas de *A. octospinosus*, se utilizó un diseño de parcelas subdivididas. El factor zona (boca, trilla, corte), se asignó a las parcelas principales y las combinaciones de cebo (basura, hojas) y periodo (día, noche) a las subparcelas.

(3) Para el análisis de los fóridos asociados a los nidos ambas de hormigas especies en cultivo, se utilizó un diseño en parcelas sub-subdivididas, con las siguientes asignaciones, las parcelas principales correspondían al factor especie de hormiga (*Atta cephalotes*, *Acromyrmex octospinosus*) y las combinaciones de zona (boca, trilla, corte), cebo (basura, hojas) y periodo (día, noche) a las subparcelas.

Todos los análisis de varianza (ANOVA) se efectuaron por medio del software estadístico SAS<sup>®</sup> 9.1.3, con un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , cuando hubo efectos significativos se aplicó la prueba de LSMEANS ( $\alpha = 0,05$ ) y se procedió a analizar los efectos simples o principales según fuera el caso. La variable repuesta (Número de fóridos totales capturados por trampa y número de fóridos hembra capturados por trampa) fue transformada con la ecuación  $\sqrt{x + 0.5}$  para ajustarla a la normalidad.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 SINOPSIS

Las sinopsis de los géneros, se realizó con base en las hembras capturadas, debido a que los machos son más difíciles de identificar.

#### 4.1.1 Fóridos asociados al hábitat de las hormigas cortadoras

##### 4.1.1.1 *Allochaeta* Borgmeier, 1924

Solo han sido descritas 5 especies, 4 en Brasil (Borgmeier y Prado, 1975) y una en México (Disney y Bragança, 2000). Se presume que pueda ser parasitoide de las hormigas cortadoras *A. laevigata* y *A. cephalotes* por haber sido colectado sobrevolándolas (Disney y Bragança, 2000) (Figura 6).

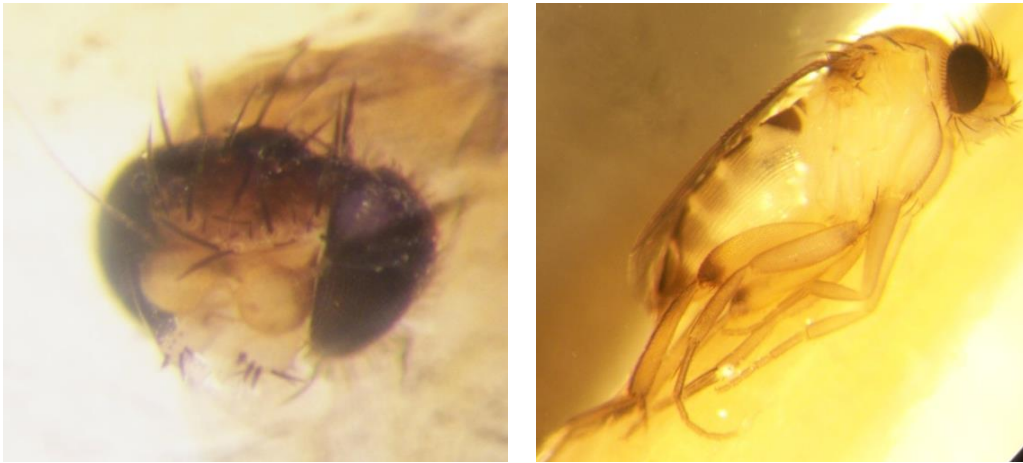


**Figura 6.** *Allochaeta* sp. hembra.

##### 4.1.1.2 *Beckerina* Malloch, 1910

Éste género ha registrado un total de 19 especies. Están presentes en todas las regiones exceptuando la Afrotropical. La región Neotropical es la que presenta una mayor riqueza de especies identificadas (Disney, 2004). Se desconoce su historia natural (Figura 7).

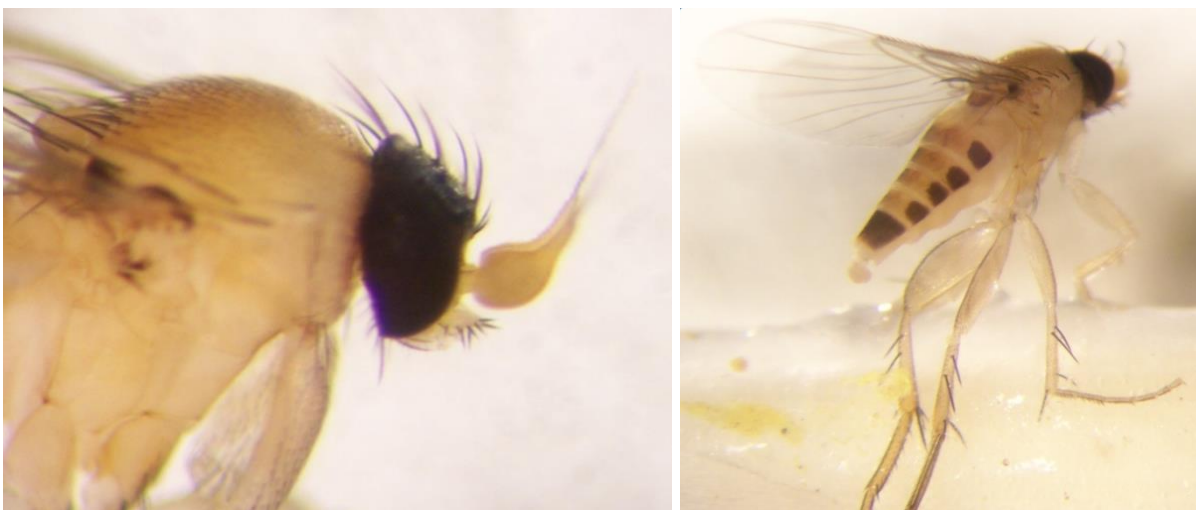




**Figura 7.** *Beckerina* sp hembra.

#### 4.1.1.3 *Coniceromyia* Borgmeier, 1923

Este género comprende 32 especies. Su mayoría ubicadas en el Neotropico. Solo dos se han encontrado en el sur de los Estados Unidos. Hasta el momento solo una pequeña fracción de la diversidad de este género ha sido descrita (Kung y Brown 2000). Borgmeier en el 1963 proporciono las primeras claves para algunas especies y las suplemento en 1969. A su vez Peterson y Arntfield (1971) y Peterson (1982) aportaron nuevas identificaciones. La historia natural para este género es desconocida (Figura 8).



**Figura 8.** *Coniceromyia* sp hembra.

#### 4.1.1.4 Género *Dohrniphora* Dahl, 1898

Las especies del género *Dohrniphora*, son de amplia distribución, llegando a ser uno de los grupos más grande dentro de la familia de Phoridae, con 167 especies actualmente descritas (Kung y Brown 2006). Después de *Megaselia* y *Apocephalus*, las especies del género *Dohrniphora* son las más colectadas, debido probablemente a su talla relativamente grande (Brown y Wood, 2011).

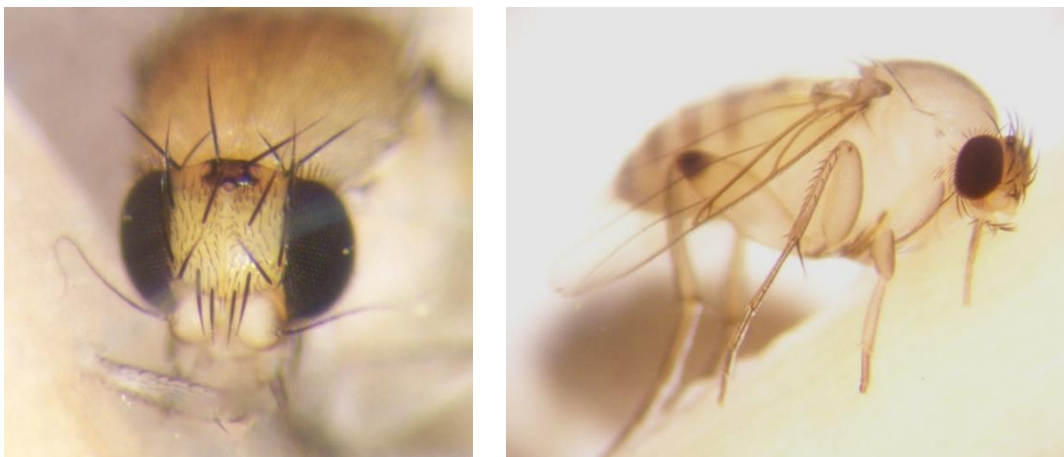
La mayoría de las especies descritas son saprófagas (Brown y Kung, 2010), aunque también se conocen algunas especies donde sus larvas son carroñeras, fungívoras, depredadoras, kleptoparásitas y parasitoides. Algunas especies están asociadas a los nidos de termitas, hormigas y abejas (Brown y Wood, 2010) (Figura 9).



**Figura 9.** *Dohrniphora*.sp hembra.

#### 4.1.1.5 Género *Megaselia* Rondani, 1856

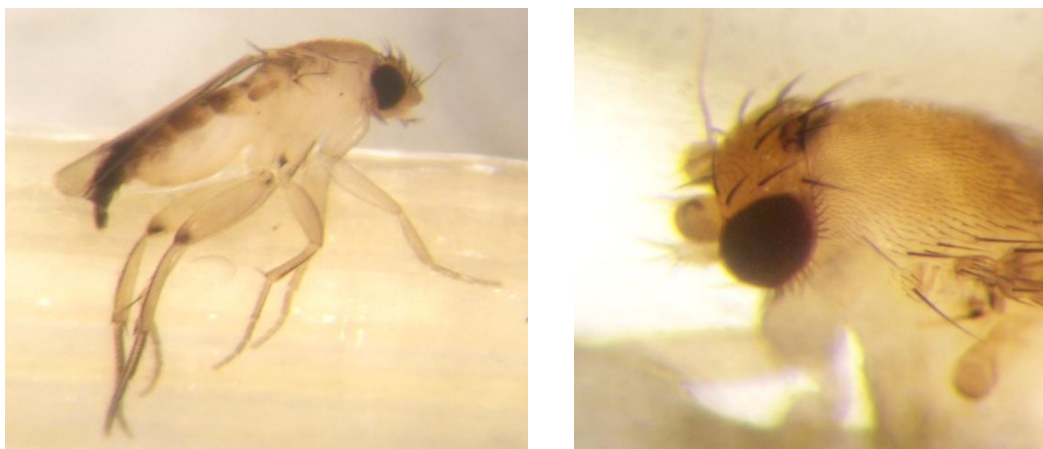
Es el género con más especies conocidas dentro de la familia Phoridae, con cerca del 45% de las especies descritas (Disney, 2006). Este grupo en su mayoría es polífago carroñero, aunque también se conocen especies depredadoras, fungívoras, parasitoides y herbívoras. Pero al ser un grupo tan diverso, la historia natural de muchas especies es desconocida, (Disney, 1994) (Figura 10).



**Figura 10.** *Megaselia* sp hembra.

#### 4.1.2.6 Género *Myriophora* Brown, 1992

En Centro América se han encontrado aproximadamente 50 especies de *Myriophora*. Todas ellas aparentemente son parasitoides de miriápodos. No existen claves claras de este género (Brown y Wood, 2010). Las especies conocidas en su mayoría son parasitoides de miriápodos, (Brown y Wood, 2010). Disney, (1994) han reportado otros hospederos, como opiliones y centípides (Figura 11).



**Figura 11.** *Myriophora* sp hembra.

#### 4.1.1.7 Género *Pseudacteon* Coquillett, 1907

En total se han descrito 62 especies de este género. Mas de la mitad de éstas son parasitoides de las hormigas *Solenopsis*, consideradas plagas en varios lugares del mundo. Desde 1992 cuando Feener y Brown (1992) propusieron que los fóridos del género *Pseudacteon* podrían ser utilizados para controlar estas hormigas, se han publicado más de 100 artículos relacionados con este grupo.

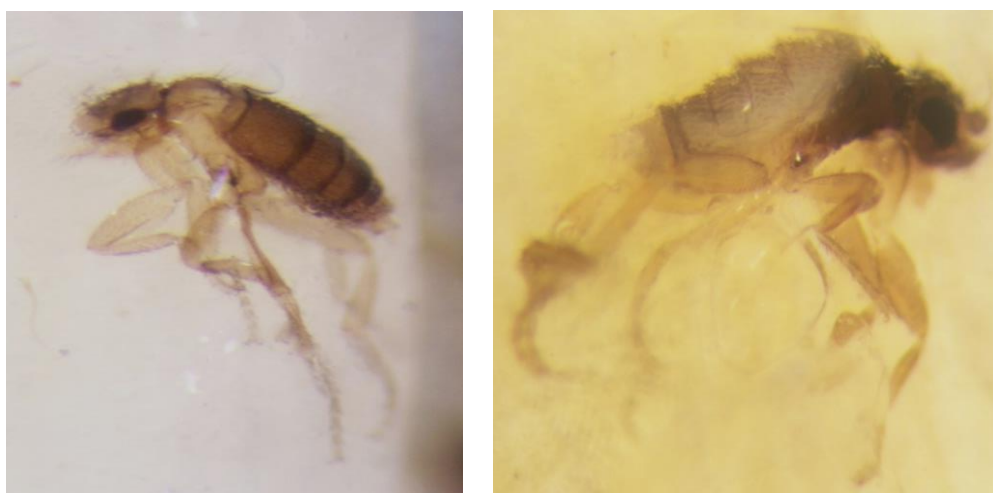
Todas las especies pertenecientes a este género son parasitoides de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) (Disney 1994, Feener y Brown 1997). Entre los géneros de hormigas que les sirven de hospedero están *Linepithema* Mayr, *Neivamyrmex* Borgmeier, *Crematogaster* Lund , *Dorymyrmex* Mayr, *Liometopum* Mayr, *Azteca* Forel, *Camponotus* Mayr, *Formica* Linnaeus, *Lasius* Fabricius, *Paratrechina* Motschoulsky, *Myrmica* Latreille, y *Pseudolasius* Emery (Disney, 1994; Brown y Feener 1998) (Figura 12).



**Figura 12.** *Pseudacteon* spp. hembras.

#### 4.1.1.8 Género *Puliciphora* Dahl, 1897

Todas las especies de este género son ápteras. Las especies de hembras Neotropicales han sido revisadas por Disney (2003, 2005), el cual reporta que se desconocen los machos de varias especies, para su identificación es necesario capturarlos durante la copula. Comúnmente se les encuentran a las hembras sobre materia orgánica en descomposición e insectos muertos o heridos. Suelen ser llevadas a estos lugares por los machos alados durante la copula (Brown y Wood, 2010) (Figura 13).



**Figura 13.** *Puliciphora* spp hembras.

#### 4.1.1.9 Género *Synclinusa* 1971

Existen dos especies descritas este género (Borgmeier 1971; Borgmeier y Prado 1975) colectadas en Brasil. La historia natural de este género es desconocida pero se presume que posee hábitos parasitoides, debido a la estructura anatómica de su ovopositor (Rígido y altamente esclerotizado) (Brown y Wood, 2010) (Figura 14).



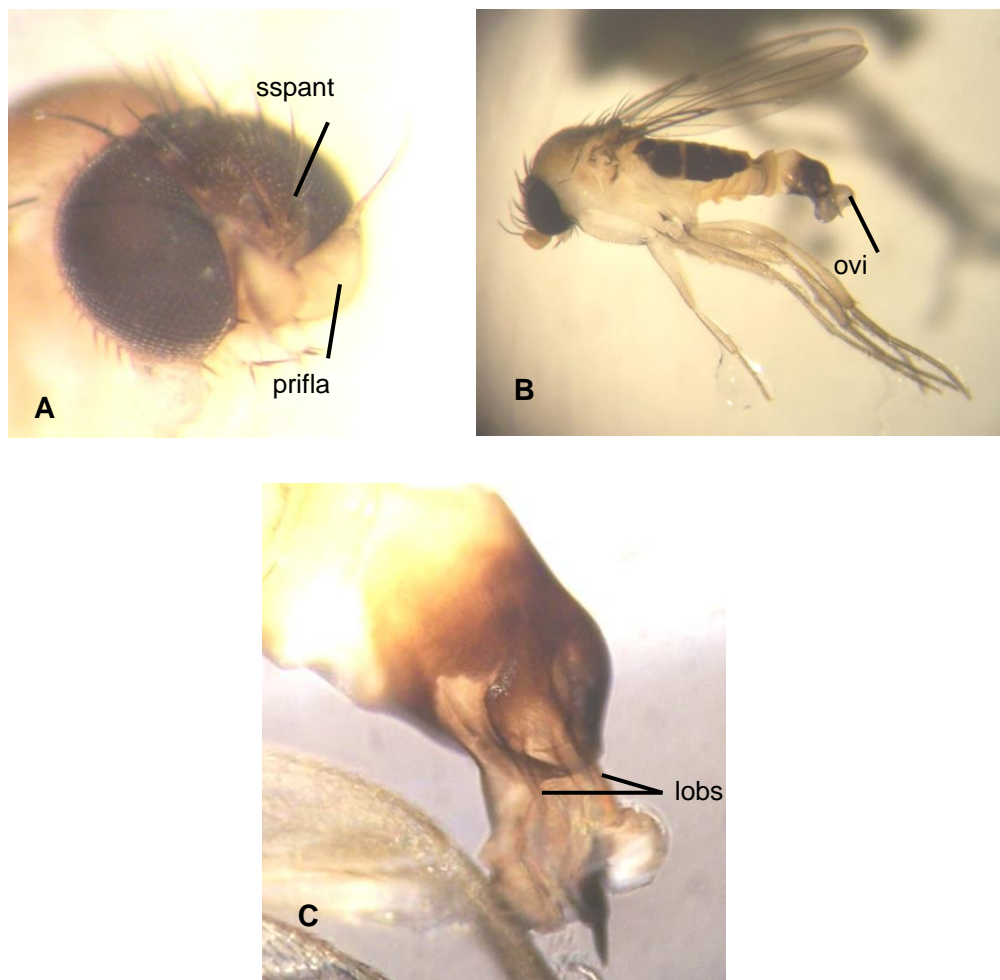


**Figura 14.** *Synclinusa* sp hembra.

#### 4.1.2 Fóridos parasitoides de las hormigas cortadoras

##### 4.1.2.1 Género *Eibesfeldtphora* Disney, 1996

El género *Eibesfeldtphora*, anteriormente era considerado un subgénero de *Neodohniphora* (Disney *et al.*, 2009). Es propio de la región Neotropical. Se han descrito hasta el momento 17 especies, todas ellas parasitoides de hormigas del género *Atta* (Brown, 2001; Disney *et al.*, 2009) (Figura 15).



**Figura 15.** (A) Vista frontal de la cabeza de *Eibesfeldtphora* sp hembra, (B) *Eibesfeldtphora* sp hembra; (3); Lóbulos del ovopositor de *Eibesfeldtphora* sp hembra. Abreviaturas: s spant, setas supra-antenaes; prifla primer flagelomero; ovi, ovipositor; lobs, lóbulos.

Los 21 especímenes colectados de éste género, pertenecen a la especie *Eibesfeldtphora attae* Disney, 1996. La diagnosis de esta especie es tener un ovopositor con cuatro lóbulos, ubicados de a dos lateralmente, uno de ellos es dorsal y el otro ventral. Los lóbulos son casi paralelos, el lóbulo ventral es mucho más estrecho que el dorsal (Disney, 1996; Brown 2001) (Figura 15.C).

#### 4.2 INVENTARIO DE FÓRIDOS COLECTADOS

En el trabajo se capturaron 669 fóridos asociados al hábitat de las hormigas cortadoras. Estos fueron clasificados en 16 géneros. Los géneros *Allonchaeta*, *Apocephalus*, *Apterophora*, *Beckerina*, *Eurycnemis*, *Myriophora*, *Neopleurophora* y

*Pseudacteon*, registraron el menor número de capturas, el cual no superó en ninguno de los casos los tres individuos (Tabla 2). Los fóridos pertenecientes a los géneros *Megaselia* y *Dohrniphora*, por el contrario, fueron los más abundantes del inventario, con el 62% de las capturas. Según Brown y Wood (2010) los especímenes pertenecientes a estos géneros son los más comúnmente colectados por métodos de recolección general (trampas de caída, trampas malaise, trampas amarillas). Esta situación puede ser debida a que los fóridos pertenecientes a los géneros *Megaselia* y *Dohrniphora* tienen una gran variedad de estilos de vida, lo que les permite tener un amplio espectro de hábitats (Disney, 1994). Otros géneros importantes por su número de individuos capturados fueron *Synclinusa* y *Coniceromyia*, con el 9.6% y 8.1% respectivamente.

Los fóridos identificados en los géneros *Apterophora*, *Chonocephalus*, *Eurycnemis* y *Puliciphora* hacen parte también del grupo-*Metopina* (Brown y Wood, 2010). Este grupo en total representó el 15.5% de las capturas. Las hembras de éste son usualmente braquípteras o ápteras. Los individuos del grupo-*Metopina*, son difíciles de identificar por el gran dimorfismo sexual que existe. Asociar machos y hembras de la misma especie, presenta una gran dificultad y solo es posible hacerlo cuando son capturados durante la cópula o con la ayuda de marcadores moleculares. Es muy común encontrar los fóridos pertenecientes a este grupo, asociados a nidos de diferentes géneros de hormigas y a materias orgánicas en descomposición de diferentes orígenes (Brown y Wood, 2010).

A partir del inventario total se puede observar poca abundancia de individuos dentro de un mismo género. Estos resultados apoyan las investigaciones realizadas por Sánchez y Amat (2005), quienes clasificaron a la familia Phoridae como generalista en cuanto a la selección de hábitats y con valores bajos de abundancia relativa.

Se colectaron 407 fóridos machos y 262 hembras. De los machos, 351 fueron identificados en 10 géneros. Los restantes se encuentran dentro del grupo-*Metopina* y debido a la ambigüedad de las claves, no fue posible clasificarlos a nivel de género. En cuanto a las hembras, todas fueron clasificadas en 10



géneros. Los machos en general predominaron más que las hembras con una proporción de capturas de 1:0.64.

**Tabla 2:** Lista de géneros de fóridos colectados en nidos de *Acromyrmex octospinosus* y *Atta cephalotes*.

Géneros fóridos	<i>Acromyrmex octospinosus</i> *			<i>Atta cephalotes</i>					
	Cultivo		Total	Bosque			Cultivo		
	Hembra	Macho		Hembra	Macho	Total	Hembra	Macho	Total
<i>Allonchaeta</i>	1	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Apocephalus</i>	-	-	-	-	2	2	-	-	-
<i>Apterophora</i>	-	1	1	-	-	-	-	1	1
<i>Beckerina</i>	2	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Chonocephalus</i>	-	9	9	-	3	3	-	10	10
<i>Coniceromyia</i>	16	1	17	23	10	33	4	-	4
<i>Dohrniphora</i>	78	15	93	22	1	23	19	68	87
<i>Eibesfeldtphora</i>	-	-	-	20	-	20	1	-	1
<i>Eurycnemis</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	3
<i>Megaselia</i>	32	50	82	16	54	70	12	48	60
<i>Myriophora</i>	-	-	-	3	-	3	-	-	-
<i>Neopleurophora</i>	-	-	-	-	1	1	-	-	-
<i>Pseudacteon</i>	1	-	1	1	-	1	-	-	-
<i>Puliciphora</i>	1	8	9	-	7	7	1	4	5
<i>Synclinusa</i>	-	-	-	9	55	64	-	-	-
Grupo Metopina	-	25	25	-	9	9	-	22	22
<b>Total</b>	<b>131</b>	<b>109</b>	<b>240</b>	<b>94</b>	<b>142</b>	<b>236</b>	<b>37</b>	<b>156</b>	<b>193</b>

\*La especie *Acromyrmex octospinosus* no fue muestreada en bosque.

### **4.3 LOCALIZACION DE LOS FÓRIDOS**

#### **4.3.1 Localización de los fóridos en los cebos**

De las 1800 trampas colocadas durante todo el experimento, se capturaron fóridos solo en el 17% de ellas. Al utilizar como cebo la basura de hormigueros, se encontró una mayor captura de fóridos (50.8%) comparada con la captura registrada al usar hojas de cítricos. Sin embargo el tipo de cebo no tuvo un efecto significativo para ninguna de las comparaciones realizadas (Anexos A, C, E, G, I, J). Posiblemente, los cebos utilizados no fueron lo suficientemente específicos para parasitoides, lo cual pudo haber generado competencias interespecíficas, entre fóridos parasitoides y saprófagos que también responden a estos cebos.

Por otro lado, las trampas que contenían como cebo hojas de cítrico, reclutaban varias hormigas por un periodo relativamente corto, debido a que por la voracidad de éstas, las hojas en la trampa eran consumidas rápidamente, generando feromonas y fuertes señales visuales solo durante este proceso. Es posible que solo en este periodo de tiempo, las trampas le ofrecían a los fóridos parasitoides señales importantes para el reconocimiento y localización de su hospedero.

En contraste, se observó que el cebo de basura de hormigueros reclutaba pocas hormigas, lo cual sugiere que las señales olfativas y visuales generadas no fueron atractivas para fóridos parasitoides. Los fóridos con hábitos saprófagos no fueron más predominantes en éstas trampas, posiblemente porque la basura de hormigas no sea el sustrato utilizado por los fóridos allí presentes o porque este cebo al estar durante tanto tiempo expuesto al ambiente haya perdido parte de sus componentes de atracción para los saprófagos.

Cabe resaltar que los cebos utilizados en éste experimento (basura de hormigueros y hojas de cítrico) no eran complementados con otras prácticas activas, como las utilizadas por Porter (2010), Farnum y Loftin (2011) los cuales perturban el nido de hormigas, para lograr incrementos de liberación de la

feromona de alarma, muy llamativa para especies de fóridos parasitoides (Brown y Feener, 1991; Feener *et al.*, 1996).

#### 4.3.2 Localización de los fóridos en el periodo día - noche

Las capturas durante el día siempre fueron significativamente mayores que las de la noche, independiente del tipo de comparación establecida (Anexos A, C, E, G, I, J). En total, en el día se capturo el 87.3% de los individuos. Esta situación indica que la mayoría de los fóridos capturados necesitan de cierta cantidad de luz para el reconocimiento de su entorno y para llevar a cabo sus actividades. Existen especies de fóridos que cesan su actividad al no tener luminosidad, como sucede con los fóridos parasitoides *Neodohniphora* spp (Bragança *et al.*, 2008) y *Neodohniphora curvinervis* (Orr, 1992) que la necesitan para reconocer a su hospedero y como el saprófago *Megaselia nigra* que la necesita para poder ovopositar (Disney, 1994). Adicionalmente, estos resultados pueden ser explicados por las variaciones de temperatura presentadas entre el día y la noche. Durante el día, la temperatura en el lugar de muestreo (32 a 37°C) fue más elevada que en la noche, situación preferida por los fóridos para sus apariciones (Wuellner y Saundres, 2003).

#### 4.3.3 Localización de los fóridos en los nidos de *Atta cephalotes*

Se capturaron 429 fóridos en los 20 nidos de *Atta cephalotes* muestreados (Tabla 3) y se identificaron en total 14 géneros de fóridos asociados a estos nidos (Tabla 2).

Durante el día, en el bosque se capturó el 60% de los fóridos y se encontraron 12 géneros, los más predominantes fueron *Megaselia*, *Coniceromyia* y *Synclinusa*. En cultivo, las capturas correspondieron al 40% y estuvieron representadas por 9

géneros, donde los más representativos fueron *Dohrniphora* y *Megaselia* (Tabla 2).

Es importante resaltar que se capturaron 20 fóridos parasitoides *Eibesfeldtphora attae* en el bosque y un ejemplar en el cultivo.

Se presentó una interacción triple significativa entre los factores área (cultivo y bosque), zona (bocas del nido, trilla y corte) y periodo (día y noche) (Anexo A). El número de fóridos encontrado en bosque, supero estadísticamente al encontrado en el cultivo, cuando los conteos se realizaron en las trampas ubicadas en la boca de los nidos durante el día (Tabla 3 y Anexo B).

**Tabla 3:** Fóridos capturados durante el día en las tres zonas de los hormigueros de hormigas cortadoras.

Especie de hormiga / Área de muestreo	Zona			Total
	Boca	Trilla	Corte	
<b><i>Acromyrmex octospinosus</i></b>	<b>88</b>	<b>53</b>	<b>82</b>	<b>223</b>
Cultivo	88	53	82	223
<b><i>Atta cephalotes</i></b>	<b>166</b>	<b>39</b>	<b>156</b>	<b>361</b>
Bosque	130	30	57	217
Cultivo	36	9	99	144
<b>Total</b>	<b>254</b>	<b>92</b>	<b>238</b>	<b>584</b>

Las capturas de algunos fóridos de los géneros como *Coniceromyia* y *Eibesfeldtphora*, en el área de remanente de bosque, fueron muy altas al compararlas con las de cultivo, lo que sugiere que estos géneros están más adecuados para habitar el área de remanente de bosque. Para otro género como *Synclinusa*, los individuos muestran ser muy susceptibles a los cambios ambientales, ya que solo se capturaron en el bosque donde posiblemente encuentren la oferta de algún recurso específico.

En general, los resultados obtenidos indican que los fóridos son más abundantes en el área de remanente de bosque, donde las condiciones ambientales están sometidas a menos perturbaciones y el hábitat es más heterogéneo. Resultados similares fueron obtenidos por Pesquero *et al* (2010) quienes encontraron un

mayor número y diversidad de fóridos en un fragmento de bosque que en un monocultivo de *Eucalyptus* sp, Almeida *et al* (2008) reportó que en el interior del bosque habían más fóridos asociados a las colonias de hormigas que en el borde del bosque.

Resultados contrastantes fueron observados en las colecciones de fóridos del género *Dohniophora*, en las cuales los conteos fueron mayores en el área de cultivo. Esto implica una mayor adecuación por parte de los especímenes pertenecientes a este género a los hábitats perturbados por actividades antrópicas. Los fóridos del género *Megaselia* fueron los que presentaron un espectro de adaptación más amplio al no mostrar una tendencia marcada por alguna de las áreas evaluadas.

Dentro del bosque las trampas que se encontraban en la zona de la boca de los nidos, ofrecían a los fóridos un microhabitat con más componentes, ya que se encontraban en claros, rodeadas de arbustos y árboles de gran tamaño que les suministraban humedad y protección contra los vientos. Además esta zona era la más rica en materia orgánica en descomposición, ya que sobre las bocas se hallaban restos de tallos, hojas y material removido de los nidos por las hormigas. Adicionalmente, mientras en las otras dos zonas evaluadas no se estuviera presentando actividad de las hormigas, en la boca de los nidos se podía encontrar hormigas realizando algunas actividades como organizar los montículos o extraer tierra de los nidos. Para nidos de *Atta mexicana*, Rojas (1989) reporta que en las bocas de los nidos los parches de materia orgánica en descomposición, promueven la aparición de insectos saprófagos que acuden a estos lugares para alimentarse y/o utilizar este sustrato como lugar de ovoposición. Los fóridos que fueron colectados en las bocas de los nidos del bosque, en su mayoría eran especies con hábitos saprófagos (*Dohniophora*, *Megaselia*, *Chonocephalus*, *Puliciphora*, Grupo-Metopina) que seguramente acudían a estos lugares por la materia orgánica allí presente.

Otro género importante por el número de capturas en la boca de los nidos fue *Coniceromyia*, aunque poco se sabe de las especies de este género, es posible

que en este lugar se encuentre algún recurso necesario para las especies de este género. El 57% de los fóridos pertenecientes a *Eibesfeldtphora attae* fueron colectados en esta zona, quizás porque en este lugar se encuentren las hormigas adecuadas para ovopositarlas. En la Figura 16 se pueden apreciar dos nidos que se encontraban en bosque y la estructura del ambiente de sus bocas.



**Figura 16.** Bocas de los nidos hormigueros, de *Atta cephalotes* en bosque.

A pesar de que la captura de fóridos fue menor en el cultivo, es importante saber por cuál de las zonas evaluadas presentan preferencia los parasotides y así poder decidir donde realizar los muestreos para futuras investigaciones. Es por esto que a continuación se presentan los resultados obtenidos cuando los nidos se ubicaron en el área de cultivo.

El número de fóridos capturados en la zona de la boca del nido, no fue estadísticamente diferente al encontrado en la trilla y en el corte. Sin embargo, el número de fóridos encontrado en la zona de corte, fue estadísticamente mayor al encontrado en la zona de la trilla, cuando los conteos se realizaron durante el día (Tabla 3 y Anexo B).

La zona de trilla fue la más desprovista de vegetación y más expuesta al sol, mientras la zona de corte fue la que presento más umbría, humedad y disponibilidad de materiales orgánicos (hongos, musgo, hojas caídas, insectos muertos, etc.) (Figura 17). Estas condiciones asociadas a la zona de corte, así como la temperatura cálida en el sitio, favorecieron una mayor cantidad de materia



orgánica en descomposición, y como consecuencia, esta zona se hizo más llamativa para fóridos saprófagos. Estos resultados son apoyados por el trabajo de Carle (2001), quien encontró mayores capturas de dípteros saprófagos en los lugares con mayor humedad y sombra.



**Figura 17.** Nidos de *Atta cephalotes* en cultivo. (A) Bocas de los nidos, (B) Trillas de los nidos, (C) lugar de corte de los nidos.

#### 4.3.4 Localización de los fóridos en los microhabitats de los nidos de *Acromyrmex octospinosus*

En los 10 nidos de *Acromyrmex octospinosus* se colectaron 240 fóridos y se identificaron dentro de 10 géneros (Tablas 2 y 3). Al igual que en *Atta cephalotes*, los individuos de los géneros más representativos en el área de cultivo fueron *Dohrniphora* y *Megaselia*.

Hubo una interacción doble significativa entre zona y período (Anexo C). El número de fóridos encontrados durante el día en las zonas de boca del nido y corte fueron mayores que los obtenidos en la zona de trilla (Anexo D).

Las zonas de boca del nido y corte presentaron características bióticas y abióticas más favorables para la aparición de insectos saprófagos. La zona de boca de los nidos estaba dispuesta de varias formas que brindaban mayor humedad y sombra: (1) apoyada contra troncos de árboles en descomposición, (2) en barrancos cerca a algún riachuelo y (3) en la base de un árbol. Los nidos, al igual que en el caso de *Atta cephalotes*, fueron ubicados en el área de cultivo, por lo que las características ambientales de la zona de corte corresponden a las descritas anteriormente para dicha zona y favorecen la presencia de insectos saprófagos.

Otra característica importante es que las hormigas de *A. octospinosus* tienen sus basureros externos, acumulan parches de materia orgánica en descomposición cerca a las bocas de sus nidos. Este material es llamativo para insectos saprófagos. En la Figura 18 puede apreciarse la disposición de las bocas de los nidos y de los basureros externos de *A. octospinosus*.





**Figura 18.** (A) Bocas de los nidos, (B) Basurero externo de *Acromyrmex octospinosus* en cultivo.

#### 4.3.5 Localización de los fóridos en los microhabitats de los nidos de *Acromyrmex octospinosus* y *Atta cephalotes* ubicados en cultivo

Cuando se compararon *Acromyrmex octospinosus* y *Atta cephalotes*, se encontró en *A. octospinosus* un mayor número de especímenes capturados y un mayor número de géneros asociados (Tabla 2).

Los análisis estadísticos mostraron dos interacciones dobles significativas: (1) zona y periodo, la cual fue analizada en los resultados anteriores. (2) género y periodo (Anexo E), en la que se encontró que durante el día en el área de cultivo, fue capturado un mayor número de fóridos en los nidos de hormigas *Acromyrmex octospinosus* (Anexo F).

Como se mencionó anteriormente, los nidos de *Acromyrmex octospinosus* dentro del cultivo tenían dos zonas donde había una mayor disponibilidad de materia orgánica. Por lo que brindaba mayores recursos para fóridos saprófagos.

#### **4.4 LOCALIZACIÓN DE LOS FÓRIDOS HEMBRA**

Se realizaron los análisis estadísticos involucrando solo a las hembras, debido a que son las que parasitan y es importante saber sus sitios de agregación y distribución con respecto a los nidos de hormigas cortadoras de hojas. Aunque de los diez géneros de hembras colectados solo uno está reportado como parasitoide, no se pueden descartar los restantes ya que la historia natural de algunos de estos géneros es totalmente desconocida o la de otros géneros requiere una mayor revisión por ser grupos con alta cantidad de especies.

##### **4.4.1 Localización de los fóridos hembra en los nidos de *Atta cephalotes***

De las 262 hembras capturadas 131 se encontraron en nidos de *Atta cephalotes*, representadas en 8 géneros: *Coniceromyia*, *Dohniphora*, *Eibesfeldtphora*, *Megaselia*, *Myriophora*, *Pseudacteon*, *Puliciphora* y *Synclinusa*.

En el área de bosque se obtuvo el 71.8% de las capturas de fóridos hembras y se encontraron más géneros de la familia Phoridae que en cultivo.

Al realizar los análisis estadísticos de los datos, fue observado un efecto significativo en la interacción entre área y periodo sobre el número de capturas de fóridos hembra (Anexo G). Durante el día, un mayor número de fóridos hembra fue capturado en el área de bosque. (Tabla 4 y Anexo H).

**Tabla 4:** Fóridos hembras capturados durante el día en las tres zonas de los hormigueros de hormigas cortadoras.

Especie de hormiga / Área de muestreo	Zona			Total
	Boca	Trilla	Corte	
<b><i>Acromyrmex octospinosus</i></b>	<b>43</b>	<b>32</b>	<b>47</b>	<b>122</b>
Cultivo	43	32	47	122
<b><i>Atta cephalotes</i></b>	<b>46</b>	<b>29</b>	<b>38</b>	<b>113</b>
Bosque	41	22	26	89
Cultivo	5	7	12	24
<b>Total</b>	<b>89</b>	<b>61</b>	<b>85</b>	<b>235</b>

Las especies de los géneros más representativos en el área de bosque fueron *Coniceromyia*, *Dohniphora* y *Eibesfeldtphora* con el 69.1% de las capturas. Refiriéndonos a cada uno de éstos géneros vemos que no hay reportes acerca de la historia natural de las hembras del género *Coniceromyia*, pero como se discutió antes, puede apreciarse que es un género susceptible a los cambios ambientales ya que el 85% de las hembras de éste género fueron capturadas en el bosque. Además, por su aparición cerca a los nidos de hormigas, sugiere que la oferta de algún recurso específico para los fóridos representados en éste género, está asociado con el hábitat de las hormigas cortadoras o directamente con ellas. En cuanto a las especies del género *Dohniphora* se sabe que la mayoría de sus larvas son saprófagas y se han encontrado en muchos tipos de materia orgánica en descomposición como lo reporta Barnes (1990). Como en el bosque se encuentra una mayor disponibilidad de materiales orgánicos para la ovoposición de las hembras y en especial donde se encuentran los nidos de hormigas cortadoras, que son una oferta importante de recursos orgánicos, tanto en su interior como en su exterior, resultan siendo sitios atractivos para muchas especies de insectos saprófagos y entre éstos específicamente, las especies del género *Dohniphora*. Todas las especies *Eibesfeldtphora* son parasitoides

específicos de hormigas cortadoras del género *Atta*, por lo que es normal que aparezcan cerca a sus hospederos, los fóridos de este género muestran ser muy susceptibles a los cambios del paisaje al ser capturados el 95% de sus especímenes en bosque.

#### 4.4.2 Localización de los fóridos hembra en los microhabitats de los nidos de *Acromyrmex octospinosus*

Se capturaron 131 hembras en los nidos de *Acromyrmex octospinosus* e identificadas en 7 géneros. Al igual que *Atta cephalotes* en el área de cultivo, los géneros más representativos fueron *Dohrniphora* y *Megaselia* con el 84% de las capturas totales.

Cuando se efectuaron los análisis estadísticos, no se encontraron diferencias significativas para ninguna de las interacciones con el conteo de fóridos hembra (Tabla 4 y Anexo G).

#### 4.4.3 Localización de los fóridos hembra en los microhabitats de los nidos de *Acromyrmex octospinosus* y *Atta cephalotes* ubicados en cultivo

Cuando se comparó el número de capturas de fóridos en los nidos de *Acromyrmex octospinosus* y *Atta acephalotes* en cultivo, se encontraron en común 4 géneros de fóridos *Coniceromyia*, *Dohrniphora*, *Megaselia* y *Puliciphora*. En los nidos de *Acromyrmex octospinosus* se capturó el 83.6% de los fóridos hembras.

En el análisis estadístico se encontraron diferencias significativas en las interacciones de género y periodo, zona y periodo (Anexos j). Puesto que la interacción zona y periodo ya había sido analizada con ambos géneros no se

discutirá. Durante el día en el área de cultivo un número mayor de fóridos hembras fue capturado en los nidos de hormigas *A. octospinosus* (Anexo k).

Como se mencionó anteriormente los nidos de *A. octospinosus* tiene una mayor disponibilidad de materia orgánica siendo más atractivos para los fóridos saprófagos. Es interesante observar la variación en la proporción machos: hembras del género *Dohrniphora* en cultivo entre *Acromyrmex octospinosus*, 1:5.2 y *Atta cephalotes* 1:0.28 hembras. Esta proporción se podría explicar por el hecho de que los nidos de *A. octospinosus* tienen los basureros externos y las hembras fóridos pertenecientes al género *Dohrniphora*, tienen el hábito de ovopositar en materia orgánica en descomposición encontrando en estos parches el sitio adecuado para ello.

#### **4.5 LOCALIZACIÓN DE LOS FÓRIDOS HEMBRA MÁS REPRESENTATIVOS**

##### **4.5.1 Coniceromyia**

Se capturaron un total de 43 hembras pertenecientes al género *Coniceromyia*, el número máximo de hembras *Coniceromyia* por nido fue de 6 en ambas áreas cultivo y bosque. El 60.5% de las hembras fueron colectadas en la zona de corte. Debido a que la historia natural del género *Coniceromyia* es desconocida, la localización de sus hembras nos sugiere que los nidos de las especies de hormigas evaluadas poseen un recurso atractivo para las hembras ellas, asociado con la zona de corte de las hormigas. En la Figura 19 puede apreciarse las abundancias y localización de los fóridos hembras capturadas.

#### 4.5.2 Dohniphora

Se capturaron un total de 119 hembras del género *Dohniphora*, el número máximo de fíridos hembras *Dohniphora* por nido fue de 20 en cultivo y de 5 en bosque. Las zonas que presentaron el mayor número de capturas de hembras fueron las bocas de los nidos de *A. octospinosus* que se encontraban en el cultivo, con un 29.4% del total de capturas de este género. Como se mencionó anteriormente las especies del género *Dohniphora* muestra una marcada preferencia por las bocas de los nidos de *A. octospinosus*. La localización de las hembras dentro de las zonas evaluadas al compararlas en las áreas de bosque y cultivo, no presenta un patrón definido.

#### 4.5.3 Eibesfeldtphora

Las 21 hembras colectadas pertenecen a la especie de *Eibesfeldtphora attae* Disney, 1996. Estas hembras solo fueron colectadas en los nidos de *Atta cephalotes*, 8 de los cuales estaban ubicados en el área de remanente de bosque y uno en el área de cultivo. El número máximo de hembras *Eibesfeldtphora attae* por nido fue 5. De los fíridos hembras asociados a los nidos de *A. cephalotes*, esta especie tuvo una participación del 16%. Todas las hembras fueron capturadas en el área de remanente de bosque, excepto una de ellas que fue capturada en el área de cultivo, lo que nos indica que ésta especie está más adaptada a vivir en las condiciones ambientales del área de remanente de bosque. Resultados similares fueron obtenidos por Almeida *et al.* (2008) con fíridos de esta especie, los cuales resultaron ser más abundantes en el interior de un remanente de bosque. También, Pesquero *et al* (2010) encontró que *E. tonhascai* y *E. bragancai* no aparecían en monocultivos pero si en bosque conocido como El Cerrado Brasileño.

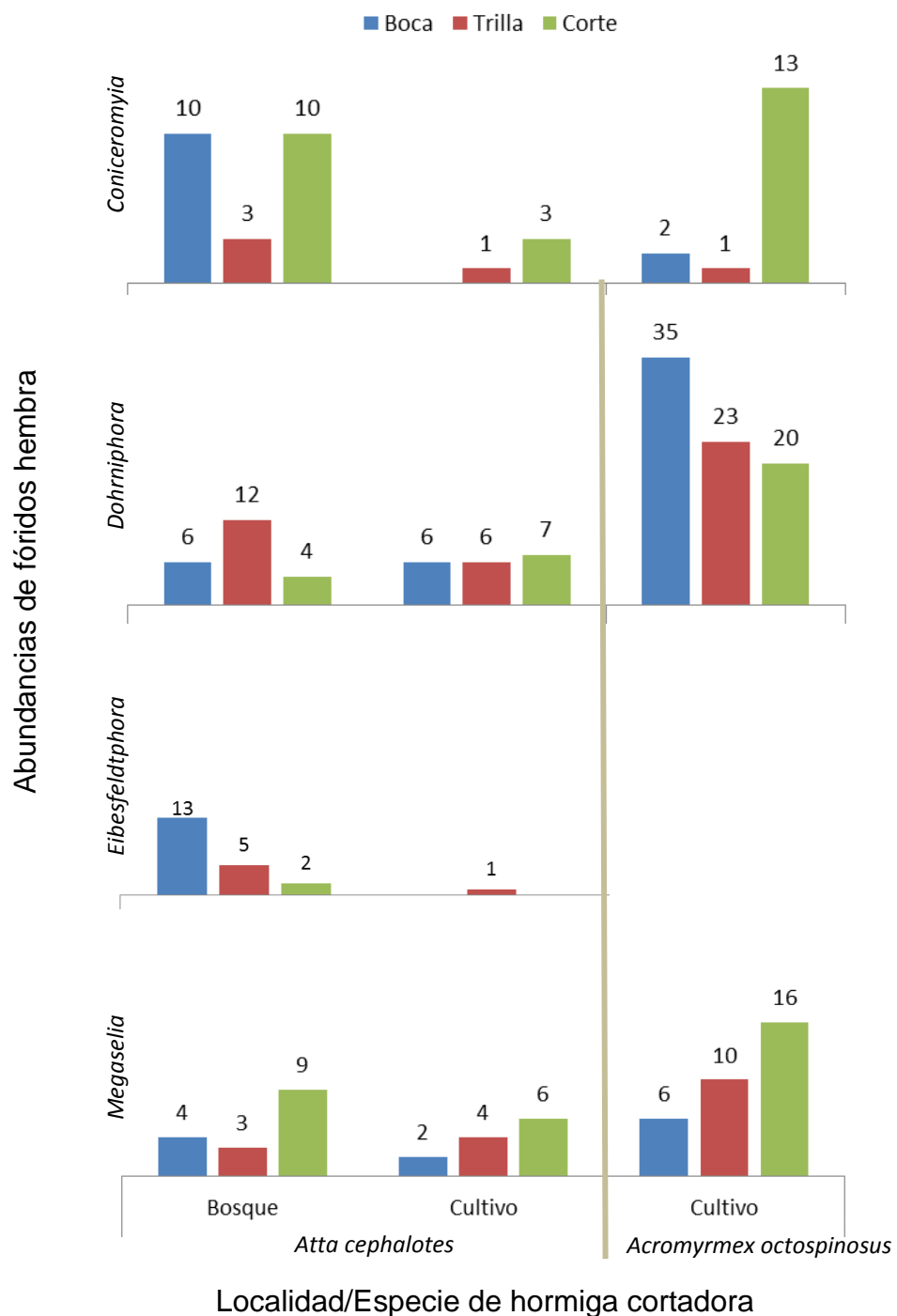
La zona con mayores capturas fue la boca de los nidos, con el 61.9%. Estos resultados no son consistentes con los observados por Brown y Feener (1993) quienes encontraron que los ataques de *E. curvinervis* a su hospedero *Atta cephalotes* se desplegaban en la zona de trilla. Otros trabajos que apoyan estos últimos resultados son los reportados por Tonhasca (1996), Branganca *et al* (2002, 2003) y Disney *et al* (2009) que trabajaron con otras especies de *Eibesfeldtphora* (*E. tonhascai*, *E. erthali*, *E. brangancai*, *E. cumsaltensis* y *E. trilobata*) que asechaban a su hospedero en los caminos de forrajeo (trilla). Es posible que el comportamiento de asecho de *E. attae* se desarrolle sobre la boca de los nidos, como sucede con otras especies parasitoides del género *Myrmosicarius* (Disney *et al.*, 2006).

Once de las hembras de *E. attae* colectadas, se encontraron en las trampas que contenían como cebo hojas de cítricos, las restantes fueron capturadas en las trampas que contenían basura de hormigas. Esto indica que las hembras no mostraron preferencia por los cebos utilizados en las trampas y sugiere que la actividad generada por las hormigas dentro de las trampas en respuesta al cebo, no es la responsable de atraer la atención de los fóridos parasitoide de esta especie.

#### 4.5.4 Megaselia

Se capturaron un total de 60 hembras del género *Megaselia*, el número máximo de hembras por nido fue de 6 en cultivo y de 4 en bosque. Se encontraron presentes en las tres zonas evaluadas, el 51.6% de las colectas se efectuaron en la zona de corte. Posiblemente la materia orgánica generada en este ambiente sea más atractiva para las hembras del género *Megaselia* por su misma composición y variedad, ya que en el área de corte existe más posibilidad de encontrar especies vegetales producto de la gran de foliación y entomofauna muerta, materia orgánica

que es de gran importancia para el crecimiento y desarrollo de los individuos del género *Megaselia*, que como se explicó anteriormente es saprófago y carroñero.



**Figura 19.** Abundancias de fóridos hembras capturadas por área, zona y especie de hormiga cortadora.



#### 4.5.5 Synclinusa

Se colectó un total de 9 hembras pertenecientes al género *Synclinusa*. Éstas fueron halladas en el bosque en un solo nido de *A. cephalotes*. Todas las capturas fueron en las trampas que se encontraban en las bocas del nido. De las hembras colectadas, 7 se encontraron en las trampas que contenían como cebo hojas de cítricos y las 2 restantes en las que contenían basura de hormigas. La proporción de hembras del género *Synclinusa* capturadas, fue muy inferior a la de los machos (1:6), éste evento solo fue observado una vez, su explicación podría estar relacionada con varios factores tales como enjambres reproductivos, temperatura, preferencias de fuentes de alimentación y lugares adecuados de ovoposición (Disney, 1994).

## 5. CONCLUSIONES

- Encontrar 16 géneros (*Allonchaeta*, *Apocephalus*, *Apterophora*, *Beckerina*, *Chonocephalus*, *Coniceromyia*, *Dohniphora*, *Megaselia*, *Eibesfeldtphora*, *Eurycnemis*, *Myriophora*, *Neopleurophora*, *Pseudacteon*, *Puliciphora*, *Synclinusa*, Grupo Metopina), muestra que La Pintada – Antioquia es una zona con alta diversidad de fóridos.
- Se capturaron fóridos de la especie *Eibesfeldtphora attae*, parasitoides específicos de hormigas cortadoras del género *Atta*, siendo este el primer registro para Colombia.
- En el bosque, tanto fóridos parasitoide como saprófagos, prefieren ubicarse en las bocas de los nidos de *Atta cephalotes*.
- El cultivo de cítricos de éste estudio, no es un ambiente apto para el desarrollo y expansión de fóridos parasitoides de hormigas cortadoras. Posiblemente en otro tipo de cultivo con otras condiciones ambientales se favorezca la presencia de fóridos parasitoides. La preferencia para los fóridos saprófagos en el cultivo son la boca de los nidos y el corte.
- Los fóridos saprófagos tienen una mayor preferencia por los nidos de *Acromyrmex octospinosus*, cuando esto se encuentran dentro del cultivo.
- Las especies de fóridos de los géneros *Coniceromyia* y *Synclinusa* son reportadas por primera vez en los nidos de hormigas cortadoras. La morfología del ovopositor de algunos de los especímenes colectados de esto géneros sugieren hábitos parasitoides.
- Las especies de los géneros *Dohniphora* y *Megaselia* fueron las más frecuentemente encontradas asociadas a nidos de *Atta cephalotes* y *Acromyrmex octospinosus*.

- Los cebos utilizados en este estudio no son eficientes para la captura de fóridos parasitoides.

## 6. RECOMENDACIONES

- Evaluar el número efectivo de trampas por zona, debido a que de 1800 trampas solo fueron positivas para fóridos el 17%.
- Si se van a realizar capturas en la noche, las trampas deben ser revisadas antes del amanecer para evitar resultados confusos.
- Si se van utilizar hojas de cítricos como cebos se debe estar revisando para aprovisionarlas con hojas nuevamente cuando hayan sido consumidas por las hormigas, para que se encuentren activo el cebo durante todo el periodo de exposición de las trampas.
- Examinar el atractivo de otros tipos de materiales orgánicos y perchas, para mejorar las operaciones con las trampas.
- Evaluar la capacidad parasítica de *Eibesfeldtphora attae*.
- El hallazgo de los parasitoides *Eibesfeldtphora attae*, en un remanente de bosque del municipio de La Pintada, Antioquia, abre la posibilidad de futuros estudios en control biológico de hormigas cortadoras e impulsa a los productores a conservar este tipo de hábitat para promover la presencia de especies parasitoides.

## BIBLIOGRAFIA

Almeida, W. R., Wirth, R. y Leal, I. R. (2008) Edge-mediated reduction of phorid parasitism on leaf-cutting ants in a Brazilian Atlantic forest. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 129: 251–257.

Arnum J. M. F y Loftin K. M. L . (2011) Distribution of *Pseudacteon curvatus* and *Pseudacteon tricuspis* (Diptera: phoridae) in Arkansas. *Florida Entomologist* 94(1): 15-21.

Aubad, P. (2010) Plantas usadas por las comunidades indígenas Ticuna del PNN Amacayacu para el control de la hormiga cortadora: Evaluación biológica de metabolitos secundarios. Tesis de maestría. Universidad Nacional De Colombia.  
Barnes J. K. (1990) Life History of *Dohrniphora cornuta* (Bigot) (Diptera: Phoridae), a Filth-Inhabiting Humpbacked Fly. *Journal of the New York Entomological Society*, Vol. 98, No. 4: 474-483.

Borba, E. L. y Semir, J. (2001) Pollinator specificity and convergence in fly pollinated *Pleurothallis* (Orchidaceae) species: a multiple population approach. *Ann. Bot.* 88: 75-88

Borgmeier, T. (1928) Nota previa sobre alguns phorideos que parasitam formigas cortadeiras dos generos *Atta* e *Acromyrmex*. *Boletim Biológico*, 14, 119-126.

\_\_\_\_\_ (1931) Sobre alguns phorideos que parasitam a saúva e outras formigas cortadeiras (Diptera: Phoridae). *Arquivos do Instituto Biológico*, 4, 209-228.

Borgmeier, T. y Prado, A. P. (1975) New or little-known Neotropical phorid flies, with description of eight new genera (Diptera, Phoridae). *Studia Entomologica* 18, 3-90.

Bragança, M. A. L., Tonhasca, A. J. y Della Lucia, T. M. C. (1998) Reduction in the foraging activity of the leaf-cutting ant *Atta sexdens* caused by the phorid *Neodohrniphora* sp. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 89: 305–311.

Braganca, M. A. L., Della Lucia, T. M. C. y Tonhasca, A. J. (2003) First record of phorid parasitoids (Diptera: Phoridae) of the leaf-cutting ant *Atta bisphaerica* Forel (Hymenoptera: Formicidae). *Neotropical Entomology*, 32, 169-171.

Bragança, M. A. L. y Medeiros, Z. C. S. (2006) Ocorrência e características biológicas de forídeos parasitóides (Díptera: Phoridae) da saúva *Atta laevigata* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) em Porto Nacional, TO. *Neotropical Entomology* 35: 408.

Braganca, M. A. L. (2007) Perspectiva da contribucao de forideos parasitoides no manejo de formigas cortadeiras. Biologico (Sao Paulo). XVIII Simposio de Mirmecologia, 69, 177-181.

Braganca, M. A. L., Tonhasca, A. J y Della Lucia, T. M. C. (2009) Caracteristicas biológicas e comportamentais de *Neodohrniphora elongata* Brown (Diptera, Phoridae), um parasitóide da saúva *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera, Formicidae). Revista brasileira de entomología. 53, 600-606.

Braganca, M. A. L., Souza, L. M. D., Nogueira, C. A. y Della Lucia, T. M. C. (2008). Parasitismo por *Neodohrniphora* spp. Malloch (Diptera, Phoridae) em operárias de *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera, Formicidae). Rev. Bras. entomol. vol.52, n.2, pp. 300-302.

Braganca, M. A. L., Tonhasca, A. J y Moreira, D. D. O. (2002) Parasitism characteristics of two phorid fly species in relation to their host, the leaf-cutting ant *Atta laevigata* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae). Neotropical Entomology, 31, 241-244.

Brown, B. V. (1999) Differential host use by neotropical phorid flies (Diptera: Phoridae) that are parasitoids of ants (Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology, 33, 95-103.

\_\_\_\_\_ (1997) Revision of the *Apocephalus attophilus* group of ant decapitating flies (Diptera:Phoridae). Contributions in Science, 468, 1-60.

\_\_\_\_\_ (2001) Taxonomic revision of *Neodohrniphora*, subgenus *Eibesfeldtphora* (Diptera: Phoridae). Insect Systematics & Evolution. Vol. 32 No. 4 pp. 393-409

\_\_\_\_\_ (2004) Diversity of ant-decapitating flies (Diptera: Phoridae: *Apocephalus*) from the ALAS project: new results and projections. Sociobiology 44: 683–688.

\_\_\_\_\_ (2012) Small size no protection for acrobat ants: world's smallest fly is a parasitic phorid (Diptera: Phoridae). Ann. Entomol. Soc. Am. 105(4): 550-554.

Brown B. V y Wood, D. M. (2010) Manual of Central American Diptera, Volumen 2. NRC Research Press. 728 pp.

Brown, B. V y kung, G. (2010) Revision of the New World *Dohrniphora* Dahl species lacking large hind tibial setae (Diptera: Phoridae). Zootaxa 2699: 1–142.

Brown, B. V. y Feener, D. H., Jr. (1991) Behavior and host location cues of *Apocephalus paraponerae* (Diptera: Phoridae), a parasitoid of the giant tropical ant, *Paraponera clavata* (Hymenoptera: Formicidae). Biotropica, 23, 182-187.

Brown, B. V. y Feener, D. H., Jr. (1993) Oviposition behavior of an ant-decapitating fly *Neodohrniphora curvinervis* (Diptera: Phoridae) and defense behavior by its leaf-cutting ant host, *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae). J. Insect Behav. V6, 675-688.

Brown, B. V. y Feener, D. H., Jr. (1998) Parasitic phorid flies (Diptera: Phoridae) Associated with Army Ants (Hymenoptera: Formicidae: Ecitoninae, Dorylinae) and their conservation biology. Biotropica, 30, 482-487.

Buhl, J., Gautrais, J., Deneubourg, J., Kuntz, P. y Theraulaz, G. (2006) The growth and form of tunnelling networks in ants. J. Theoretical Biol. 243: 287

Campobasso, C. P; Disney, R. H. L y Introna, F. (2004) A case of *Megaselia scalaris* (Loew) (Diptera: Phoridae) breeding in human corpse. Aggrawal's Journal of forensic medicine and toxicology 5 (1) 3-4

Carles, M (2001). Datos taxonómicos y ecológicos de 304 especies de dípteros acalípteros (Diptera, acalyptrata). Bol. S.E.A., nº 28, 89-103.

Core A, Runckel C, Ivers J, Quock C, Siapno T, *et al.* (2012) A New Threat to Honey Bees, the Parasitic Phorid Fly *Apocephalus borealis*. PLoS ONE 7(1): e29639. doi:10.1371/journal.pone.0029639

Deloya, C. (1988). Coleópteros lamelicornios asociados a depositos de detritus de *Atta mexicana* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) en el sur del estado de Morelos, Mexico. Folia Entomol. Mex. 75:77-92.

Días, C. (2006) Atividade sazonal e morfometria de *forideos (diptera:phoridae)* e seus parasitoides em colmeias da tribo *meliponini (hymenoptera: apidae)* na amazônia. Tesis 1-150.

Disney, R. H. L. (1994) Scuttle Flies: The Phoridae. Chapman & Hall, London.467pp

\_\_\_\_\_ (2003) Seven new species of New World Puliciphora Dahl (Diptera: Phoridae) with a new key to the Neotropical species. Zootaxa, 162: 1-22.

\_\_\_\_\_ (2005) Rudimentary halteres of some flightless female Phoridae (Diptera) reassessed, and some taxonomic implications. Zootaxa, 1042: 39-54.

\_\_\_\_\_ (2006) Nine new species of *Megaselia* Rondani (Diptera: Phoridae) from the Seychelles. Zootaxa 1210: 1-25.

Disney, R. H. L., Elizalde, L. y Folgarait, P. J. (2008) New species and records of scuttle flies (Diptera: Phoridae) associated with leaf-cutter ants and army ants (Hymenoptera: Formicidae) in Argentina. Sociobiology, 51, 95-117.

---

(2009) New species and new records of scuttle flies (Diptera: Phoridae) that parasitize leaf-cutter and army ants (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 54, 601–632.

Disney, R. H. L. y Bragança, A. L. (2000) Two new species of Phoridae (Diptera) associated with leaf-cutter ants (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 36: 33-39.

Disney, R. H. L. y Rettenmeyer, C. W. (2010) New species and new records of scuttle flies (Diptera: Phoridae) associated with Neotropical army ants (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 55(1A): 7-88

Elizalde, L. y Folgarait, P. J. (2011) Biological attributes of Argentinian phorid parasitoids (Insecta: Diptera: Phoridae) of leaf-cutting ants, *Acromyrmex* and *Atta*, *Journal of Natural History*, 45:43-44, 2701-2723

Elizalde, L. (2009). Biogeografía y comunidades de fóridos parasitoides de hormigas cortadoras de hojas: diversidad del sistema y partición del recurso hospedador. Tesis doctoral. 248pp

Eibl-Eibesfeldt, I. (1967) On the guarding of leafcutter ants by minima workers. *Naturwissenschaften*, 54, 346.

García, J. A; Escudero, A; Ferragut, F. J y M. J. Navarro. (2000) Determinación y abundancia estacional de las poblaciones de dípteros (Diptera: Phoridae y Sciaridae) en los cultivos de champiñón en Castilla-La Mancha (España) *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 527-536

Escobar, R. (2002) Manejo y control de hormiga arriera (*Atta* spp y *Acromyrmex* spp) en sistemas de producción de importancia económica en el Departamento del Chocó. 27 p.

Erthal, M. J. y Tonhasca, A. J. (2000) Biology and oviposition behavior of the phorid *Apocephalus attophilus* and the response of its host, the leaf-cutting ant *Atta laevigata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 95, 71-75.

Feener, D. H. Jr. y Brown, B. V. (1997). Diptera as parasitoids. *Annu. Rev. Entomol.* 42: 73-97.

Fadamiro, H. Y. y L. Chen. (2005) Utilization of aphid honeydew and floral nectar by *Pseudacteon tricuspis* (Diptera: Phoridae), a parasitoid of imported fire ants, *Solenopsis* spp. (Hymenoptera: Formicidae). *Biological Control* 34, 73–82

Feener, D. H. Jr., Jacobs, L. F., y Schmidt, J. O. (1996) Specialized parasitoid attracted to a pheromone of ants. *Anim. Behav.* 51: 61-66.



Feener, D. H., Jr. y Brown, B. V. (1992) Reduced foraging of *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae) in the presence of parasitic *Pseudacteon* spp. (Diptera: Phoridae). *Annals of the Entomological Society of America*, 85, 80-84.

Fernández, F. (2003) Introducción de las hormigas de la región Neotropical. Colombia. 424pp

Gazal, V; Bailez, O y Viana A (2009) Mechanism of host recognition in *Neodohrniphora elongata* (Brown) (Diptera: Phoridae). *Animal Behaviour*. 78: 1177-1182.

Gilbert, L. E. y Partock, R. (2002) Phorid flies for the biological suppression of the red imported fire ant in Texas: region specific challenges, recent advances and future prospects in program high lights of the Texas imported fire ant research and management project. *Entomologist supplement* 23:7-18

Haines B.L. (1978). Element and energy flows through colonies of the leaf-cutting ant, *Atta colombica*, in Panama. *Biotropica* 10(4), 270-277

Hernández, F.O. y Gutiérrez, A. A. (2001) Avoiding *Pseudohypocera* attacks (Diptera: Phoridae) during the artificial propagation of *Meliponabeecheii* colonies (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Folia Entomologica Mexicana* 40: 373-379.

Hölldobler, B & Wilson, E. (1990) *The Ants*. Primera edición. Ed. Harvard University Press. 732 pp.

Holdridge, L. (1978) *Ecología basada en zonas de vida*. San de José, Costa Rica. 216 p.

Kung, G. y Brown, B. V. (2000) The patterned-wing species or *Coniceromyia* (Diptera: Phoridae). *Contributions in Science*, 484, 1-10.

Kung, G. y Brown, B. V. (2006). The Caribbean species of *Dohrniphora* Dahl (Diptera: Phoridae). *Journal of Natural History*. 40: 1931-1945.

Knutson, A. E. y Drees, B. M. (1998) Potential biological control agents for the red imported fire ant. Fire ant plan fact sheet fapfs009. Texas imported fire ant research and management project, Texas A y M University System, college station, texas. 4pp.

Lemus, Y., Rodríguez, G., Cuervo, R., Durán, J. A. y Zuluaga., C. (2008). Determinación de la factibilidad del hongo "*Metarhizium anisopliae*" para ser usado como control biológico de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*). Guillermo de Ockham: Revista científica. Vol. 6, Nº. 1, págs. 91-98.

Madrigal, A. (2003) Las hormigas cortadoras *Atta* y *Acromyrmex*: biología, hábitos y ecología. Pp 369-396, en Insectos forestales en Colombia: biología, hábitos, ecología y manejo. Editorial Marín Vieco Ltda. Bogotá, Colombia.

Maruyama, M., Disney R. H. L. y Hashim R. (2008). Three new species of legless, wingless scuttle flies (Diptera: Phoridae) associated with army ants (Hymenoptera: Formicidae) in Malaysia. Sociobiology 52 (3): 485-496.

Mikheyev, A. S., Mueller, U. G. y Abbot, P. (2006) Cryptic sex and many-to-one coevolution in the fungus-growing ant symbiosis. Proc Natl. Acad. Sci. USA. 103(28):10702-10706.

Nogueira-Neto, P. (1997). Vida e Criação de Abelhas Indígenas Sem Ferrão. São Paulo, Nogueirapis. 445pp.

Orr, M. R. (1992) Parasitic flies (Diptera: Phoridae) influence foraging rhythms and caste division of labor in the leaf-cutter ant, *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae). Behavioral Ecology and Sociobiology, 30, 395-402.

Ortiz, A y V, Sosa 2006. Polinización de dos especies simpátricas de stelis (pleurothallidinae, orchidaceae. octavio. actabotanica mexicana 74: 155-168

Ortiz, A y Guzman, G. (2007). Las hormigas cortadoras de hojas en el departamento de Antioquia. Corpo ICA. 111 pp.

Porter, S. D. (2010) Distribution of the formosa strain of the fire ant decapitating fly *Pseudacteon curvatus* (Diptera: phoridae) three and a half years after releases in north Florida. Florida Entomologist 93 (1): 107-112.

Peterson, B. V. (1982) A new species of *Coniceromyia* (Diptera: phoridae) from Panama. Memoirs of the entomological society of Washington 10, 136-138.

\_\_\_\_\_y Arntfield, P. W (1971) A new species of *Coniceromyia* (Diptera: phoridae) from Chiapas, Mexico. Studia entomologica, petrolis 14,395-398.

Pesquero, M. A. L., Bessa, A., Cássia, H., Silva, M., Silva, L. C., y F, Viegas. (2010) Influência ambiental nataxa de parasitismo (Diptera:Phoridae) de *Atta laevigatae* *Atta sexdens*(Hymenoptera:Formicidae).Rev. Biol. Neotrop. 7(2):45-48.

Posada, J. (1997) Infección natural de *Metharizium anisoplae* sobre la hormiga arriera. Cenicafé 48: 204-208.

Puckett, R. T., Calixto, A., Barr, C. L. y Harris, M. (2007) Sticky traps for monitoring *Pseudacteon* parasitoids of *Solenopsis* fire ants. Environ. Entomol. 36: 584-588.

Ravnborg, H. M. (2000) Collective Action in Ant Control. CAPRI Working Paper No 7. CIAT. 1 – 5.

Rodríguez, L. A. y H. C. Arredondo (2007). Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 pp.

Rodríguez, J., Calle, Z. y Montoya, J. (2008) Herbivoría de *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) sobre tres sustratos vegetales. Revista Colombiana de Entomología 34 (2): 156-162.

Rojas, P. (1989) Entomofauna de los detritos de *Atta mexicana*. Acta zool. Mex; (ns) 33. 1-50.

Scott, J., Budsberg, K., Suen, G., Wixon, D., Balser, T. y Currie, C. (2010) Microbial community structure of leafcutter ant fungus gardens and refuse dumps. Plos One 5:e9922

Souto, F. y Marçal, J. (2009) Efeito da estrutura de habitat sobre a abundância de parasitoides *Pseudacteon* Coquillett (Diptera, Phoridae) em ninhos de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera, Formicidae) Revista Brasileira de Entomologia 53(3): 461–465

Tonhasca, A. J. (1996) Interactions between a parasitic fly, *Neodohrniphora declinata* (Diptera: Phoridae), and its host, the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). Ecotropica, 2, 157-164.

Tonhasca, A. J., Bragança, M. A. L. y Erthal, M. J. (2001) Parasitism and biology of *Myrmomicarius grandicornis* (Diptera, Phoridae) in relationship to its host, the leaf-cutting ant *Atta sexdens* (Hymenoptera, Formicidae). Insectes Sociaux, 48, 154-158.

Sánchez-N. y Amat-García. (2005) Diversidad de la fauna de artrópodos terrestres en el humedal jaboque, bogotá-colombia. Caldasia 27(2):311-329.

Ramírez-Benavides, W. (1984) Biología del género *Melaloncha* Phoridae, moscas parasitoides de la abeja doméstica *Apis mellifera* en Costa Rica. Revista de Biología Tropical. v. 32, no. 1, p. 25-28

Van Driesche, R. G., Hoddle, M. S. y Center, T. D. (2007) Control de plagas y malezas por enemigos naturales. 737p

Vane-Wright, R. I. (1992) Systematic and the global biodiversity strategy. Antenna, 16 (2): 49-56.

Vieira-Neto, E. H. M; Mundim, F. M y H. L. Vasconcelos. (2006) Hitchhiking behaviour in leaf-cutter ants: An experimental evaluation of three hypotheses. Insect. Soc. 53: 326-332.

Wilson, E.O. (1971). The Insect Societies. Harvard University Press, Cambridge.

Wuellner C. T y Saundres J. B. (2003). Circadian and circannual patterns of activity and territory shifts: comparing a native ant (*Solenopsis geminata*, Hymenoptera: Formicidae) with its exotic, invasive congener (*S. invicta*) and its parasitoids (*Pseudacteon* spp., Diptera: Phoridae) at a Central Texas site. *Annals of the Entomological Society of America* 96: 54–60.

## Anexos

**Anexo A.** Análisis de varianza (ANOVA) para *Atta cephalotes* con variable respuesta número de fóridos totales.

Effect	Num DF	Den DF	F-Value	Pr > F
AREA	1	1.02	0.01	0.9453
ZONA	2	36.9	1.92	0.1605
AREA*ZONA	2	36.9	1.66	0.2049
CEBO	1	522	2.05	0.1527
AREA*CEBO	1	522	0.04	0.8458
ZONA*CEBO	2	522	0.19	0.8273
AREA*ZONA*CEBO	2	522	0.17	0.8424
<b>PERIODO</b>	1	522	34.02	<b>&lt;.0001</b>
AREA*PERIODO	1	522	0.81	0.3671
ZONA*PERIODO	2	522	2.38	0.0933
<b>AREA*ZONA*PERIODO</b>	2	522	3.53	<b>0.0300</b>
CEBO*PERIODO	1	522	1.52	0.2179
AREA*CEBO*PERIODO	1	522	0.5	0.4792
ZONA*CEBO*PERIODO	2	522	1.54	0.2164
AREA*ZONA*CEBO*PERIO	2	522	0.09	0.9107

**Anexo B.** Efectos simples de zona, para *Atta cephalote* con variable respuesta número de fóridos totales. Todos los números dentro de cada fila seguidos por diferentes letras son significativamente diferentes a un nivel de 0.05.

	Boca	Trilla	Corte
Bosque-Día	1,30 <b>a</b>	0,3 <b>b</b>	0,57 <b>b</b>
Cultivo-Día	0,36 <b>ab</b>	0,09 <b>a</b>	0,99 <b>b</b>
Bosque-Noche	0,05 <b>a</b>	0,02 <b>a</b>	0,12 <b>a</b>
Cultivo-Noche	0,12 <b>a</b>	0,09 <b>a</b>	0,28 <b>a</b>

**Anexo C.** Análisis de varianza (ANOVA) para *Acromyrmex octospinosus* con variable respuesta número de fóridos totales.

Effect	Num DF	Den DF	F-Value	Pr > F
ZONA	2	18	1.17	0.3317
CEBO	1	561	2.20	0.1388
ZONA*CEBO	2	561	0.41	0.6669
<b>PERIODO</b>	1	561	104.50	<b>&lt;.0001</b>
<b>ZONA*PERIODO</b>	2	561	3.16	<b>0.0431</b>
CEBO*PERIODO	1	561	1.62	0.2035
ZONA*CEBO*PERIODO	2	561	0.38	0.6871

**Anexo D.** Efectos simples de zona, par *Acromyrmex octospinosus* con variable respuesta número de fóridos totales. Todos los números dentro de cada fila seguidos por diferentes letras son significativamente diferentes a un nivel de 0.05.

	Boca	Trilla	Corte
Cultivo-Día	0.89 <b>a</b>	0.52 <b>b</b>	0.82 <b>a</b>
Cultivo-Noche	0.02 <b>a</b>	0.07 <b>a</b>	0.08 <b>a</b>

**Anexo E.** Análisis de varianza (ANOVA) para *Atta cephalotes* y *Acromyrmex octospinosus* en cultivo con variable respuesta número de fóridos totales.

Effect	Num DF	Den DF	F-Value	Pr > F
GENERO	1	18	2.09	0.1651
<b>ZONA</b>	2	36	6.25	<b>0.0047</b>
GENERO*ZONA	2	36	1.02	0.3725
CEBO	1	1122	1.85	0.1743
GENERO*CEBO	1	1122	0.08	0.7710
ZONA*CEBO	2	1122	0.85	0.4276
GENERO*ZONA*CEBO	2	1122	0.92	0.3972
<b>PERIODO</b>	1	1122	89.29	<b>&lt;.0001</b>
<b>GENERO*PERIODO</b>	1	1122	20.55	<b>&lt;.0001</b>
<b>ZONA*PERIODO</b>	2	1122	8.14	<b>0.0003</b>
GENERO*ZONA*PERIODO	2	1122	0.15	0.8631
CEBO*PERIODO	1	1122	1.19	0.2756
GENERO*CEBO*PERIODO	1	1122	0.32	0.5715
ZONA*CEBO*PERIODO	2	1122	0.92	0.3971
GENERO*ZONA*CEBO*PERIODO	2	1122	1.14	0.3214

**Anexo F.** Efectos simples de género, para *Atta cephalotes* y *Acromyrmex octospinosus* en cultivo con variable respuesta número de fóridos totales. Todos los números dentro de cada fila seguidos por diferentes letras son significativamente diferentes a un nivel de 0.05.

	<i>Acromyrmex</i>	<i>Atta</i>
Día	0.74 <b>a</b>	0.60 <b>b</b>
Noche	0.06 <b>a</b>	0.11 <b>a</b>

**Anexo G.** Análisis de varianza (ANOVA) para *Atta cephalotes* con variable respuesta número de fóridos-hembras totales.

Effect	Num DF	Den DF	F-Value	Pr > F
AREA	1	57.6	5.22	0.0261
ZONA	2	57.6	0.13	0.8742
AREA*ZONA	2	57.6	1.29	0.2834
CEBO	1	522	2.74	0.0984
AREA*CEBO	1	522	0.14	0.7131
ZONA*CEBO	2	522	0.25	0.7809
AREA*ZONA*CEBO	2	522	0.09	0.9131
<b>PERIODO</b>	1	522	17.13	<b>&lt;.0001</b>
<b>AREA*PERIODO</b>	1	522	8.13	<b>0.0045</b>
ZONA*PERIODO	2	522	0.58	0.5618
AREA*ZONA*PERIODO	2	522	1.97	0.1407
CEBO*PERIODO	1	522	0.08	0.7827
AREA*CEBO*PERIODO	1	522	1.43	0.2324
ZONA*CEBO*PERIODO	2	522	0.2	0.8215
AREA*ZONA*CEBO*PERIO	2	522	0.37	0.6909

**Anexo H.** Efectos simples de área para *Atta cephalotes* con variable respuesta número de fóridos-hembras totales. Todos los números dentro de cada fila seguidos por diferentes letras son significativamente diferentes a un nivel de 0.05.

	Bosque	Cultivo
Día	0.30 <b>a</b>	0.08 <b>b</b>
Noche	0.02 <b>a</b>	0.04 <b>a</b>

**Anexo I.** Análisis de varianza (ANOVA) para *Acromyrmex octospinosus* con variable respuesta número de fóridos-hembras totales.

Effect	Num DF	Den DF	F-Value	Pr > F
ZONA	2	18	0.78	0.4739
CEBO	1	561	2.24	0.1353
ZONA*CEBO	2	561	1.09	0.3380
<b>PERIODO</b>	1	561	66.49	<b>&lt;.0001</b>
ZONA*PERIODO	2	561	1.11	0.3287
CEBO*PERIODO	1	561	0.94	0.3331
ZONA*CEBO*PERIODO	2	561	1.57	0.2079

**Anexo J.** Análisis de varianza (ANOVA) para *Atta cephalotes* y *Acromyrmex octospinosus* en cultivo con variable respuesta número de fóridos-hembra totales.

Effect	Num DF	Den DF	F-Value	Pr > F
GENERO	1	18	0.21	0.6514
ZONA	2	36	2.87	0.0697
GENERO*ZONA	2	36	1.21	0.3089
CEBO	1	1122	0.97	0.3247
GENERO*CEBO	1	1122	1.65	0.1994
ZONA*CEBO	2	1122	1.42	0.2414
GENERO*ZONA*CEBO	2	1122	0.01	0.9858
<b>PERIODO</b>	1	1122	80.78	<b>&lt;.0001</b>
<b>GENERO*PERIODO</b>	1	1122	10.98	<b>0.0009</b>
<b>ZONA*PERIODO</b>	2	1122	6.91	<b>0.0010</b>
GENERO*ZONA*PERIODO	2	1122	2.54	0.0797
CEBO*PERIODO	1	1122	1.50	0.2211
GENERO*CEBO*PERIODO	1	1122	0.86	0.3548
ZONA*CEBO*PERIODO	2	1122	0.82	0.4422
GENERO*ZONA*CEBO*PERIODO	2	1122	0.87	0.4192

**Anexo K.** Efectos simples de género, para *Atta cephalotes* y *Acromyrmex octospinosus* en cultivo con variable respuesta número de fóridos-hembra totales. Todos los números dentro de cada fila seguidos por diferentes letras son significativamente diferentes a un nivel de 0.05.

	<i>Acromyrmex</i>	<i>Atta</i>
Día	0.41 <b>a</b>	0.19 <b>b</b>
Noche	0.03 <b>a</b>	0.03 <b>a</b>