

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



**DISPERSIÓN DE SEMILLAS POR HORMIGAS EN LA RESERVA
NATURAL PRIVADA BUENOS AIRES, EL ASINTAL, RETALHULEU**

CARMEN REGINA ÁLVAREZ HERNÁNDEZ

BIÓLOGA

GUATEMALA, MARZO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

**DISPERSIÓN DE SEMILLAS POR HORMIGAS EN LA RESERVA
NATURAL PRIVADA BUENOS AIRES, EL ASINTAL, RETALHULEU**

INFORME DE TESIS

Presentado por

CARMEN REGINA ÁLVAREZ HERNÁNDEZ

Para optar al título de

BIÓLOGA

GUATEMALA, MARZO DE 2012

JUNTA DIRECTIVA

Óscar Manuel Cóbar Pinto, Ph.D	Decano
Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto, M.A.	Secretario
Licda. Liliana Vides de Urizar	Vocal I
Dr. Sergio Alejandro Melgar Valladares	Vocal II
Lic. Luis Antonio Gálvez Sanchinelli	Vocal III
Br. Fausto René Beber García	Vocal IV
Br. Carlos Francisco Porras López	Vocal V

ACTO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

- A DIOS** Por ser mi fortaleza y mi guía en los momentos más difíciles durante los años de mi carrera.
- A MIS PADRES** María del Carmen y Marcelino, por su gran amor y sabiduría con la que me formaron para lograr ser una profesional sin olvidarme de los principios que ellos me inculcaron desde pequeña. Gracias papito porque a pesar de que te adelantaste con nuestro padre celestial, sé que me estás cuidando y dando fortaleza para seguir adelante.
- A MIS HERMANOS** Luis Eduardo y Carlos Enrique, por su apoyo y cariño incondicional, que a pesar de los malos momentos siempre nos hemos querido y respetado.
- A MIS ABUELOS** María Regina, Ruperto y Felipa, con quienes compartí gran parte de mi vida y me ha inculcado valores morales y religiosos.
- A MI FAMILIA** Mis tíos Ana María y Alfredo; mis primos Benjamín, Daniel, Ana Ester y Alfonso, con quienes he compartido momentos maravillosos y también difíciles.
- A MIS AMIGOS** Mis compañeros de estudio, por su cariño y apoyo en estos años. En especial a Cristina por demostrarme que los verdaderos amigos se apoyan en las buenas y en las malas.
- A MI ASESOR** Javier Rivas, por su cariño y apoyo en los momentos difíciles que me permitieron seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A:

La Licenciada Claudia García y al Ingeniero Federico Fahsen (Q.E.P.D.), por su cariño y la confianza que depositaron en mí para trabajar en la Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala; donde adquirí una gran experiencia a nivel profesional. Agradezco también su apoyo en los momentos difíciles.

Al Ingeniero Felipe Guzmán, por permitirme realizar mi trabajo de tesis en la Reserva Natural Privada Buenos Aires y brindarme su apoyo en todo momento. Así también, a los trabajadores de la Reserva Natural Privada, quienes me acompañaron en los muestreos durante las visitas de campo.

Al Ingeniero Humberto Jiménez, por permitirme el uso del equipo del Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas, de ANACAFE (ANALAB) para la identificación de las especies de hormigas.

Al Ingeniero Pablo Figueroa, por su apoyo dentro del Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas.

A mi asesor Javier Rivas y a mi revisor Enio Cano, por su apoyo durante todo el proceso de mi trabajo de tesis.

A la Licenciada Laura Sáenz, por su apoyo en la identificación de las especies de hormigas.

INDICE

I. RESUMEN.....	2
II. INTRODUCCIÓN.....	3
III. ANTECEDENTES.....	5
A) MIRMECOCORIA.....	5
B) ESTUDIOS REALIZADOS	7
C) SITIO DE ESTUDIO	11
IV. JUSTIFICACIÓN	15
V. OBJETIVOS	17
VI. HIPÓTESIS	17
VII. MATERIALES Y MÉTODOS	18
VIII. RESULTADOS	21
IX. DISCUSIÓN	29
X. CONCLUSIONES	34
XI. RECOMENDACIONES.....	35
XII. REFERENCIAS	35
XIII. ANEXOS.....	40

I. RESUMEN

Durante un año (julio 2007-junio 2008) se realizó un estudio sobre la dispersión de semillas por hormigas, en la Reserva Natural Privada Buenos Aires, El Asintal, Retalhuleu, con el fin de determinar qué especies de hormigas son dispersoras de semillas y qué especies de semillas son dispersadas por hormigas; asimismo, si la temperatura y la lluvia son factores que determinan el número de interacciones entre hormigas y semillas.

Se realizaron muestreos *ad libitum* a lo largo de senderos del bosque y cultivos de café con sombra natural, colectando las hormigas que se encontraron dispersando semillas. Los resultados obtenidos demuestran que las especies de hormigas de las tribus Attini y Solenopsini son las que dispersan la mayor cantidad de semillas. Las semillas de las plantas que pertenecen a las familias Cyperaceae y Poaceae, fueron dispersadas por hormigas en la mayor cantidad de interacciones. En cuanto a los factores climáticos como la temperatura y la precipitación no son factores que determinaron el número de interacciones entre hormigas y semillas.

En conclusión, las hormigas son un componente importante en los sistemas agrícolas con sombra de bosque, ya que dispersan las semillas de las especies de plantas nativas, permitiendo que éstas colonicen nuevos sitios y escapen de sus depredadores. La importancia de los sistemas agrícolas con sombra de especies nativas, es que mantiene el equilibrio de la biodiversidad y la riqueza de la entomofauna, ya que proveen de diversas fuentes de alimento a los organismos descomponedores que viven en el suelo.

II. INTRODUCCIÓN

Las hormigas pertenecen a la familia Formicidae. Son probablemente el grupo de insectos más dominantes sobre la tierra, representando entre el 10% al 15% del total de la biomasa animal en algunos ecosistemas terrestres (Rico-Gray, 2007).

La importancia de este grupo en los ecosistemas naturales y agroecosistemas, es que actúan como depredadoras, herbívoras o detritívoras, y participan en los procesos fisicoquímicos del suelo, como el reciclaje de nutrientes por la incorporación de materia orgánica en descomposición con sustancias minerales provenientes de las excavaciones que son transportadas para la superficie (Fernández, 2003). La mirmecocoria es un mecanismo de interacción entre hormigas y semillas, en la cual las semillas de las plantas son dispersadas por este grupo de artrópodos (Fenner, 1992). En este proceso, ambos organismos se benefician, ya que las plantas colonizan nuevos lugares, se establecen en micrositios con condiciones adecuadas para su germinación y desarrollo, y logran escapar de sus depredadores y de la competencia con sus progenitores (Rico-Gray, 1993). Por su parte las hormigas obtienen de las semillas una recompensa energética, debido al alto contenido alimenticio de las estructuras como la pulpa de la fruta, el arilo o el elaiosoma que obtienen de las semillas (Handel y Beattie, 1990; Hughes, 1992).

Las hormigas juegan un rol ecológico muy importante, ya que son uno de los grupos de animales más abundantes en los ecosistemas terrestres (García *et al*, 2004). La región Neotropical tiene el segundo lugar en cuanto el mayor número de géneros de formícidos

(107), representando el 39% del total mundial, además se caracteriza por contar con el mayor número de géneros endémicos (53), representando el 19% de todos los géneros descritos y casi la mitad de los géneros restringidos a una región (Fernández, 2003).

En Guatemala se conoce muy poco sobre la riqueza de hormigas y prácticamente nada sobre su función como dispersoras de semillas. Con el presente estudio se pretende contribuir con información para identificar las especies de hormigas que actúan como potenciales dispersoras de semillas y establecer las plantas que son dispersadas por hormigas en la Reserva Natural Privada Buenos Aires, Retalhuleu, y la relación con factores abióticos como la precipitación y la temperatura.

Los objetivos del estudio son: identificar las hormigas que dispersan la mayor cantidad de semillas, las semillas que son más dispersadas por hormigas y, determinar si la temperatura y la precipitación son factores climáticos que afectan el número de interacciones hormiga-semilla. La hipótesis es que el número de interacciones hormiga-planta está correlacionado positivamente con la temperatura y la precipitación.

III. ANTECEDENTES

a) *MIRMECOCORIA*

La mirmecocoria es el mecanismo de dispersión de semillas por medio de hormigas. Usualmente la mirmecocoria, requiere que las semillas presenten cuerpos oleaginosos llamados elaiosomas, los cuales generalmente son consumidos por las hormigas debido a su alto contenido en lípidos, vitaminas, almidón y azúcar (Fernández, 2003). Los elaiosomas están constituidos por células muy modificadas que contienen grandes vacuolas o regiones rodeadas por membranas, llena de una rica mezcla de nutrientes (Handel y Beattie, 1990). Estos cuerpos oleaginosos pueden contener otras señales bioquímicas que desencadenan el comportamiento en las hormigas, lo cual las atrae y las obliga a transportarlas a sus nidos (Handel y Beattie, 1990). Las plantas poseen otros mecanismos y estructuras para la mirmecocoria, como por ejemplo tallos y pedicelos delgados que fácilmente se doblan y espigamiento hacia el suelo, haciendo que las flores se encuentren cerca del suelo (Handel y Beattie, 1990).

La mirmecocoria puede ser primaria o secundaria. (Vander Wall *et al.*, 2005. La primaria se refiere a las semillas removidas por las hormigas directamente de las plantas. La mirmecocoria secundaria es aquella en la cual las hormigas remueven las semillas de las heces de otro animal.

También se le conoce como mirmecocoria secundaria, cuando las plantas liberan sus semillas por medio de un mecanismo propio llamado autocoria y éstas semillas son recogidas por las hormigas (Passos y Ferreira, 1996).

Según Hughes y Westoby (1990), la selección natural ha hecho que las plantas mirmecócoras se adapten morfológicamente a especies de hormigas de “alta calidad”. Estas hormigas deben cumplir con dos requisitos:

1. Todas o algunas de las semillas colectadas deberían escapar de ser comidas por las hormigas.
2. Las semillas deberán ser colocadas en sitios adecuados: profundidad apropiada, suficientes nutrientes y evitar la competencia potencial (removerla del impacto competitivo de otras plántulas de la misma o diferente especie).

Las principales especies de hormigas que recolectan semillas pertenecen a las subfamilias Formicinae, Myrmicinae, Ponerinae y Dolichoderinae (Rico-Gray y Oliveira, 2007).

Las ventajas de este tipo de relación mutualista son (Fernández, 2003):

1. **Evitar la depredación:** las semillas transportadas hasta el nido escapan a la depredación, permaneciendo protegidas contra el ataque de otros insectos, mamíferos y aves consumidoras de semillas.
2. **Evitar la competencia:** algunas especies de plantas logran crecer únicamente en inmediaciones de los hormigueros de una especie dada debido al control que ejercen las hormigas sobre las plantas dominantes.
3. **Evitar el fuego:** Las semillas depositadas de cuatro a siete centímetros bajo la superficie eluden el fuego y así, logran condiciones apropiadas para su germinación.
4. **Dispersión – Propagación:** las plantas se valen de la hormiga para el transporte de

sus semillas para colonizar nuevas áreas y/o abandonar la planta madre cuya sombra, en muchos casos, puede impedir su germinación o su normal desarrollo.

5. **Nutrición:** Elementos indispensables para el crecimiento de las plantas como nitrógeno, potasio y fósforo pueden ser encontrados en mayor concentración en la entrada de los hormigueros, ya que se tiende a acumular materia orgánica.

b) ESTUDIOS REALIZADOS

En bosques tropicales se han realizado pocos estudios sobre la mirmecocoria, con la mayoría de ellos realizados en Australia. En 1990, Hughes y Westoby realizaron un estudio sobre los porcentajes de remoción de las semillas adaptadas a la dispersión por hormigas. Ellos encontraron que existen varios factores que afectan la remoción de semillas por hormigas, como por ejemplo el tiempo que lleva la semilla en el suelo, la época del año, la edad de la semilla, la densidad de semillas, la especie de hormiga dispersora y la especie de planta.

Hughes y Westoby (1992a) estudiaron el destino de las semillas adaptadas a la dispersión por hormigas, elaborando así, un modelo sobre los diferentes destinos de una semilla al caer al suelo. En otro estudio Hughes y Westoby (1992b) determinaron el efecto de las características de las diásporas en la remoción de las semillas adaptadas a la dispersión por hormigas. Observaron que especies como *Pheidole*, tienen comportamiento de aprovisionamiento en grupo, por lo que sus semillas son removidas más rápido, con la desventaja de que poseen unas mandíbulas fuertes que pueden causar mayor depredación.

Al contrario, las especies de *Azteca longiceps* se aprovisionan solas, son omnívoras y sus mandíbulas están adaptadas para comer insectos.

Por su parte Oliveira *et al.* (1995) realizaron un estudio sobre cómo las hormigas cultivadoras de hongos (Tribu Attini), abren las vainas de la leguminosa *Hymenaea courbaril* y limpian las semillas, aumentando su porcentaje de germinación.

En 1996, Passos y Ferreira estudiaron el comportamiento de las hormigas hacia las semillas de *Croton priscus* (Euphorbiaceae) en un Bosque Tropical Semideciduo de Brasil.

Alain y Errard (1998) realizaron un estudio sobre cómo las hormigas de la subfamilia Ponerinae ayudan en la elaboración de los jardines de hormigas. Ellos concluyeron que este tipo de interacción se da entre hormigas y epífitas; donde las hormigas transportan las semillas y las integran dentro de las paredes de sus nidos, que generalmente germinan después de largo tiempo.

Pizo y Oliveira (2000) analizaron la composición química de las semillas y su efecto sobre la preferencia de las hormigas hacia ellas, ya que las hormigas son especialmente atraídas hacia las semillas con alto contenido lipídico. También estudiaron el efecto de la lluvia sobre el porcentaje de semillas removidas, descubriendo que los meses lluviosos son los que presentan mayor remoción de semillas por hormigas, asociado a que las hormigas son sensibles a las condiciones de humedad y usualmente durante períodos largos de sequía su abundancia es limitada.

Posteriormente Passos y Oliveira (2002) realizaron un estudio sobre el rol de las hormigas como dispersores secundarios. En este caso, observaron cómo afectan las hormigas la distribución y el banco de semillas de *Clusia criuva* (Clusiaceae), después de que las aves comen los frutos y defecan las semillas. Un estudio similar fue realizado por Martínez-Mota *et al.* (2004), el cual consistió en el rol de las hormigas del dosel en la remoción secundaria de las semillas de *Ficus perforata* (Moraceae) en las heces del mono aullador (*Alouatta palliata mexicana*), en el estado de Veracruz, México.

Martínez-Mota *et al.* (2004) demostraron que en la época lluviosa existe el mayor porcentaje de remoción de semillas y que las hormigas dispersan en igual porcentaje las semillas defecadas, como las no defecadas (mirmecocoria secundaria según Passos y Oliveira, 2002). Ellos concluyeron que al pasar el tiempo, las hormigas remueven las semillas caídas, no defecadas, ya que las heces se ponen duras, por lo que las semillas quedan atrapadas e inaccesibles para las hormigas.

Muchos autores se han enfocado en la mirmecocoría en un solo tipo de hábitat, pero Garrido *et al.* (2002), realizaron un estudio sobre la variación geográfica en las estructuras de las diásporas de *Helleborus foetidus* (Ranunculaceae), las cuales son dispersadas por hormigas. Ellos determinaron el efecto de la composición de las comunidades de hormigas sobre las estructuras de las diásporas y la “preferencia” de las hormigas por semillas con y sin elaiosoma. Descubrieron que las hormigas más grandes tienen mayor probabilidad de remover semillas más grandes. Las semillas a las que les fueron removidas los elaiosomas, fueron removidas por un porcentaje muy bajo de hormigas, lo cual sugiere, que esta estructura es de importancia para las hormigas. Los

resultados finales demostraron que no existe ninguna relación dependiente a la distancia que provoque patrones especiales en las características de las diásporas. Ness *et al.* (2004) demostraron que existe una relación directa entre el tamaño de la hormiga y la distancia de dispersión de las semillas.

Recientemente Edwards *et al.* (2006), realizaron un estudio evolutivo sobre las características de las diásporas (tamaño de la diaspóra y del elaiosoma) como ventajas para la dispersión de las plantas al reducir la mortalidad, al escapar de la competencia con otras plantas y al incrementar el chance de germinar en condiciones adecuadas. En el estudio, se demostró que el tamaño del elaiosoma es directamente proporcional al tamaño de la semilla. Todo proceso evolutivo, presenta un “trade-off”, es decir que adquieren un beneficio al ser dispersadas por hormigas, pero también trae consigo costos energéticos para producir estos cambios.

Orrock *et al.* (2006) demostraron que es la depredación de semillas y no la dispersión la que explica realmente la abundancia de especies de plantas de sucesión primaria en parches de bosque. De acuerdo a Orrock *et al.* (2006) la dispersión de las semillas puede anular la limitación causada por la depredación cuando las densidades de semillas son lo suficientemente grandes para saciar a los depredadores locales. Otra característica que evita la depredación, es la producción de sustancias tóxicas en ciertos tejidos de las semillas. Los autores sugieren que para el éxito de la conservación y estrategias de restauración de bosques, los procedimientos que reduzcan la limitación de dispersión de semillas pueden ser adición de semillas o el establecimiento de corredores

para incrementar la deposición de semillas dispersadas por aves. La presencia de especies invasoras pueden alterar a las comunidades depredadoras nativas, cambiando así la limitación por predación de las plantas.

c) SITIO DE ESTUDIO

3.1. Localización: El sitio se encuentra localizado en el departamento de Retalhuleu, en el municipio de El Asintal. El acceso es por la autopista Palín-Escuintla rumbo a la costa sur y al llegar a Escuintla se toma el desvío hacia Mazatenango y se continúa por la carretera interamericana CA-2 rumbo a la frontera con México. Al llegar al kilómetro 190.5 se vira hacia el pueblo El Asintal (a 4 km.) y se debe atravesar. Seis kilómetros más adelante, se sigue rumbo al norte, después de la entrada al sitio Arqueológico Takalik Abaj. Se le puede ubicar en el mapa cartográfico 1:50,000, con coordenadas UTM zona 15.

3.2 Extensión: 73.64 hectáreas (Guzmán *et al.* 2003)

3.3 Limites:

- Al norte: Finca San Elías
- Al sur: Finca San Isidro Piedra Parada
- Al este: Río Ixchiyá
- Al oeste: Río Xab

3.4. Datos climáticos:

3.4.1. Precipitación: La precipitación promedio anual es de 2,800 mm y se presenta un promedio de 160 días de lluvia al año (Guzmán *et al.* 2003).

3.4.2. Temperatura y humedad: La temperatura máxima es de 33.5 °C y la

mínima es de 15.7 °C, teniendo un promedio de 26.5 °C. El porcentaje de humedad relativa es de 76% y se presenta una evaporación media de 1,200 mm (Guzmán *et al.* 2003).

3.5. Datos físicos:

Suelo: Se encuentra dentro de la serie Suchitepéquez (Sx) de Simmons *et al.* (1959), posee un material madre de ceniza volcánica pomácea de color claro. El suelo superficial es de color café muy oscuro con una textura franco limosa y una consistencia friable. El espesor aproximado es de 40-60 cm. El subsuelo es de color café amarillento, con una textura franco arcillo cremosa y con una consistencia friable. El espesor aproximado es de 100-200 cm.

Dentro de la clasificación I-B, estos suelos son del declive del Pacífico, profundos y sobre materiales volcánicos en terreno suavemente inclinado (Simmons *et al.* 1959)

Altura: 700 msnm (Guzmán *et al.* 2003)

Topografía: Posee un relieve suavemente inclinado a inclinado (Guzmán *et al.* 2003)

- 10% del área con pendiente > 40°.
- 30% del área con pendiente de 15° a 39°.
- 60% del área con pendiente de 0° a 14°.

Geomorfología: El área está conformada por rocas volcánicas cuaternarias como coladas de lava, material lahárico, tobas y edificios volcánicos (Guzmán *et al.* 2003)

Cuerpos de Agua: En el extremo este de la finca se encuentra el rio Eschiyá

y en el extremo oeste, el río Xab. Dentro de la propiedad emergen diez nacimientos de agua (Guzmán *et al.* 2003)

Hábitat:

- **Region Biogeográfica:** Neotropical (Guzmán *et al.* 2003)
- **Bioma:** Selva Subtropical Húmeda (Villar, 2003)

Zonas de vida: Según el mapa de zonas de vida de Holdrige, el área se encuentra dentro del Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido) (bmh-S (c)) (CONAP, 2008). La vegetación natural predominante de esta zona de vida son las plantas arbóreas latifoliadas, así como, los cafetales (diversos tipos de *Coffea* sp.) y especies de sombra como *Grevillea robusta* o *Inga* sp. Los paisajes predominantes son las laderas montañosas de alta pendiente, ríos en cauces profundos y mesetas pequeñas (Guzmán *et al.* 2003)

Flora: Dentro de las especies más comunes en el área se encuentran árboles frutales como *Citrus* spp., *Persea americana* (aguacate), *Macadamia integrifolia* (nuez de macadamia), *Theobroma cacao* (cacao), *Cocos nucifera* (coco), *Mangifera indica* (mango), *Calocarpum mamosum* (zapote), *Musa* sp. (banano); especies maderables como *Psidium biloculare* (guayabo), *Callophyllum brasiliensis* (Santa María), *Tabebuia donnelli-smithii* (palo blanco), *Ocotea guatemalensis* (canaoj blanco), *Enterolobium cyclocarpum* (conacaste), *Cedrela odorata* (cedro), *Spondias mombin* (jocote silvestre), *Caoba macrophylla* (caoba), *Platimiscium dimorphandrum* (hormigo), *Ceiba pentandra* (ceiba) y; arbustos como *Erhretia tinifolia* (naranjillo), *Eugenia servina* (cachos de venado), *Pogonopus speciosus* (pascua de montaña),

Calliandra sp. (Tamarindo cimarrón), *Cyathea* sp. (Chipe o xipe; palmáceas como *Chamaedorea* sp. (Pacaya), *Acrocomia mexicana* (coyol) y *Orbignya cohune* (corozo o manaque). Entre otras plantas se encuentran *Lonchocarpus salvadorensis* (chaperno), *Quercus skinneri* (chicharro), *Aspidosperma megalocarpum* (chichique blanco), *Cecropia peltata* (guarumo), *Triplaris americana* (mulato), *Licania campechiana* (palo de chacha), *Virola guatemalensis* (palo de cebo o cacao volador), *Bursera simaruba* (palo de jiote o indio desnudo), *Tiglia gandiflora* (pataxte cimarrón), *Lysiloma auritum* (saro), *Liconia arborea* (suncilla de montaña), *Sikingia salvadorensis* (tapelcuite), *Brosimum allicastrum* (ujuxte blanco), *Clethra pachecoana* (zapotillo de montaña), *Catasetum* sp., *Catleya* sp. (Esquipulas), *Vochisia guatemalensis* (marillo) y *Terminalia amazonica* (palo volador) (Guzmán *et al.* 2003).

Fauna: Se puede encontrar animales como *Odocoileus virginianus* (venado), *Mus musculus* (ratón doméstico), *Didelphys* sp. (Tacuazín), *Micrurus* sp. (Serpiente coral), *Bothriechis bicolor* (Serpiente gushnayera), *Dasyurus novemcinctus* (armadillo), *Procyon lotor* (mapache), *Philander oposum* (comadreja), *Sciurus griseoflavus* (ardilla), varias especies de murciélagos, *Heterogeomys hispidus yucatanensis* (tusa), *Sylvilagus gabbi* (conejo de monte) y *Urocyon cinereoargenteus* (zorro). Además cuenta con 9 géneros y 22 especies de aves (Guzmán *et al.* 2003)

Uso actual de la tierra: En la finca donde se ejecutó el proyecto se produce café de sombra, hule, árboles frutales y plantas ornamentales bajo el sistema

de agricultura sostenible. Se limita el uso de agroquímicos mediante el control biológico de plagas, la lombricultura y la utilización de productos biológicos (Guzmán *et al.* 2003).

IV. JUSTIFICACIÓN

Las plantas utilizan mecanismos propios, físicos o biológicos para la propagación de sus semillas. La mirmecocoria puede ser una estrategia importantes de dispersión para algunas plantas en los bosques neotropicales (Passos y Oliveira, 2002). Dicho mecanismo es importante en la regeneración de bosques perturbados por causas naturales o artificiales (Hughes y Westoby, 1992). La dispersión de los propágulos en las plantas, tiene como fin colonizar nuevos lugares, evitar la depredación o evitar la competencia entre ellas mismas y, colonizar hábitats especialmente adecuados para el desarrollo de plantas con un nicho ecológico muy estrecho (Murray, 1986; Fenner, 1992; Rico-Gray, 1993; Pizo y Oliveira, 2000).

Las hormigas cumplen un papel ecológico muy importante, ya que son uno de los grupos más abundantes dentro de los ecosistemas terrestres, especialmente en el trópico, por lo que son indispensables para la regeneración de las comunidades vegetales (Hughes y Westoby, 1992). Este grupo dispersa las semillas de muchas plantas, colocándolas en lugares con condiciones aptas para una exitosa germinación (Rico-Gray, 1993; Pizo y Oliveira, 2000; Fernández, 2003; García, 2004).

La mirmecocoría es un mecanismo que ayuda a las especies vegetales a soportar temperaturas ambientales altas, ya que los nidos de las hormigas se encuentran a centímetros (en algunos casos, metros) debajo de la superficie del suelo, donde las temperaturas son bajas, permitiendo que las semillas puedan sobrevivir a las condiciones extremas de su medio (Hughes y Westoby, 1992).

En Guatemala no se han realizado estudios sobre mirmecocoria, por lo que es importante conocer el papel ecológico que desempeñan las hormigas en los bosques de Guatemala. La Reserva Natural Privada (RNP) Buenos Aires forma parte del corredor biológico de reservas naturales privadas en el área de Palajunoj Quetzaltenango-Retalhuleu (ARNPG, 2010). La RNP Buenos Aires cuenta con área productiva y de conservación, siendo el café con sombra de bosque la actividad productiva más importante. Los cafetales con sombra de bosque contienen mayor riqueza faunística de hormigas (Rivera y Armbrrecht, 2005).

Por la importancia de los cultivos bajo sombra y siendo este el primer estudio sobre mirmecocoria en Guatemala, el presente proyecto de investigación aportará al conocimiento sobre la interacción hormiga-planta. Dicha relación es importante en los procesos de dispersión de semillas de las plantas nativas utilizadas como sombra en los cultivos de café.

V. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Contribuir al conocimiento de las interacciones hormiga-planta en Guatemala.

4.2. Objetivos Específicos

- 4.2.1. Identificar las hormigas que potencialmente dispersan semillas dentro de la RNP Buenos Aires, El Asintal, Retalhuleu.
- 4.2.2. Establecer las plantas cuyas semillas son potencialmente dispersadas por hormigas en la RNP Buenos Aires, El Asintal, Retalhuleu.
- 4.2.3. Determinar si la temperatura y la precipitación son factores climáticos que afectan el número de interacciones hormiga-planta.

VI. HIPÓTESIS

El número de interacciones positivas hormiga-planta está correlacionado positivamente con la temperatura y la precipitación.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

a) **UNIVERSO** Población: Hormigas del suelo en la Reserva Natural Privada Buenos Aires, El Asintal, Rethaluleu.

Muestra: Hormigas del suelo que dispersan las semillas de las plantas dentro de la Reserva Natural Privada, Buenos Aires, El Asintal, Retalhuleu.

b) MATERIALES

Equipo

- Estereomicroscopio
- Cámara digital

Instrumentos

- Frascos de plástico de 100 ml
- Frascos térmicos
- Etiquetas de papel de 2x2 cm
- Pinzas
- Agujas de disección
- Vidrios de reloj
- Lápiz
- Libreta de campo

Reactivos

- Etanol al 90%

c) **MÉTODOLOGÍA**

La metodología que se utilizó fue la de Pizo y Oliveira (2000). Durante un año se realizaron muestreos mensuales, cada uno con una duración de dos días. Cada día se muestreó en la mañana (07:00-12:00) y durante la tarde (14:00-18:00). Los muestreos consistieron en caminatas *ad libitum* a lo largo de senderos dentro del bosque y cultivos con sombra de la Reserva Natural Privada Buenos Aires, El Asintal, Retalhuleu. En los senderos, se buscaron hormigas que estuvieran interactuando con las semillas del suelo.

Las hormigas se colectaron y colocaron en frascos de plástico con etanol al 90%. Los frascos fueron etiquetados con la fecha de muestreo, tipo de hábitat, número de colecta y nombre del colector. Las semillas se colocaron en sobres de papel y fueron identificadas con la fecha de colecta, tipo de hábitat, número de colecta, nombre del colector y nombre común de la planta (con el apoyo del personal de la finca).

Las hormigas fueron identificadas y fotografiadas en el laboratorio de la Asociación Nacional del Café –ANALAB-. Para la identificación de las hormigas se utilizó la clave de Mackay y Mackay (1996) y la clave de Fernandez (2003). El nombre de las especies de hormigas se corrobó con la ayuda de la Licenciada Laura Sáñez, del Museo de Historia Natural del Centro de Estudios Conservacionistas –CECON-. Con el nombre común de las especies de semillas colectadas, se procedió a identificarlas utilizando la flora de Guatemala. Las semillas que no lograron identificarse se nombraron como morfoespecie.

Los datos de precipitación (pulgadas de lluvia por día) se obtuvieron del registro de

lluvias de la Reserva Natural Privada Buenos Aires, medidos con un pluviómetro de lectura directa. Los datos de temperatura se obtuvieron de los registros del INSIVUMEH de la estación meteorológica de Retalhuleu.

d) ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con los datos obtenidos se realizó una prueba de normalidad, utilizando la prueba de Ryan-Joiner para determinar si la población de la cual se extrajo la muestra es normal. La finalidad de esta prueba es determinar si se rechaza el supuesto de que los datos requieran de un paso importante en su análisis.

Con los resultados se obtuvo el coeficiente de correlación lineal de Pearson (r) para determinar el grado de asociación entre el número de interacciones y los dos factores climáticos evaluados (temperatura y precipitación). Posteriormente se obtuvo el coeficiente de determinación (r^2) para evaluar qué tan bien se ajustan los datos a la regresión lineal teórica.

Para determinar cuál especie de hormiga es potencialmente dispersora, se sumó la frecuencia con que cada hormiga se registró interactuando con semillas. Se determinó cuál de las semillas es potencialmente dispersada, sumando la frecuencia en que cada semilla se registró siendo “dispersada” por hormigas.

VIII. RESULTADOS

Durante los 11* meses de muestreo, se registraron un total de 71 interacciones entre hormigas-semillas (**Cuadro No.1**), identificándose 18 especies de hormigas y 40 especies de plantas.

Se identificaron tres subfamilias entre las 18 especies de hormigas que se observaron interactuando con semillas. La subfamilia Myrmicinae fue la que registró mayor cantidad de interacciones (67 interacciones), siendo el 93% del total. De esta subfamilia, las tribus Attini y Solenopsini reportaron la mayor cantidad de semillas “dispersadas” (30 y 29 respectivamente), que corresponden al 44.78% y 43.28% de las interacciones (**Cuadro No.1**).

Cuadro No.1: Hormigas y semillas involucradas en la actividad mirmecócora en la RNP “El Asintal”, tipo de interacción, mes en que ocurrió y frecuencia con la que se registró

Especie de hormiga	Tipo de interacción	Especie de semilla dispersada	Frecuencia	Meses	
SUBFAMILIA MYRMICINAE					
Tribu Attini					
1	<i>Acromyrmex octospinosus</i>	A	<i>Hevea brasiliensis</i>	3	Febrero
				1	Marzo
		A	<i>Inga fagifolia</i>	1	Abril
		A	Morfoespecie 2	1	Febrero
		A	Morfoespecie 5	1	Marzo
	B	<i>Inga sp.^a</i>		Mayo	
2	<i>Apterostigma sp.</i>	A	<i>Capparis verrucosa</i>	1	Marzo
3	<i>Atta sp.1</i>	A	<i>Colubrina arborensis</i>	1	Septiembre
				2	Noviembre
		A	<i>Coffea arabica</i>	1	Noviembre
		A	<i>Cyperus sp.1</i>	1	Agosto
4	<i>Atta sp.2</i>	A	<i>Brassica sp.</i>	1	Febrero
				1	Agosto
		A	<i>Solanum sp.</i>	1	Diciembre
		A	<i>Brassica sp.</i>	1	Enero
5	<i>Cyphomyrmex sp.</i>	A	Lauraceae	1	Diciembre
		A	Morfoespecie 4	1	Febrero
6	<i>Myrmicocrypta triangulata</i>	A	<i>Cyperus sp.3</i>	1	Abril
7	<i>Monomorium sp.</i>	A	Fam. Amaranthaceae	1	Enero

^a cushín

		A	<i>Andropogon bicornis</i>	1	Enero
		A	<i>Priva lappulacea</i>	1	Enero
		A	<i>Cyperus flavescens</i>	1	Enero
8	<i>Sericomyrmex</i> sp.	A	<i>Colubrina arborensis</i>	3	Agosto
		A	<i>Scleria</i> sp.	1	Agosto
		A	<i>Lonchocarpus</i> sp.	1	Abril
		C	<i>Clussia</i> sp.	1	Abril
		A	Brassicaceae 1	1	Agosto
		A	Poaceae 1	1	Abril
		A	Morfoespecie 3	1	Enero
9	<i>Trachymyrmex intermedius</i>	A	<i>Brassica</i> sp.	1	Agosto
				SUBTOTAL: 35	
Tribu Pheidolini					
10	<i>Pheidole</i> sp. 1	A	<i>Brassica</i> sp.	1	Enero
		A	<i>Andropogon bicornis</i>	1	Enero
		A	Asteraceae 1	1	Enero
11	<i>Pheidole</i> sp. 1	B	<i>Arctocarpus altilis</i> ^b		Julio
		B	<i>Inga</i> sp. ^c		Junio
				SUBTOTAL: 3	
Tribu Solenopsidini					
12	<i>Megalomyrmex</i> sp.	B	<i>Inga</i> sp. ^d		Junio
13	<i>Solenopsis</i> sp.1	A	<i>Andropogon bicornis</i>	1	Diciembre
		A	<i>Sikingia salvadorensis</i>	1	Febrero
		A	<i>Capparis verrucosa</i>	2	Abril
		C		1	Marzo
		A	<i>Cyperus flavescens</i>	1	Marzo

^b Palo de pan

^c guagua

^d guagua

		A	<i>Brassica</i> sp.	1	Marzo
		A	<i>Cyperus</i> sp.1	1	Marzo
		A	<i>Cyperus</i> sp.2	1	Abril
		A	<i>Viola</i> sp.	3	Julio
		A	<i>Cenchrus</i> sp.	2	Diciembre
		A	<i>Fimbristylis</i> sp	1	Marzo
		A	Cyperaceae 1	1	Enero
		A	Leguminosaceae 1	1	Agosto
		A	Morfoespecie 5	1	Noviembre
		A	Myrtaceae 1	1	Marzo
		A	Poaceae 1	2	Junio
		A	Poaceae 2	1	Junio
		A	Morfoespecie 1	1	Julio
		B	<i>Inga fagifolia</i> ^e		Mayo
14	<i>Solenopsis</i> sp.2	A	<i>Coffea arabica</i>	2	Septiembre
		A	Rubiaceae 1	1	Septiembre
		A	Morfoespecie 4	1	Diciembre
15	<i>Solenopsis</i> sp.3	A	Capparidaceae 1	1	Noviembre
16	<i>Solenopsis</i> sp.4	A	<i>Cyperus flavescens</i>	1	Enero
		A	<i>Andropogon bicornis</i>	1	Enero
		A	Amaranthaceae 1	1	Enero
				SUBTOTAL: 31	
SUBFAMILIA DOLICHODERINAE					
17	<i>Linepithema</i> sp.	A	Morfoespecie 2	1	Julio
				SUBTOTAL: 31	

^e caspirol

SUBFAMILIA PONERINAE					
18	<i>Pachycondyla</i> sp.	A	Asteraceae 1	1	Noviembre
				SUBTOTAL: 1	
				TOTAL= 71	

A = Semillas dispersadas por las hormigas

B = Las hormigas no dispersaban las semillas, pero limpiaban la semilla de los remanentes de la pulpa de la fruta

C = Las hormigas removían las semillas de las heces de las aves

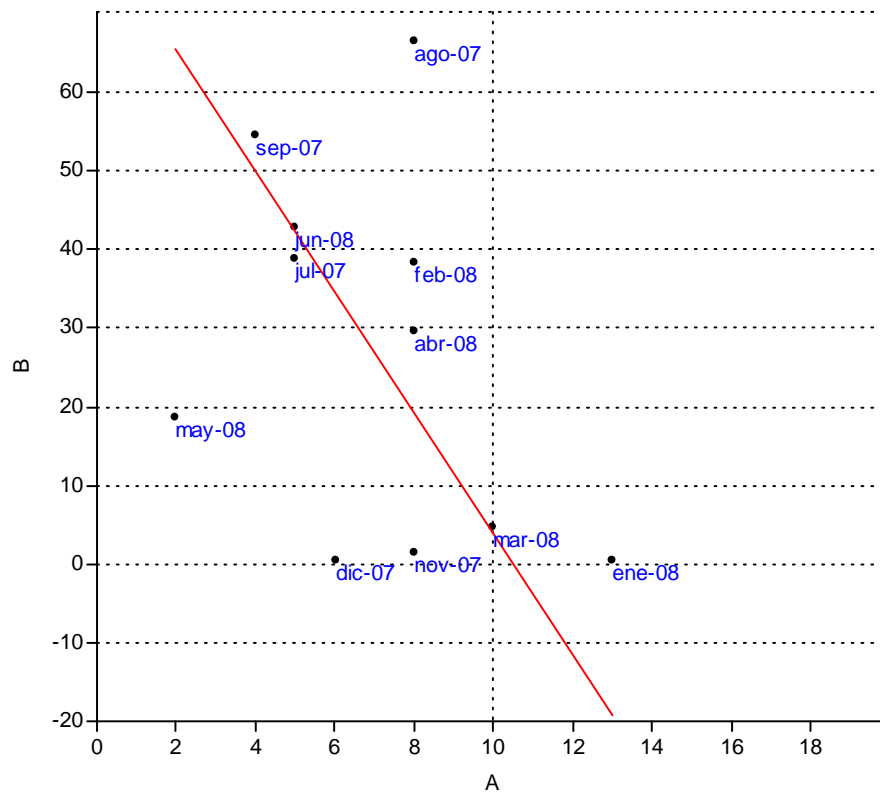
De las 71 semillas “dispersadas” por hormigas, sólo se determinaron taxonómicamente 41 semillas. En total, 12 semillas fueron identificadas hasta familia, 14 hasta género, 11 hasta especie y 4 hasta morfoespecie. Las semillas de las familias Cyperaceae y Poaceae fueron las mayormente dispersadas por hormigas.

Se detectaron tres tipos de interacción entre semilla-hormiga:

- A) Las hormigas recolectan las semillas del suelo y se las llevan directamente al nido. En este tipo de interacción, se pudo observar que las hormigas del suelo interactúan más con las semillas pequeñas (Cyperaceae y Poaceae).
- B) La hormiga quita la pulpa de la semilla; esta se observó en las especies del género *Inga* y en *Arctocarpus atilis*.
- C) El tercer tipo de interacción, se presentó cuando las hormigas extraen las semillas de las heces de las aves, las limpian y luego las llevan al nido; presenciándose en las semillas de *Capparis verrucosa* y *Clusia* sp.

La mayor cantidad de interacción hormiga-semillas se presentó en los meses de menor precipitación (**Tabla No.2**). La tendencia de la relación entre la precipitación y el número de interacciones hormiga-semilla es inversa, dando como resultado un coeficiente de correlación negativo ($r = -0.37762$). A pesar de esto, el coeficiente de determinación es muy pequeño ($r^2 = 0.1426$), para afirmar que el número de interacciones hormiga – palo esta correlacionado con la participación (**Gráfica No.1**).

Gráfica No.1: Gráfica de regresión lineal entre precipitación vs. Interacciones hormiga-semilla



La mayor cantidad de interacción hormiga-semillas se presentó en los meses con mayor temperatura (**Tabla No.2**). La tendencia de la relación entre la temperatura y el número de interacciones hormiga-semilla es positiva, dando como resultado un coeficiente de correlación positivo ($r = 0.057259$). A pesar de esto, el coeficiente de determinación es muy pequeño ($r^2 = 0.003279$), para afirmar que el número de interacciones hormiga – planta está relacionado con la temperatura (**Gráfica No2**).

Gráfica No.1: Gráfica de regresión lineal entre temperatura vrs. interacciones
hormiga-semilla

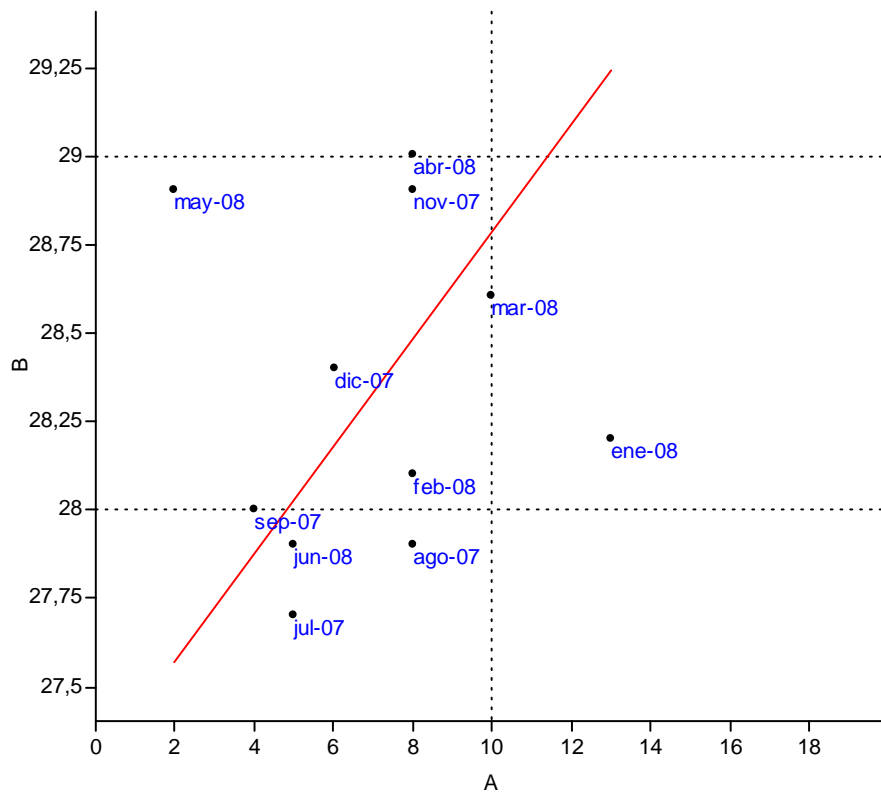


Tabla No.2: Número de interacciones hormiga-semilla, registro de precipitación y temperatura promedio por cada mes muestreado

Mes	Número de interacciones registradas	Precipitación promedio (mm)	Temperatura promedio (°C)
Julio 2007	4	38.72	27.7
Agosto 2007	8	66.37	27.9
Septiembre 2007	4	54.28	28
Noviembre 2007	8	1.43	28.9
Diciembre 2007	6	0.41	28.4
Enero 2008	13	0.41	28.2
Febrero 2008	8	38.1	28.1
Marzo 2008	10	4.71	28.6
Abril 2008	8	29.5	29
Mayo 2008	0	18.64	28.9
Junio 2008	3	42.61	27.9

IX. DISCUSIÓN

En los resultados, se observa que las hormigas de la subfamilia Myrmicinae son las que “dispersaron” la mayor cantidad de semillas, en especial las hormigas de la tribu Attini y Solenopsini, esto concuerda con el estudio de Pizo y Oliveira (2000), donde las hormigas de la subfamilia Myrmicinae dispersaron la mayor cantidad de semillas, en un bosque de tierras bajas en Sao Paulo, Brasil. Según Fernández (2003), este tipo de comportamiento se debe a que estos dos grupos son principalmente fitófagos en las regiones neotropicales. Las hormigas colectan todo tipo de material vegetal (hojas, tallos, semillas, flores) para cultivar un hongo simbiótico que habitan dentro de los nidos, el cual sirve para alimento de las hormigas y de las larvas. Según Perfecto *et al.* (1996), las ventajas de cultivar este tipo de hongo son: 1) Eliminar o reducir la toxicidad del material vegetal colectado por las hormigas, 2) Contribuir al movimiento del suelo, así como a su fertilidad. Rico-Gray y Oliveira (2007) atribuyen otras ventajas a este tipo de interacción: 1) el hongo obtiene sustrato para su crecimiento 2) los hongos secretan antibióticos que controla el crecimiento de moho dañino para la colonia de hormigas, 3) los hongos secretan enzimas que quiebran el tejido vegetal y desintoxica ciertos componentes secundarios de las plantas con propiedades insecticidas, 4) las hormigas dispersan y reciclan algunas de las enzimas de los hongos, 5) el hongo sirve como la única comida para las larvas de hormigas y probablemente como una importante porción de la dieta de los adultos.

La mayor cantidad de interacciones entre hormiga-semilla fue en los cafetales con sombra de bosque. Según Rivera y Armbrrecht (2005), los cafetales con sombra diversa

conservan la biodiversidad, ya que el manejo orgánico de estos cultivos puede convertirse en un vehículo que favorece la dinámica de las poblaciones (colonización o recolonización) de hormigas que existen en la zona cafetalera. Según Perfecto *et al.* (1996), el cultivo de café bajo sombra diversa, es un ejemplo donde el valor de la biodiversidad puede ser alta, ya que este tipo de cultivo contiene varias capas estructurales, donde el café se intercala con leguminosas fijadoras de nitrógeno, así como con árboles frutales y maderables. Estas condiciones, mantienen sanas las funciones ecológicas, ya que se necesitan pocos agroquímicos y mantienen una alta biodiversidad, comparable con el bosque natural circundante (Perfecto *et al.* 1996).

Se pudo observar, que las especies de plantas de las familias Cyperaceae y Poaceae, fueron las que presentaron mayor número de interacciones con las hormigas. A pesar de no poseer un elaiosoma, este tipo de plantas producen tallos muy delgados y son de corta estatura, que según Handel y Beattie (1990) es otro tipo de mecanismo que las plantas utilizan para que sus semillas sean dispersadas por hormigas, A pesar de que estas semillas fueron principalmente “dispersadas” por hormigas, no asegura que estas sobrevivan al ser utilizadas como alimento para las hormigas, ya que según Rico-Gray y Oliveira (2007), las semillas de las gramíneas son preferidas por hormigas granívoras, debido a que contienen baja toxicidad y son fáciles de llevar.

Se observó que las hormigas del género *Solenopsis* sp.1 y *Sericomyrmex* sp, limpiaban las semillas de las plantas del género *Capparis verrucosa* y *Clusia* sp. respectivamente, las cuales se encontraron en heces de aves. Passos y Oliveira (2002)

estudiaron el efecto de las hormigas sobre la distribución de plántulas de *Clusia criuva*, una especie dispersada principalmente por aves en un bosque tropical húmedo de Brasil. En dicho estudio, compararon el número de semillas de *C. criuva* recolectadas del suelo y las recolectadas de las heces de aves, encontrando mayor número de semillas recolectadas de las heces. Este tipo de comportamiento, es importante debido a que estudios recientes (Martínez-Mota *et al*, 2004; Passos y Oliveria, 2002; Vander Wall *et al*, 2005), han demostrado que las hormigas remueven las semillas que han sido dispersadas por mamíferos o aves, con el fin de facilitar la germinación de las semillas y que las semillas puedan colonizar nuevos hábitat donde las condiciones sean aptas para su germinación.

El número de interacciones hormiga-semilla, fue mayor en los meses con menor precipitación. Esto se debe, a que en época seca fue cuando se encontró mayor cantidad de semillas en el suelo, mientras que en época lluviosa se encontraron las hormigas transportando los huevos de un nido a otro. Existen dos explicaciones para este tipo de comportamiento: 1) en la época lluviosa, los hemípteros usualmente están en la etapa de producción de huevos, 2) en la época lluviosa, las plantas producen nuevos tejidos vegetativos, habiendo mayor recurso alimenticio disponible, por lo que las hormigas son capaces de diversificar su actividad forrajera (Rico-Gray y Oliveira, 2007). Según Varón *et al*. (2008), durante la época lluviosa, la sombra es mayor en los cafetales con sombra de bosque, por lo que afecta de forma negativa el proceso de colonización por parte de las nuevas reinas. Otro estudio que respalda los resultados obtenidos se presentan por Rico-Gray y Oliveira (2007), en base a un estudio realizado en Panamá, en el cual determinaron que el mayor material colectado por hormigas en época lluviosa consiste en hojas verdes,

mientras que en época seca más del 50% del material colectado consiste en frutos, semillas y flores.

En la época lluviosa, se presentó otro tipo de interacción hormiga-semilla. Las hormigas de los géneros *Acromyrmex*, *Megalomyrmex*, *Solenopsis* y *Tetramorium*, se observaron removiendo la pulpa, especialmente de *Inga* y *Arctocarpus atilis*. Este tipo de comportamiento, se da principalmente porque las hormigas que cultivan hongos, utilizan la pulpa como sustrato par el crecimiento del mismo (Oliveira *et al*, 1995). Según Rico-Gray y Oliveira (2007), este comportamiento beneficia a las plantas, reduciendo la infección de las semillas por hongos cuando caen a la hojarasca húmeda, Además, la remoción de la pulpa durante la época lluviosa, permite que las semillas permanezcan disponibles por largos períodos para los dispersores secundarios (Oliveira *et al*, 1995).

En el caso de la temperatura, los meses mantuvieron una temperatura media entre 27.9-29°C. A pesar de eso, el valor de r es muy bajo ($r= 0.057259$) para que la temperatura afecte el número de interacciones entre hormigas y semillas, similar a lo encontrado por Pizo y Oliveira (2000), donde el valor de r para la temperatura y el número de interacciones fue de 0.18. Según Fernández (2003), esto se debe a que las hormigas, por su tamaño tan pequeño, se calientan y secan más rápidamente. Pero a diferencia de los lugares donde había mucha sombra, la interacción hormiga-semilla también disminuía, debido a que la temperatura es una condición preeminente para las poblaciones de hormigas, ya que son un taxón termifílico (se “desconectan” en invierno y evitan las sombras frías).

X. CONCLUSIONES

1. Las hormigas son un componente importantísimo en los sistemas agrícolas como el cafetal con sombra de bosque, debido a la dispersión de las especies nativas de plantas.
2. La dispersión de semillas por hormigas es muy importante para las especies de plantas, ya que les permiten colonizar nuevos hábitat y escapar de sus depredadores.
3. La precipitación no es un factor climático que afecte directamente las interacciones hormiga-semilla.
4. La temperatura no es un factor climático que afecte directamente las interacciones hormiga-semilla.
5. Las hormigas de la Tribu Attini y del género *Solenopsis*, son las que potencialmente “dispersan” más semillas dentro de la RNP Buenos Aires.
6. Las semillas de la familia Cyperaceae y Poaceae son las que potencialmente son más “dispersadas” por hormigas.
7. Los cafetales con sombra de bosque mantienen el equilibrio de la biodiversidad y la riqueza de hormigas, ya que proveen de diversas fuentes de alimento a los organismos descomponedores que viven en el suelo.

XI. RECOMENDACIONES

1. Incluir en la metodología muestreos nocturnos, ya que algunas especies de hormigas aumentan la actividad durante la noche.
2. Aumentar el tiempo de estudio, ya que muchas especies de plantas tienen un ciclo de reproducción más largo.
3. Realizar estudios de mirmecocoria con especies de hormigas que viven en el dosel del bosque.
4. Complementar con estudios de dispersión de semillas por aves, mamíferos o reptiles en bosques similares al del estudio.
5. Realizar estudios sobre la diversidad de especies de hormigas y su rol en la dispersión de semillas en otros tipos de cultivos, que también pueden contribuir a la conservación de la mirmecofauna.

XII. REFERENCIAS

- Alain JO, Errard C. 1998. Active role of two ponerine ants in the elaboration of ant gardens. *Biotropica* 30(3): 487-491.
- Argüello H, Gladstone S. 2001. Guía Ilustrada para Identificación de especies de zompopos (*Atta* spp. y *Acromyrmex* spp.) presentes en El Salvador, Honduras y Nicaragua. PROMIPAC, Carrera Ciencia y Producción, Zamorano, Honduras. 34p.
- CONAP. 2008. Guatemala y su biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Oficina Técnica de

- Biodiversidad. Guatemala. 650p.
- Edwards W, Dunlop M, Rodgerson L. 2006. The evolution of rewards: seed dispersal, seed size and elaiosome size. *Journal of Ecology* 94:687-694.
- Fenner M. (Ed). 1992. *Seed: The ecology of regeneration in plant communities*. Wallingford, Inglaterra: CAB International. X+372p.
- Fernández F. (ed.). 2003. *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + 398 p.
- Garrido J, Rey P, Cerdá X, Herrera C. 2002. Geographical variation in diaspore traits of an ant-dispersed plant (*Helleborus foetidus*): are ant community composition and diaspore traits correlated? *Journal of Ecology* 90:446-455.
- Guatemalan Coffees Green Book. Asociación Nacional del Café. 52p.
- Guzmán F, Secaira E, Molina ME, Medinilla O, Leiva X, Chinchilla JJ. 2003. Plan de Manejo para la Reserva Natural Privada Buenos Aires. Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala –ARNPG-, The Nature Conservancy –TNC-.
- Handel S, Beattie AJ. 1990. Semillas dispersadas por hormigas. *Investigación y Ciencia* 169: 64-71.
- Hölldobler B, Wilson E. 1990. *The ants*. Estados Unidos: Cambridge Mass. Harvard University Press.
- Hughes L, Westoby M. 1990. Removal rates of seed adapted for dispersal by ants. *Ecology* 71(1): 138-148.
- Hughes L, Westoby M. 1992a. Fate of seed adapted for dispersal by ants in Australian sclerophyll vegetation. *Ecology* 73(4):1285-1299.

- Hughes L, Westoby M. 1992b. Effect of disperse characteristics on removal of seeds adapted for dispersal by ants. *Ecology* 73(4):1300-1312.
- Luna G. 2009. Composición de la comunidad de hormigas a lo largo de un gradiente de intensificación agrícola en zonas de bosque Tropical Húmedo en la región Autónoma Atlántico Sur, Nicaragua. Tesis para optar al grado de Licenciatura en Ecología y Desarrollo. Universidad Centroamericana, Nicaragua. 59p.
- Mackay W, Mackey E. 1996. Clave de los géneros de hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae). Department of Biological Sciences, Texas, USA. 32p.
- Martínez-Mota R, Serio-Silva JC, Rico-Gray V. 2004. The role of canopy ants in removing *Ficus perforata* seeds from howler monkey (*Alouatta palliata mexicana*) feces at Los Tuxtlas, México. *Biotropica* 36(3): 429-432.
- Murray DR. 1986. Seed dispersal. Australia: Academic Press. XIV+322p.
- Ness JH, Bronstein JL, Andersen AN, Holland JN. 2004. Ant body size predicts dispersal distance of ant-adapted seeds: implications of small-ant invasions. *Ecology* 85(5): 1244-1250.
- Oliveira P, Galetti M, Pedroni F, Morellato P. 1995. Seed cleaning by *Mycocepurus goeldii* ants (Attini) facilitates germination in *Hymenaea courbaril* (Caesalpinaceae). *Biotropica* 27(4): 518-522.
- Orrock JL, Levey D, Danielson BJ, Damschen EI. 2006. Seed predation, not seed dispersal, explains the landscape-level abundance of an early-successional plant. *Journal of Ecology* 94:838-845.
- Passos L, Ferreira S. 1996. Ant dispersal of *Croton priscus* (Euphorbiaceae) seeds in a

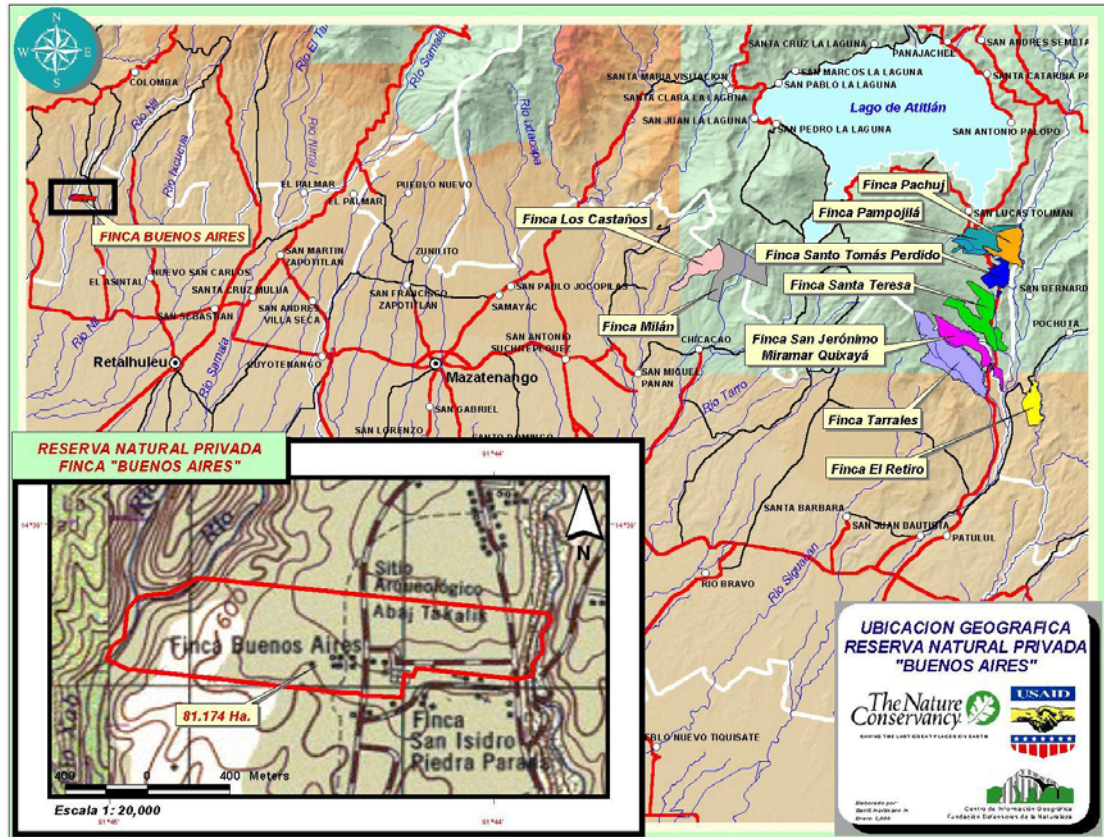
- Tropical Semideciduous forest in Southeastern Brazil. *Biotropica* 28(4b): 697-700.
- Passos L, Oliveira P. 2002. Ants affect the distribution and performance of seedlings of *Clusia criuva*, a primarily bird-dispersed rain forest tree. *Journal of Ecology* 90: 517-528.
- Perfecto I, Rice R, Greenberg R, Van der Voort M. 1996. Shade Coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *Bioscience* 46:598-608.
- Pizo M, Oliveira P. 2000. The use of fruits and seeds by ants in the Atlantic Forest of Southeast Brazil. *Biotropica* 32(4b):851-861.
- Rico-Gray V. 1993. Use of plant-derived food resources by ants in the dry tropical lowlands of Coastal Veracruz, México. *Biotropica* 25(3): 301-315.
- Rico-Gray V, Oliveira P. 2007. *The Ecology and Evolution of Ant-Plant Interactions*. The University of Chicago Press: USA. 331p
- Rivera L, Armbrrecht I. 2005. Diversidad de tres gremios de hormigas en cafetales de sombra, de sol y bosques de Risaralda. *Revista Colombiana de Entomología* 31(1): 89-96.
- Simmons C, Tarano JM, Pinto JH. 1959. *Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala*. Instituto Agropecuario Nacional. Ministerio de Agricultura. Guatemala. 1,000pp.
- Vander Wall SB, Kuhn KM, Beck MJ. 2005. Seed Removal, Seed Predation and Secondary Dispersal. *Ecology* 86(3): 801-806.
- Varón E, Hilje L, Eigenbrode S. 2008. *Un Enfoque Agroecológico para el Manejo de Zompopas en Cafetales*. University of Idazo. Turrialba, Costa Rica. 13p.

Villar A. 2008. La Flora Silvestre de Guatemala. Centro de Estudios Conservacionistas (CECON), Guatemala.105p.

Westoby M, French K, Hughes L, Rice B, Rodgerson L. 1991. Why do more plant species use ants for dispersal on infertile compared with fertile soils? *Austral Ecology* 16(4): 445-455.

XIII. ANEXOS

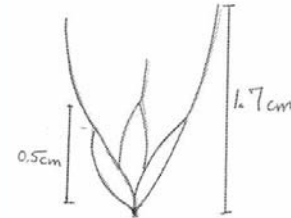
Anexo No.1: Mapa de ubicación de la RNP Buenos Aires, El Asintal, Retalhuleu



Fuente: Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala

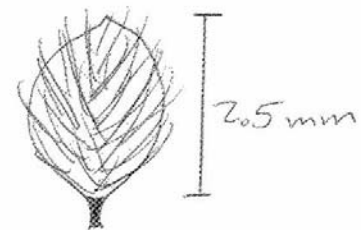
Anexo No.2 Descripción de las semillas dispersadas por hormigas, basadas en las descripciones de campo^f

Andropogon bicornis: Semillas de color gris oscuro, de superficie lisa y brillante, convexa en ambos lados, de



forma fusiforme y completamente aguda en ambos extremos, de 3.5mm de largo y 0.5mm de ancho. Poseen dos glumas de un color más claro, de cada gluma sale un filamento delgado formando una “V”. De las glumas del centro sale un filamento delgado más pequeño.

Cenchrus sp.: Semillas plumosas que se encuentran unidas entre sí y están cubiertas por glumas. Cada semilla posee



pelos, miden 1mm de alto, son de color negro y los pelos son de color beige.

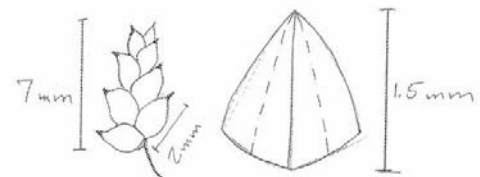
^f Fotografías tomadas por Carmen Álvarez

Lamium sp.: Semillas de color negro que contienen una estructura oleaginosa en la parte



de abajo, la cual es de color naranja. La semilla tiene forma de "U", es de superficie lisa y opaca, mide 4mm de alto y 2mm de ancho.

Cyperus sp 1.: Las semillas poseen glumas y se encuentran en racimos de 7mm de alto.



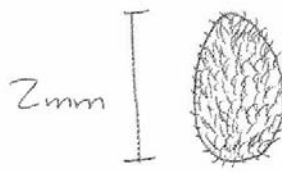
Son de color beige, de superficie lisa y opa-

ca. Las semillas tienen forma triangular, poseen tres esquinas, formando dos ángulos de 90° y la parte de atrás de la semilla es completamente plana, miden entre 1.5-2mm

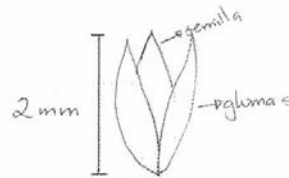


de alto.

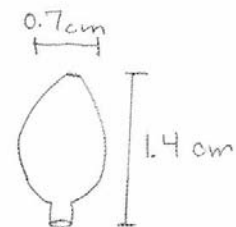
Priva lappulacea: Semillas de color café claro a anaranjado, de textura pubescente, de 2mm de largo.



Cyperus sp.2: Semillas de color gris, de superficie lisa y opaca, unidas a las glabras, planas, son más anchas en la parte de abajo y ligeramente agudas en la parte de arriba, de 2mm de largo.



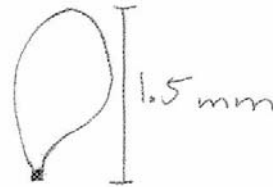
Scleria sp.: Semillas de color café negruzco, compuesta por varias divisiones a lo largo de la semilla que le dan la característica aparien-



cia de arrugado, son más anchas en la parte de abajo y ligeramente agudas en la parte de arriba, de 14mm de largo y 7mm en la parte más ancha.

Familia Amaranthaceae (No

identificada): Semillas de color café rojizo, de superficie lisa y



opaca, en forma de espátula o raqueta pero más ancho en

un lado, unidas a estructuras parecidas a sépalos con textura parecida a papel,

de 1.5mm de largo.

Familia Cyperaceae (no

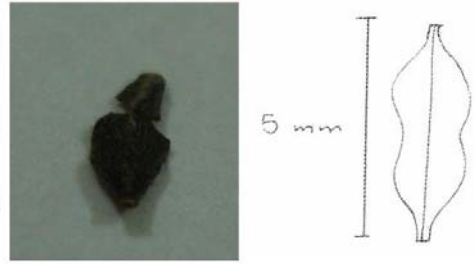
identificada): Semillas de color café, de superficie lisa y



opaca, convexa de ambos lados, con glumas, de forma elipsoide, de 1mm de largo.

Familia Asteraceae (No identificada 1):

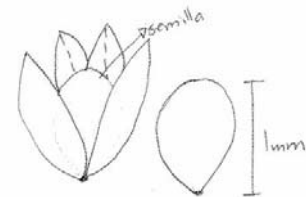
Semillas de color café oscuro, planas en forma de hoja, a lo largo posee una línea vertical que atraviesa toda la semilla, las orillas son onduladas, de 5mm de largo.

**Familia Leguminosaceae (No identificada):**

Semillas de color café oscuro, de superficie lisa y opaca, convexas a ambos lados, de forma oblonga, de 7mm de largo y 4mm de ancho.

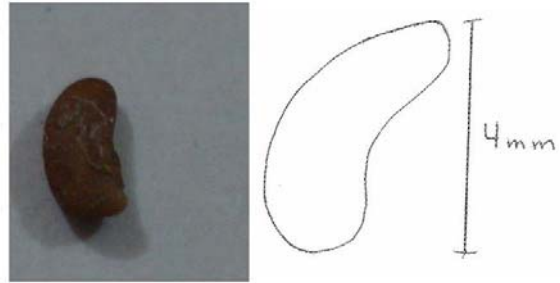


Cyperus flavescens: Semillas de color café negruzco a negro, unidas a glumas el

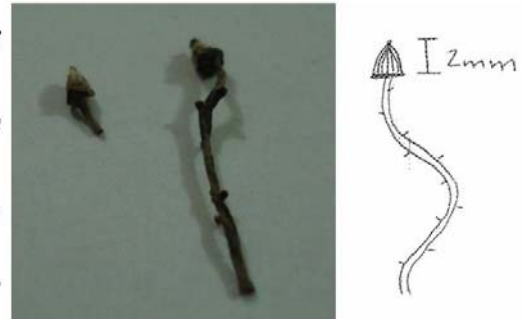


doble de tamaño que las semillas, ligeramente convexas a los lados, de forma ligeramente obovoide, de 1mm de largo.

Lonchocarpus sp.: Semillas de color café, de textura lisa y opaca, de forma reniforme, de 4mm de largo y 1.5mm de ancho.



Hevea brasiliensis: Semillas de color beige, en forma de cono que cuando caen se quedan adheridos al pedúnculo, cuentan con líneas verticales, la superficie es opaca, de 2mm de largo.

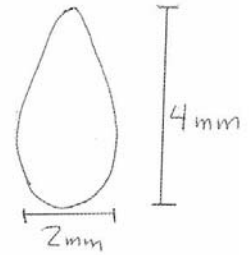


Sikingia salvadorensis: Semillas aladas de color café, de forma elipsoide, aplanadas, de superficie lisa y opaca, de 0.8mm de largo y 0.6m de

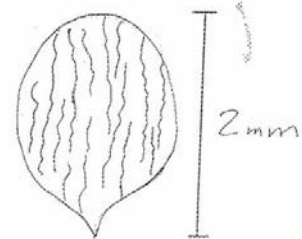


ancho sin tomar en cuenta el tamaño del ala. El ala de la semilla es de color más claro, de textura lisa y anacarada, junto con la semilla alcanza una altura de 15mm.

Capparis verrucosa: Semilla de color amarillo pálido, superficie lisa y opaca, ligeramente convexa en ambos lados, de forma ovoide o forma de gota, de 4mm de largo y 2mm en la parte más ancha.

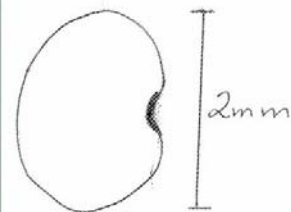


Fimbristylis sp.: Semilla de color café, superficie arrugada, de forma subglobosa que en la parte de abajo termina con una pequeña punta,



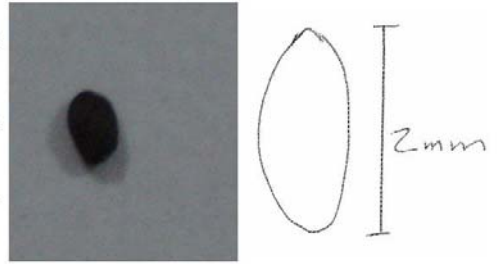
posee una costura que atraviesa a lo largo toda la semilla, de 2mm de largo.

Solanum sp.: Semillas de color amarillo oscuro a anaranjado claro, superficie lisa y opaca, de forma reniforme, de 2mm de largo.



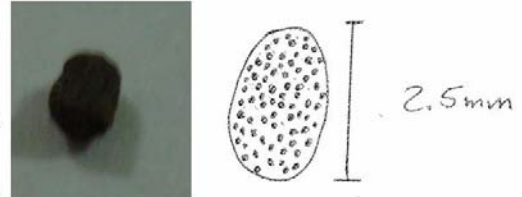
Familia Myrtaceae (No identificada):

Semilla de color café negruzco, de forma elipsoide, de superficie lisa y opaca, cóncava de ambos lados, de 2mm de largo.



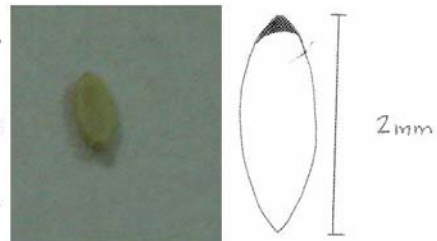
Brassica sp.: Semilla de color café oscuro, de forma oval, la superficie está compuesta por protuberancias alineadas

verticalmente por toda la semilla, de 2.5mm de largo.

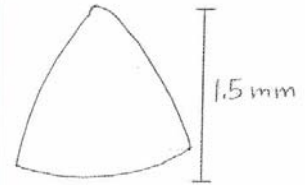


Virola sp.: Semilla de color crema, plana, superficie lisa y opaca, de forma fusiforme, de 2mm de largo, 1mm de ancho en la parte cen-

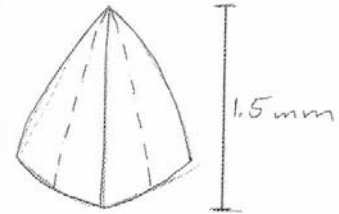
tral de la semilla. Semillas con una protuberancia oleaginosa.



Triplaris americana: Semilla de color amarillo, plana, superficie lisa y opaca, con tres ángulos, de 1.5mm de largo.

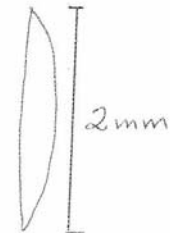


Cyperus sp.3: Semillas de color gris claro, superficie lisa y opaca, con tres ángulos formando tres caras,

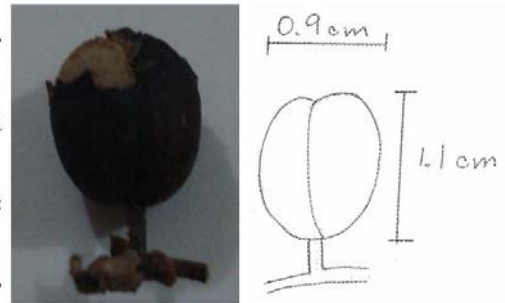


una de las caras es extremadamente convexa y las otras dos son completamente lisas, de 1.5mm de largo.

Familia Poaceae (No identificada 1): Semillas de color café claro a anaranjado, de superficie lisa y brillante, un lado es completamente plano y el otro lado es convexo, las puntas son extremadamente agudas, de 2mm de largo.



Coffea arabica: Semillas de color amarillo, de superficie lisa y opaca, de forma oval, a lo largo poseen una costura que atraviesa toda la semilla dando la apariencia de dos semillas pegadas, de 11mm de largo y 9mm de ancho.



Colubrina arborensis: Semillas de color negro, superficie lisa y brillante, de forma redonda con uno

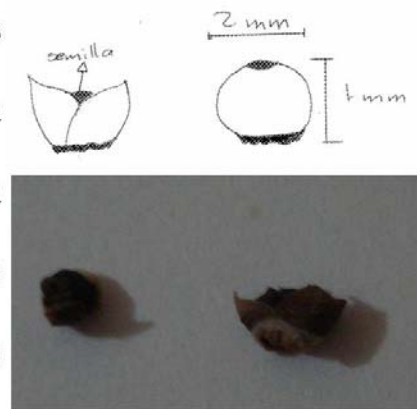


de los extremos ligeramente cóncavo, de 3mm de largo. Los frutos son secos y normalmente se caen junto con las semillas. Cada fruto posee cuatro semillas.

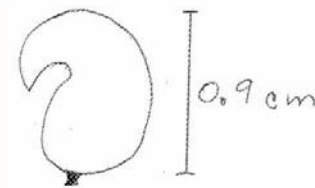
Inga fagifolia: Semillas de color café negruzco, superficie lisa y opaca, de forma oblonga, poseen una costura que atraviesa toda la semilla a lo largo de la misma, dando la apariencia de dos semillas pegadas, de 15mm de largo por 5mm de ancho.



Familia Rubiaceae (No identificada): Semillas de color negro, de superficie lisa y opaca, son aplanadas en la parte superior e inferior, de 2mm de ancho y 1mm de largo. Las semillas aún se encuentran adheridas a los sépalos, los cuales son estructuras duras (cuatro sépalos).



Familia Capparidaceae (No identificada): Semillas de color verde amarillento, en forma de gancho,



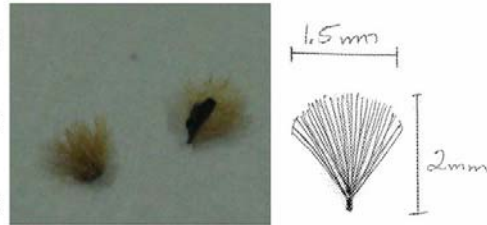
plana, de superficie lisa y opaca que cuando se seca se arruga especialmente de las orillas. La punta es muy aguda y se encorva hacia abajo. Mide 9mm de alto.

Familia Poaceae (No identificada 2): Semillas de color gris, de superficie lisa y opaca, convexa de un lado y plano de otro, tiene forma de gota, miden 2.5mm de alto y 0.5mm de ancho.

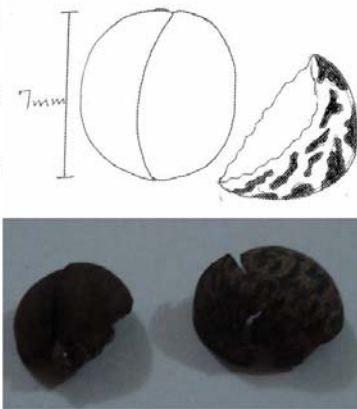


Familia Asteraceae (No identificada 2):

Semillas plumosas de color amarillo claro a beige, de 2mm de largo y la semilla mide menos de 05mm de largo.



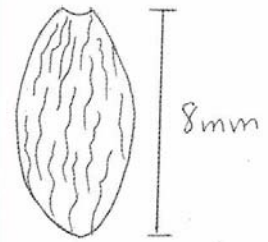
Familia Lauraceae (No identificada): Semilla de color café oscuro, superficie lisa y opaca, de forma redonda, formada por cuatro lóbulos, de 7mm de diámetro. La cáscara es del mismo color, con manchas más oscuras.



Morfoespecie 1: Semillas de color beige, de superficie lisa y opaca, convexas de ambos lados, de forma oval-elipsoide, de 4mm de largo.

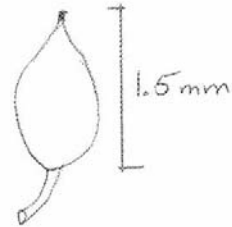


Morfoespecie 2: Semillas de color anaranjado, superficie arrugada y opaca, de forma oval, uno de los lados es cóncavo

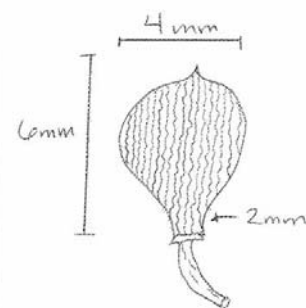


vo y el otro es convexo, de 8mm de largo.

Morfoespecie 3: Semillas de color gris, de textura lisa y opaca, todavía se encuentra adherida al pedúnculo, son más anchas en la parte de abajo y terminan en una punta muy aguda, de 1.5mm de largo.

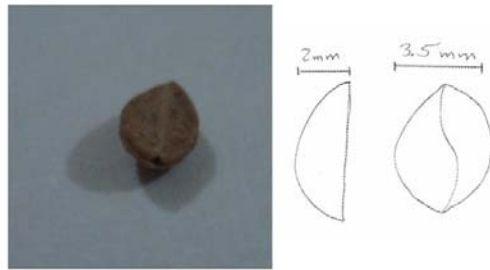


Morfoespecie 4: Semillas de color café oscuro, de forma piriforme, posee una punta aguda en la parte superior, textura ligeramente rugosa y opaca, todavía se encuentra unida a los sépalos. De 6mm



de alto, 4mm de ancho en la parte superior y 2mm de ancho en la parte inferior.

Morfoespecie 5: Semillas de color café amarillento, de superficie lisa y opaca, convexa de un lado y plano de otro, a lo largo de la semilla posee una línea ondulada que atraviesa la semilla de manera vertical, tiene forma de gota, de 3.5mm de largo y 2mm de ancho.



Anexo No.3: Descripción de las hormigas que dispersan semillas en la

RNP Buenos Aires, El Asintal, Retalhuleu^g

➤ SUBFAMILIA MYRMICINAE

Acromyrmex Hormigas polimórficas, con el cuerpo ampliamente cubierto de espinas y tubérculos. El mesosoma presenta varios pares de espinas (más de tres pares) y el pecíolo, pospeciolo y primer segmento del gaster presentan tubérculos pequeños. Estas hormigas usan hojas y otras partes vegetales para nutrir los hongos que constituyen su alimento. Se han descrito alrededor de 26 especies (Argüello, 2001; Fernández, 2003).



Foto: *Acromyrmex octospinosus*

^g Fotografías tomadas por Carmen Álvarez

Apterostigma: Hormigas de tamaño medio con el cuerpo desprovisto de espinas o tubérculos notorios. Lóbulos frontales anchos, mesosoma alargado, con aristas o crestas que varían de acuerdo con las especies; el primer segmento del tergo también puede tener una arista lateral. Las hormigas nidifican en el suelo o algunas en el estrato arbóreo, con colonias pequeñas que cultivan jardines de hongos. El género comprende 48 especies de los bosques mesófilos de México a Argentina (Fernández, 2003).



Foto: *Apterostigma* sp.

Atta: Hormigas polimórficas, con el cuerpo cubierto de espinas y tubérculos. Antena con 11 segmentos. El mesosoma presenta tres pares de espinas y el gaster es liso. Se les llama arrieras, parasol o cortadoras de hojas. Utilizan hojas, frutos, tallos y partes de flores para el cultivo de los hongos que constituyen su alimento. Por esta razón tienen gran importancia económica, bien sea como enriquecedores del suelo o como plagas al diezmar algunos cultivos (Argüello, 2001; Fernández, 2003).



Foto: *Atta* sp.1 (arriba),
Atta sp.2 (Abajo)

- ***Atta* sp1:** hormigas de color café negruzco
- ***Atta* sp2:** hormigas de color café rojizo

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

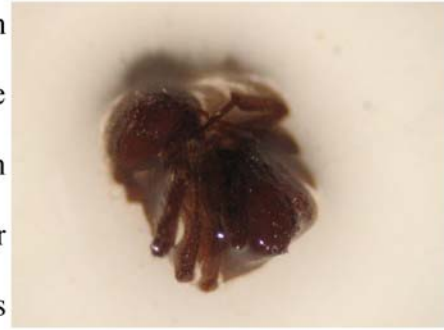


Foto: *Cyphomyrmex* sp.

especies tienen estos márgenes menos anchos que la distancia entre los márgenes internos de los ojos. Habitantes de hojarasca y nidos en árboles, se conocen de tierras bajas y región andina hasta los 2.000m. Se conocen 37 especies (Fernández, 2003).

Megalomyrmex: Hormigas pequeñas a grandes, habitantes del suelo en bosque. Antenas de 12 segmentos con maza de 3 o 4. Propodeo normalmente desprovisto de espinas o dientes, débilmente dentado en una especie. Una carena en forma de arco en el declive propodeal (Fernández, 2003).



Foto: *Megalomyrmex* sp.

Monomorium: Pequeñas a moderadas en tamaño, monomórficas a polimórficas. Antenas de 12 segmentos con mazo de 3 (a veces 4) segmentos. Este es un género ampliamente distribuido, especialmente en el Viejo Mundo (Fernández, 2003).



Foto: *Monomorium* sp.

Myrmicocrypta: Hormigas pequeñas, habitantes de hojarasca. Todo el cuerpo con numerosos pelos escamiformes. Se conoce de unas 26 especies desde México hasta Argentina (Fernández, 2003).



Foto: *Myrmicocrypta triangulata*

Pheidole: Uno de los géneros más comunes de la región Neotropical. Las antenas son de 12 segmentos con una masa muy clara de tres segmentos. Mandíbulas con numerosos dientes y denticulos. Cuentan con un pequeño diente en el propodeo. Obreras normalmente dimórficas (Fernandez, 2003).

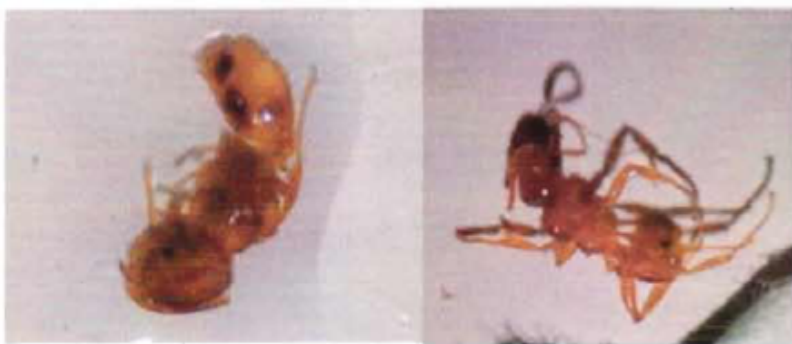


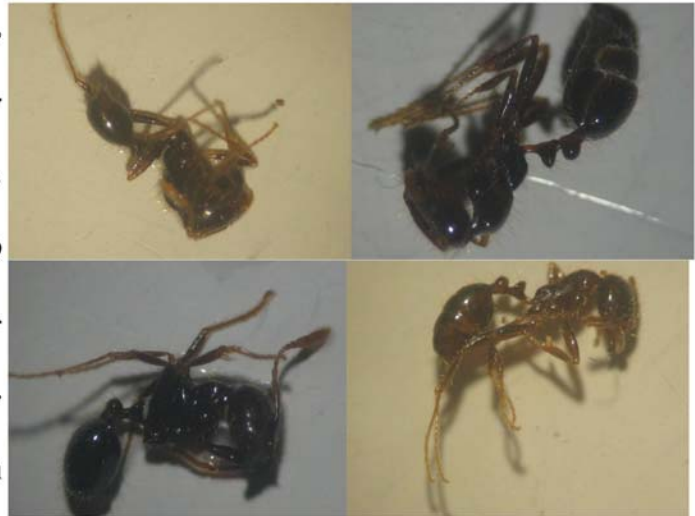
Foto: *Pheidole* sp.1 (derecha), *Pheidole* sp.2 (izquierda)

Sericomyrmex: Tamaño medio, cuerpo con numerosos pelos simples, los cuales dan una apariencia mohosa al ejemplar cuando está seco. Se conocen 19 especies de México a Brasil (Fernández, 2003).



Foto: *Sericomyrmex* sp.

Solenopsis: Hormigas pequeñas, monomórficas a dimórficas, habitantes muy comunes en la hojarasca. Antenas de 10 segmentos con mazo de 2 segmentos. Propodeo sin dientes o espinas. Se han descrito alrededor de 90 especies para la región Neotropical (Fernández, 2003).



Fotos: *Solenopsis* sp.1 (izquierda-abajo), *Solenopsis* sp.2 (derecha-arriba), *Solenopsis* sp.3 (derecha-abajo), *Solenopsis* sp.4 (izquierda-arriba)

- ***Solenopsis* sp.1**: hormiga de color café negruzco y el gaster no está dividido en partes.
- ***Solenopsis* sp.2**: hormiga de color café negruzco y el gaster está dividido en tres partes.
- ***Solenopsis* sp.3**: hormiga de color café claro y el gaster está dividido en tres partes.
- ***Solenopsis* sp.4**: hormiga de color café claro y el gaster no está dividido en partes.

Trachymyrmex: Tamaño mediano. Cuerpo con numerosos tubérculos, incluyendo el primer tergo del gaster. Monomórficas con las escobas antenales amplias y poco profundas (Fernández, 2003).



Foto: *Trachymyrmex intermedius*

➤ **SUBFAMILIA DOLICHODERINAE**

***Linepithema*:** Los caracteres que permiten diferenciar a las obreras de *Linepithema* son: margen anterior del clípeo con una concavidad amplia aunque poco profunda. El mesosoma nunca presenta tubérculos o espinas y el espiráculo propodeal es pequeño. El tegumento es flexible y relativamente blando, con una escultura



Foto: *Linepithema* sp.

apenas visible. Todas las especies conocidas son monomórficas y algunas son altamente poligínicas (Fernández, 2003).

➤ **SUBFAMILIA PONERINAE**

***Pachycondyla* sp.^h:** Estas hormigas tienen mandíbulas triangulares, a veces bien largas pero sin modificaciones especializadas y con dos espuelas en el ápice de la meso y metatibia. Es el género neotropical de ponerinas que ocupa el segundo puesto en cuanto a su diversidad de especies (57) y es décimoprimeros para toda la familia en el ámbito regional. Este grupo es común y fácil de observar, especialmente en bosques húmedos cuando cazan sobre el suelo o la vegetación, sin embargo también habita bosques secos y de galería en zonas de sabana. Hay especies desde muy pequeñas hasta bien grandes, de hecho entre las más grandes de América. Su diversidad también se refleja en su biología como en la variedad de hábitats que ocupan y sus preferencias alimenticias. Hacen sus nidos en el suelo, hojarasca y madera podrida sobre el suelo, sin embargo

^h No se pudo fotografiar, debido a que el único ejemplar colectado se tuvo que disectar por completo para su identificación.

también hay especies arbóreas con nidos en epifítas y en el suelo suspendido. Todas son depredadoras, con algunas generalistas y una especie especializada en recolectar semillas. El género tiene una distribución cosmopolita y en nuestra parte del mundo se encuentra desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de Argentina pero el grueso de las especies son tropicales (Fernández, 2003).



Carmen Regina Álvarez Hernández

Autor



M. Sc. Javier Antipatro Rivas Romero

Asesor



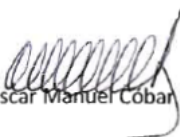
M. Sc. Erió Boanerges Cano Dávila

Revisor



Doctor Sergio Melgar Valladares

Director Escuela de Biología



Doctor Oscar Manuel Cobar Pinto

DECANO