



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Iztacala
Carrera de Biología

Hormigas asociadas a *Acacia cornigera* y *Acacia hindsii* (LEGUMINOSAE-
MIMOSOIDEAE) en Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca.

Tesis que para obtener el grado académico de

Biólogo

Presenta

Javier Martínez Toledo

Directora de tesis: Dra. Sandra Luz Gómez Acevedo



Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos académicos

Este trabajo fue realizado en el laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales de la Unidad de Morfología y Función en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala gracias al financiamiento proporcionado por los programas: PAPCA (FESI-DIP-PAPC-2014-38) y UNAM-DGAPA-PAPIIT (IA203515).

Al PUIC por su apoyo moral y financiero a través del SBEI para la realización de esta tesis.

Agradecimientos personales

A la **Universidad Nacional Autónoma de México** por permitirme adquirir un conocimiento valioso.

A la familia Ávila por el espacio, la amabilidad y el tiempo brindado durante la realización del presente estudio.

A Irma Estrella B.M.C, por la amistad, consejos y momentos inigualables que me ha dado durante varios años, siempre la recordaré con mucho cariño.

A mi directora de tesis la Dra. Sandra Luz Gómez Acevedo por las

enseñanzas transmitidas y aventuras vividas con los osos y los cocodrilos.

A Cecilia Salazar por su ayuda en el procesamiento del material de colecta y su amistad.

A la Dra. Leticia Ríos Casanova por el tiempo y consejos brindados.

A Luis F. Nieto y Madaí Ortiz por continuar siendo unas personas agradables conmigo así también agradezco a Liliana Cruz, Ricardo Palacios, Thalía y Cristian, por los invaluable momentos compartidos.

Al comité de tesis: Dr. Raúl Cueva del Castillo Mendoza, M. en C. Fernando Tapia Pastrana, Jorge Ricardo Padilla Ramírez y Dra. Leticia Ríos Casanova por sus aportaciones a este trabajo.

A Gabriela Castaño Meneses y Miguel Vásquez Bolaños por su aportación taxonómica de la familia Formicidae.

A la Bióloga Daniela Candia Ramírez del Instituto de Biología de la UNAM por su apoyo en la determinación taxonómica del grupo Araneae.

Dedicatoria

A mi madre Antonia quien me contagió de su implacable gusto por los animales, las plantas, la vida en general, a mi padre José por ser mi columna vertebral durante mi vida.

A mi abuela Juana Ceballos por inculcarme conocimientos sobre el mundo vivo.

A mis hermanos Luis Alberto, Víctor, Juan Carlos, y a mi bella e inteligente hermana Karina por caminar conmigo siempre, a mi gemela Ana Lilia quien me brinda sus palabras de aliento y fe. Los amo hoy y siempre.

A mi tía Ma. Clementina Toledo, Paulina Martínez Matilde Toledo,

Agustina Ceballos y Elia Luna por cuidarme y brindarme amor.

A la memoria de personas que ya no continúan entre los vivos pero cuya ayuda y convivencia han sido claves en mi vida: Jerónimo Toledo e Iván Nava.

A mis primos que con esfuerzo y disciplina luchan en este mundo: Mayra Toledo, Karina Toledo, Jesús y José Antonio.

A la tierra que me vio nacer y cuyo calor siempre me ha acobijado, viva la perla sureña.

Índice de contenido

Resumen.....	1
Introducción	2
La familia Formicidae	2
Mirmecofilia	3
Sistema <i>Acacia-Pseudomyrmex</i>	4
Acacias mirmecófilas.....	5
<i>Acacia cornigera</i>	6
<i>Acacia hindsii</i>	6
Hormigas mutualistas.....	7
Hormigas no mutualistas	8
Justificación	10
Objetivo general.....	10
Objetivos particulares	10
Materiales y métodos	11
Fase de campo.....	12
Fase de laboratorio	14
Identificación taxonómica.....	14
Cuantificación de organismos por estadios de vida de las hormigas.....	15
Clasificación del tamaño de los domacios.....	15
Tamaño del domacio vs número de hormigas.....	16
Artrópodos no formícidos	17
Resultados.....	18
Riqueza de especies de hormigas	18
Abundancia.....	20
Estadios de vida de hormigas en acacias mirmecófilas	24
Requerimientos de espacio.....	26
Ubicación de las hormigas en las acacias.....	28
Artrópodos no formícidos	29
Discusión	30
Conclusiones	37
Literatura citada	38
Anexo	43

Resumen

El sistema mutualista *Acacia-Pseudomyrmex* es resultado de un proceso coevolutivo que favoreció una alta especialización entre los participantes, donde las acacias mirmecófilas proporcionan alimento a través de secreciones en los folíolos o en la base de los tallos para sus huéspedes y refugio, por su parte; las hormigas protegen a las acacias contra invasores. A pesar de esta especialización y que se había descrito que sólo una especie de hormiga puede establecerse en estas plantas, recientemente se ha visto que una o más especies del grupo *Pseudomyrmex* pueden coexistir en la misma planta o incluso otras que pertenecen a géneros distintos. Por esto, el objetivo del presente estudio fue determinar y caracterizar las especies de hormigas que habitan a *Acacia cornigera* y *Acacia hindsii* en Guadalupe Victoria, Oaxaca.

Para ello se realizó la identificación taxonómica de las especies de hormigas, la cuantificación de organismos por estadios de vida así como la medición de domacios. A su vez se analizó la relación de tamaño entre domacios y número hormigas y se comparó la altura en que se encontraron las hormigas de las especies colectadas en estas plantas.

En *Acacia cornigera* se registraron 3 especies mientras que en *Acacia hindsii* se obtuvieron 16. Las especies registradas contribuyen con el 20.24 % de la biodiversidad de hormigas del estado de Oaxaca, valor que es mayor al de entidades como Tlaxcala o Aguascalientes. Por otro lado, se observó que la mayor proporción de hormigas está representada por las especies *P. peperii* (51.30%) y *P. ferrugineus* (29.27%), las cuales forman parte del grupo mutualista *Pseudomyrmex ferrugineus*. La abundancia de las hormigas mutualistas fue de un 80.98% contra un 19.02% de hormigas no mutualistas. Se observó que un 67% de domacios estaban deshabitados. Las especies registradas dentro de los domacios fueron: *Pseudomyrmex ferrugineus* anidando en domacios de 2.51 - 5.51 cm, *P. peperii* (2.40 – 5.56 cm) y *Crematogaster larreae* (4.63 - 4.66 cm). De las especies ajenas al sistema *Acacia-Pseudomyrmex* ninguna solamente se registraron castas obreras. Asimismo se registraron otros artrópodos no formícidos como arañas, colémbolos y tisanopteros.

Introducción

La familia Formicidae

Las hormigas son un grupo de artrópodos sociales que se ubican dentro de la clase Insecta en el orden Hymenoptera y la familia Formicidae. Algunas características que poseen las hormigas son: primer segmento de la antena alargado, cabeza con disposición prognata, la casta obrera no tiene alas, presentan una glándula metapleural ubicada en el tórax la cual secreta sustancias con actividad antibacterial y antimicótica, además de la presencia del peciolo y/o postpeciolo (Branstetter y Sáenz, 2012).

La familia Formicidae tiene una gran importancia ecológica. Estos insectos pueden actuar como dispersores de semillas, modificar la estructura del ambiente terrestre, y reciclar los nutrientes al descomponer la materia orgánica, además, conforman un valor de biomasa muy grande en los ecosistemas neotropicales. Viven en casi todos los ambientes, desde el subsuelo hasta las copas de los árboles, la mayoría de las especies habita nidos subterráneos hechos en la hojarasca o en madera en descomposición. Se adaptan fácilmente a nuevos ambientes, lo que se refleja en su anatomía y comportamiento, formando un taxón abundante y diverso (Del Toro et al., 2009; Landeros et al., 2009; Rojas, 2001).

La diversidad biológica de hormigas en México comprende 973 especies, las cuales se ubican dentro de 21 subfamilias y contribuyen al 8% de la mirmecofauna conocida en el mundo. Sin embargo, a pesar de estas estimaciones, algunos autores proponen que actualmente solo se conoce el 50% de las especies de México, debido a que este grupo se ha estudiado poco a pesar de su importancia (Ríos-Casanova, 2014; Vásquez-Bolaños, 2011).

En el conocimiento de la diversidad de especies de hormigas, Ríos-Casanova (2014) menciona que la mejor forma de describir la morfología de un formícido es a través de la representación esquemática de una obrera, la cual está compuesta por la cabeza, el mesosoma que abarca los tres segmentos del tórax más el primero del abdomen, los

últimos segmentos aluden al segundo y/o tercer segmento del abdomen (peciolo y postpeciolo) y al gáster (**Figura 1**).

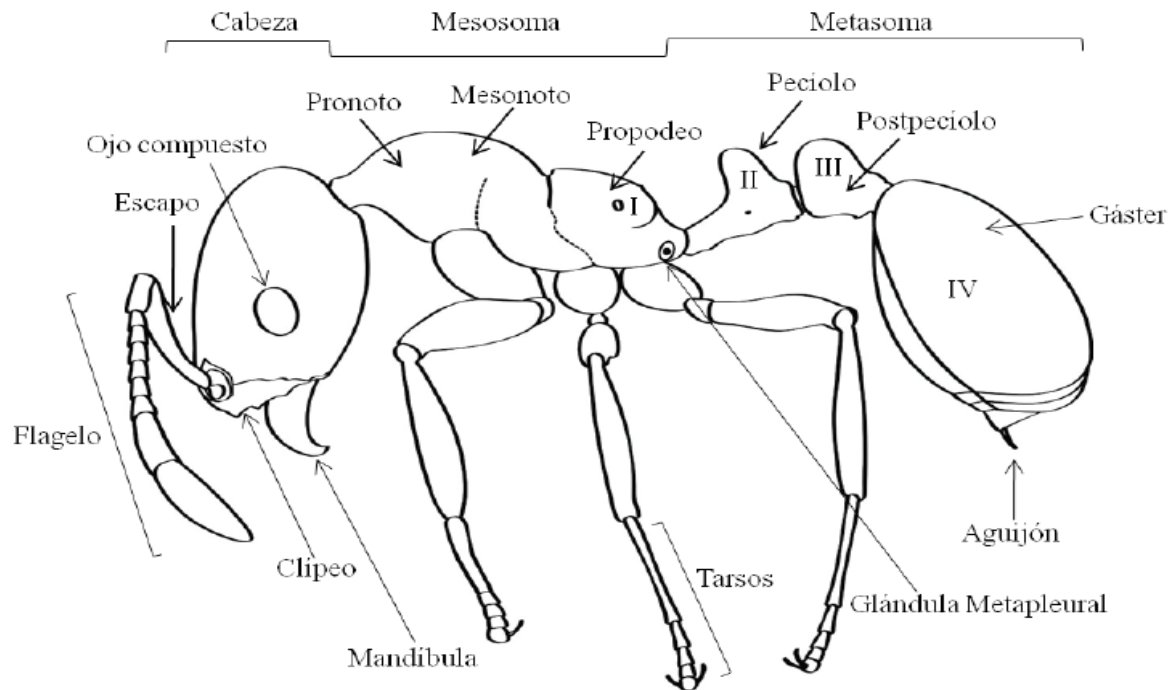


Figura 1. Partes que conforman a una hormiga obrera (Tomado Branstetter y Sáenz, 2012).

Mirmecofilia

Mirmecofilia es un término que se refiere a las asociaciones mutualistas entre hormigas y plantas, por lo tanto comprende las interacciones planta-hormiga que van desde la dispersión de semillas hasta el cultivo de jardines epífitos. Sin embargo, tradicionalmente se ha relacionado en mayor medida con la acción defensiva que ejercen las hormigas sobre sus hospederas. En este último sentido, las defensas biológicas son las más reconocidas en la naturaleza, en ellas, las plantas proveen sitios específicos de anidación y alimento para un gremio funcional de hormigas cuyo establecimiento y conducta de forrajeo en la planta le brindan una potencial defensa ante los herbívoros (Del Val y Dirzo 2004; Ibarra-Manríquez y Dirzo, 1990; Sánchez-Galván y Rico-Gray, 2012).

Asimismo se menciona que las verdaderas plantas mirmecófilas son aquellas que modifican su morfofisiología de la siguiente forma: a) Desarrollan domacios, los cuales

se derivan de tallos, espinas huecas o algunas otras estructuras huecas en las hojas, b) Proveen de alimento a las hormigas por medio de glándulas secretoras llamadas nectarios extraflorales que crecen en las hojas, tallos, pecíolos o estípulas o por medio de cuerpos alimenticios como cuerpos de Belt, cuerpos de Müller, cuerpos de Beccari o cuerpos perlados (Sánchez-Galván y Rico-Gray 2012). A cambio, las hormigas defienden a las plantas mirmecófilas contra los herbívoros que traten de alimentarse de tallos, hojas, flores y brácteas. Además, los formícidos en algunos casos evitan la colonización por epifitas de sus hoperas (Del Val y Dirzo, 2004).

En la relación mirmecófila participan 465 especies de plantas dentro de 52 familias, dicha relación tiene una representación importante en los bosques de América, Asia y África pero se concentra mayormente hacia la región ecuatorial, siendo más abundante en los trópicos que en las regiones templadas posiblemente por los cambios de temperatura a lo largo del día y las estaciones del año en las regiones templadas, pues en climas fríos las plantas no tendrían la capacidad de albergar y alimentar a las hormigas de manera permanente (Davidson et al., 1989; Ibarra-Manríquez y Dirzo, 1990; Jolivet, 1998).

En el trópico la mirmecofilia está representada en al menos 141 géneros de 47 familias de plantas, en donde el continente americano alberga la mayor riqueza de especies mirmecófilas (Davidson y Mckey, 1993; Jolivet, 1998).

Las plantas y las hormigas se encuentran involucradas en una variedad de relaciones como parasitismo, mutualismo condicional o mutualismo obligatorio. El mutualismo más sobresaliente es el sistema *Acacia-Pseudomyrmex* por los numerosos estudios que se han realizado sobre él (Gómez, 2010).

Sistema *Acacia-Pseudomyrmex*

La divergencia de las acacias mirmecófilas neotropicales (5.44 ± 1.93 Ma) y del grupo *P. ferrugineus* (4.58 ± 0.82 Ma) sitúan el origen temporal del mutualismo *Acacia-Pseudomyrmex* a finales del Mioceno y principios del Plioceno en lo que es conocido actualmente como Mesoamérica (Gómez, 2010).

En esta relación participan 15 especies de acacias mirmecófilas y 10 especies de hormigas conocidas como el grupo *Pseudomyrmex ferrugineus*. A consecuencia de dicha interacción se ha generado una alta especialización morfológica en ambos linajes (Gómez-Acevedo et al., 2010; Heil et al., 2009). Las hormigas habitan en las espinas huecas de la planta y se alimentan de unos pequeños glóbulos ricos en

glucógeno (cuerpos beltianos) que son secretados por el ápice de los folíolos. Las hormigas aumentan la adecuación de sus hospederas al protegerlas de los herbívoros y lianas trepadoras (Del Val y Dirzo, 2004).

Acacias mirmecófilas

El género *Acacia* tiene alrededor de 1,450 especies pantropicales. Las acacias mirmecófilas (**Figura 2**) se ubican en el subgénero *Acacia*. Son un grupo de plantas con espinas grandes modificadas (domacios), en las que puede habitar una o varias especies del género *Pseudomyrmex* (Lewis et al., 2005; Rico-Arce, 1994, 2011).



Figura 2. Acacia mirmecófila

La morfología de las especies mirmecófilas se caracteriza por una sinapomorfía, que consiste en una bráctea floral peltada; además la mayoría de ellas poseen frutos indehiscentes; las semillas se encuentran dentro de un arilo generalmente amarillo y las inflorescencias son espigas o capítulos a excepción de *A. mayana* cuyas modificaciones son en espigas organizadas en un eje central, lo que difiere del resto de las especies del grupo (Rico-Arce, 2011). Los domacios, la secreción de cuerpos beltianos, nectarios extraflorales, la producción de hojas nuevas durante todo el año, carencia de compuestos químicos como alcaloides y glicósidos cianogénicos que se relacionan con la defensa de estas plantas contra insectos fitófagos son características morfofisiológicas de las acacias relacionadas con las mirmecofilia (Gómez, 2010; Janzen, 1966).

En el estado Oaxaca se han reconocido alrededor de 35 especies de acacias entre las que se encuentran las mirmecófilas *Acacia cornigera* y *Acacia hindsii* (Rico, 2001). Estas dos especies son el foco de este trabajo. Las características de cada una de las especies consideradas se mencionan a continuación:

Acacia cornigera

Acacia cornigera, son árboles o arbustos cuya altura puede ir desde los 2 hasta los 10 m, sus hojas son compuestas y alternas bipinnadas, asimismo cuentan con un pecíolo con glándula cimiforme (en forma de canoa), las estípulas espiniformes que desarrollan son circulares negras o café oscuras de hasta 7 cm de largo. La flor es amarilla y se presenta en espigas robustas con pedúnculos sésiles o cortos. La floración ocurre de enero a agosto y la producción de frutos de octubre a diciembre. El fruto es inflado, circular en corte transversal, generalmente rojo al madurar, estípite menor de 1 cm y semillas rodeadas por un arilo amarillo. En México, se distribuye en la vertiente del Golfo, de San Luis Potosí a Tabasco y Península de Yucatán; en la vertiente del Pacífico de Guerrero a Chiapas. Se distribuye también en América Central, Guatemala, Belice, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y la mayoría de las Antillas. Es afín a la vegetación secundaria derivada de selvas altas medianas perennifolias a caducifolias con alturas menores a 500 m, especialmente en lugares muy abiertos y con fuerte incidencia solar (Ibarra-Manríquez y Sinaca, 1996; Rico-Arce, 1994, 2001, 2007).

Acacia hindsii

Acacia hindsii, son árboles o arbustos de 2 a 8 m de alto, sus hojas miden entre 8 a 19 cm de largo con estípulas espiniformes de hasta 7 cm de largo. Sus inflorescencias son solitarias, en pares axilares o panículas de espigas sobre un eje central de 4-11 cm de largo. Las flores son amarillas con bráctea floral 0.5 a 0.75 mm de largo, peltada. Estambres con anteras eglandulares; ovario 1 mm de largo, glabro, sésil, anillo que rodea al ovario ausente. Legumbre 6 a 8 cm de largo, 0.7 a 1.2 cm de ancho, 4 a 5 cm de grueso, comprimida pero no aplanada, ligeramente cilíndricas, dehiscente solo en el margen ventral, las valvas coriáceas, pardas a negras, la base truncada o ligeramente aguda, el ápice apiculado. Semillas ovoides, pardo oscuro, con un arilo amarillo, algo esponjoso. Florece de diciembre a mayo y fructifica de diciembre a marzo. Se distribuye en México en la costa del Pacífico, de Sinaloa a Chiapas; en América Central, Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua. Se encuentra

asociada a vegetación secundaria de selvas altas y medianas, selvas bajas caducifolias y matorrales espinosos de 0-1200 m (Janzen, 1974; Rico, 2001).

Hormigas mutualistas

El número de especies de hormigas mutualistas en América es de alrededor de 180, concentradas en 5 subfamilias y 19 familias, de éstas en México principalmente en Los Tuxtlas, Veracruz se han registrado 29 asociadas a 9 plantas mirmecófitas (Ibarra-Manríquez y Dirzo, 1990; Jolivet, 1998).

En la subfamilia Pseudomyrmecinae se encuentra el género *Pseudomyrmex*, dentro del cual se ha identificado al grupo *Pseudomyrmex ferrugineus*, que se compone de las especies *P. ferrugineus*, *P. flavicornis*, *P. janzeni*, *P. mixtecus*, *P. nigrocinctus*, *P. particeps*, *P. peperi*, *P. satanicus*, *P. spinicola* y *P. veneficus* (Ward, 1993). Este grupo se caracteriza porque sus integrantes sólo habitan y se alimentan de las acacias mirmecófilas, usualmente se considera que sólo existe una colonia de hormigas por individuo de acacia. Sin embargo, en algunos estudios se ha observado la coexistencia de dos especies de hormigas mutualistas en una misma planta como en el estudio realizado por Gómez Acevedo y colaboradores (2015), donde se reporta la presencia de *Pseudomyrmex gracilis bicolor* con *Pseudomyrmex ferrugineus* en una sola acacia. Así en *Acacia hindsii* se ha reportado la presencia de *Pseudomyrmex gracilis bicolor* con *Pseudomyrmex ferrugineus* así como las hormigas mutualistas *P. ferrugineus*, *P. mixtecus* y *P. peperi* con las no mutualistas *P. gracilis* y *P. nigropilosus* en un mismo individuo de acacia (Clement et al. 2008; Gómez-Acevedo et al. 2015).

Hormigas no mutualistas

Los mutualismos son interacciones interespecíficas en las cuales hay intercambio de servicios y recursos que las especies involucradas por sí solas las obtendrían de manera menos eficiente por lo tanto, estas interacciones aumentan el éxito reproductivo de los interactuantes. Sin embargo, los recursos involucrados resultan atractivos para especies no mutualistas que los explotan sin ofrecer beneficios a cambio (Bronstein, 2001; Clemente et al., 2008).

En el sistema *Acacia-Pseudomyrmex* se ha observado la presencia de hormigas no mutualistas que tal vez son atraídas por los recursos que proveen las acacias a las hormigas del género *Pseudomyrmex*. La existencia de géneros no pertenecientes al sistema *Acacia-Pseudomyrmex* se ha visto reportada en México en los estados de Oaxaca y Veracruz donde se hace referencia al grupo *P. gracilis*, así como a *Camponotus*, *Crematogaster* y *Cephalotes* quienes pueden anidar los domacios de las acacias mirmecófilas pero no proveen de ninguna protección a su hospedero, por lo que son consideradas como parásitos de este mutualismo. Además, en algunas acacias mirmecófilas abandonadas (plantas que ya no cuentan con el patrullaje de hormigas), se ha registrado la coexistencia de *Crematogaster larreae* y *Pseudomyrmex gracilis* (Gómez-Acevedo et al., 2015).

Por otra parte, se ha reportado que la proporción de hormigas no mutualistas en *Acacia mayana* en el estado de Veracruz así como en *A. chiapensis*, *A. collinsii*, *A. cornigera* y *A. mayana* en Oaxaca es cercano al 24 % mientras que el porcentaje restante (76%), corresponde a las hormigas mutualistas del sistema *Acacia-Pseudomyrmex*. De igual manera, en *Acacia cedilloi* en Quintana Roo se han registrado hormigas de los géneros *Cephalotes* y *Crematogaster* así como *Pseudomyrmex* (Castaño-Meneses et al., 2008; Clement et al., 2008; Gómez-Acevedo et al., 2010; Heil et al., 2009; Kautz et al., 2012 y Raine et al., 2004).

En otros países se han observado también la coexistencia entre hormigas, tal es el caso de la especie mutualista *P. ferrugineus* con *Camponotus planatus* en Guatemala

sobre *Acacia cornigera* y *Acacia hindsii* así como *P. flavicornis* con *P. subtilissimus* en acacias mirmecófilas de Costa Rica (Ward, 1989; Wheeler, 1913).

Justificación

En el sistema neotropical *Acacia-Pseudomyrmex* se consideró durante mucho tiempo la idea de que únicamente las hormigas mutualistas podían anidar en los domacios de tales acacias mirmecófilas. Sin embargo, recientemente se ha reportado la presencia de otros tipos de hormigas dentro de los domacios de estas plantas. Esta información fragmentada sólo permite tener una visión parcial de lo que está sucediendo en estos mutualismos, por lo cual se hace necesario realizar un análisis detallado de las especies de hormigas que habitan a las acacias mirmecófilas, su abundancia así como los probables requerimientos relacionados con el número, tamaño y ubicación de los domacios, que podrían estar determinando la presencia de una u otra especie de hormiga.

Objetivo general

- ❖ Caracterizar las especies de hormigas que habitan *Acacia cornigera* y *Acacia hindsii*.

Objetivos particulares

- ❖ Identificar las especies de hormigas mutualistas y no mutualistas asociadas a dos acacias mirmecófilas (*Acacia cornigera* y *Acacia hindsii*).
- ❖ Estimar la abundancia de cada una de las especies de hormigas asociadas a las acacias mirmecófilas en estudio.
- ❖ Cuantificar el número de individuos por estadio de vida de cada una de las especies de hormigas.
- ❖ Comparar el requerimiento de espacio de las hormigas presentes en *Acacia cornigera* y *Acacia hindsii* a través del tamaño de los domacios contra el número de hormigas que los habitan.
- ❖ Comparar la altura en la que se encuentran las diferentes especies de hormigas colectadas.
- ❖ Registrar los artrópodos no formícidos presentes en los ramas colectadas.

Materiales y métodos

El área de estudio (**Figura 3**) se localiza en el poblado de Guadalupe Victoria, pertenece al municipio de Santiago Pinotepa Nacional, en la Costa del estado de Oaxaca, entre los paralelos 16°06' y 16°29' de latitud norte; los meridianos 97°57' y 98°20' de longitud oeste, y a una altitud que varía entre los 0 y 800 m (INEGI 2005, 2010).

Esta localidad se encuentra ubicada en la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur así como en la subprovincia Costas del sur. Se caracteriza por un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, su temperatura oscila entre los 26 y 28°C y la precipitación pluvial va de los 1000 a 2000 mm. La región hidrológica correspondiente es Costa Chica-Río Verde. Pinotepa cuenta con vegetación de selvas, dunas costeras, manglar, sabana y tular. En Guadalupe Victoria predomina la selva baja caducifolia así como plantíos agrícolas de papaya (INEGI 2005, 2010).



Figura 3. Área de estudio localizada en Guadalupe Victoria del municipio de Santiago Pinotepa Nacional.

Fase de campo

Se realizaron tres colectas, en el mes de julio y noviembre de 2014 y en marzo de 2015. Durante estos meses se colectaron domacios provenientes de las acacias mirmecófilas: *Acacia cornigera* y *Acacia hindsii*. Los domacios colectados fueron preservados en alcohol al 70% con su respectivo etiquetado con información como la altura total de cada acacia, así como la altura en la cual se hicieron los cortes de los domacios (**Figura 4A y 4B**).



Figura 4A y 4B. Colecta de domacios de una acacia mirmecófila.

En la colecta de julio se obtuvieron domacios provenientes de seis individuos de acacias, cuatro correspondieron a *Acacia hindsii*, uno a *Acacia cornigera* y otro que no se pudo identificar por carecer de estructuras reproductivas. En este muestreo, la altura en la que se cortaron los domacio fue a 1.5 m. Las especies de acacias consideradas para este estudio y sus alturas totales se presentan en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Especies de acacias y altura total de los individuos colectados en julio de 2014.

Individuo	Especie	Altura total (m)
1	<i>A. hindsii</i>	5
2	<i>A. hindsii</i>	3
3	<i>A. hindsii</i>	6
4	<i>Acacia</i> sp.	4
5	<i>A. hindsii</i>	6
6	<i>A. cornigera</i>	7

En el mes de noviembre los domacios fueron obtenidos de siete acacias mirmecófilas. Tres corresponden a *A. cornigera* y cuatro a *A. hindsii*, en estos individuos los cortes de domacios se efectuaron a distintas alturas (Ver **Tabla 2**).

Tabla 2. Especies de acacias, altura total y altura de corte de los domacios colectados en noviembre de 2014.

Individuo	Especie	Altura total (m)	Altura de corte (m)
1	<i>Acacia cornigera</i>	4	0.5
2	<i>Acacia cornigera</i>	4	0.5, 1.8
3	<i>Acacia hindsii</i>	5	1, 2, 2
4	<i>Acacia hindsii</i>	3	0.7, 2.20
5	<i>Acacia hindsii</i>	6	1.5
6	<i>Acacia hindsii</i>	6	1.60
7	<i>Acacia cornigera</i>	7	2

En el mes de marzo, los domacios colectados provenían de 7 acacias mirmecófilas de las cuales tres individuos fueron de la especie *Acacia cornigera* y los cuatro restantes

de *Acacia hindsii*. Las alturas totales de las acacias y alturas a las que se colectaron domacios se muestran en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Especies de acacias, altura total y altura de corte de los domacios colectados en marzo de 2015.

Individuo	Especie	Altura total (m)	Altura de corte (m)
1	<i>Acacia hindsii</i>	4	0.8, 2.10
2	<i>Acacia cornigera</i>	4	0.8, 2.70
3	<i>Acacia hindsii</i>	5	1.40, 2
4	<i>Acacia cornigera</i>	1.20	0.2, 1
5	<i>Acacia hindsii</i>	6	0.6, 1.70
6	<i>Acacia hindsii</i>	6	1.70, 2
7	<i>Acacia cornigera</i>	7	3

Fase de laboratorio

Identificación taxonómica

Se identificaron los individuos de acacias mediante las descripciones hechas por Janzen (1974) y Rico (2001). Mientras que la determinación de hormigas se realizó con las claves de Mackay y Mackay (1989), Fernández y Palacio (2003) y Ward (1993).

Cuantificación de organismos por estadios de vida de las hormigas

Se realizó el conteo de individuos por cada estadio del ciclo de vida (huevos, larvas, pupas, obreras, machos y reinas), con base en las anotaciones de Kautz (2009) (**Figura 5**).

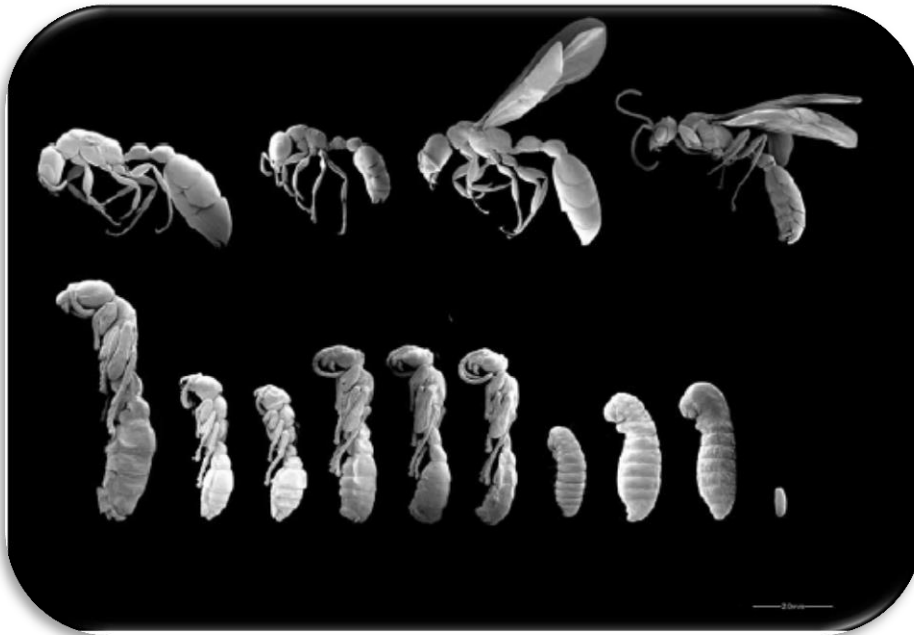


Figura 5. Estadios de vida de la especie *Pseudomyrmex peperi*, en la primera línea de izquierda a derecha se observa: reina fisiogástrica, obrera, reina virgen y macho. En la segunda línea: pupa reina, dos pupas obreras, tres pupas machos, tres larvas en diferentes fases de desarrollo y un huevo (Tomado de Kautz, 2009).

Clasificación del tamaño de los domacios

Los domacios colectados fueron clasificados en tres tipos 1) maduros (**Figura 6A**), considerados como aquellos que contaron con la presencia de orificio realizado por hormigas, 2) inmaduros (**Figura 6B**), los cuales no presentaron ninguna perforación y por lo tanto sólo contenían en su interior tejido vegetal, e 3) incompletos (**Figura 6C**), es decir, su lado izquierdo o derecho no se desarrolló. La medición de los domacios solo se realizó en los maduros completos puesto que los domacios inmaduros así como los incompletos no estaban habitados.

Los domacios se midieron con un vernier y para ello se consideró la distancia entre las dos puntas de dicha estructura vegetal. Las medidas de los domacios se emplearon para clasificarlos por tamaños en pequeños, medianos y grandes.

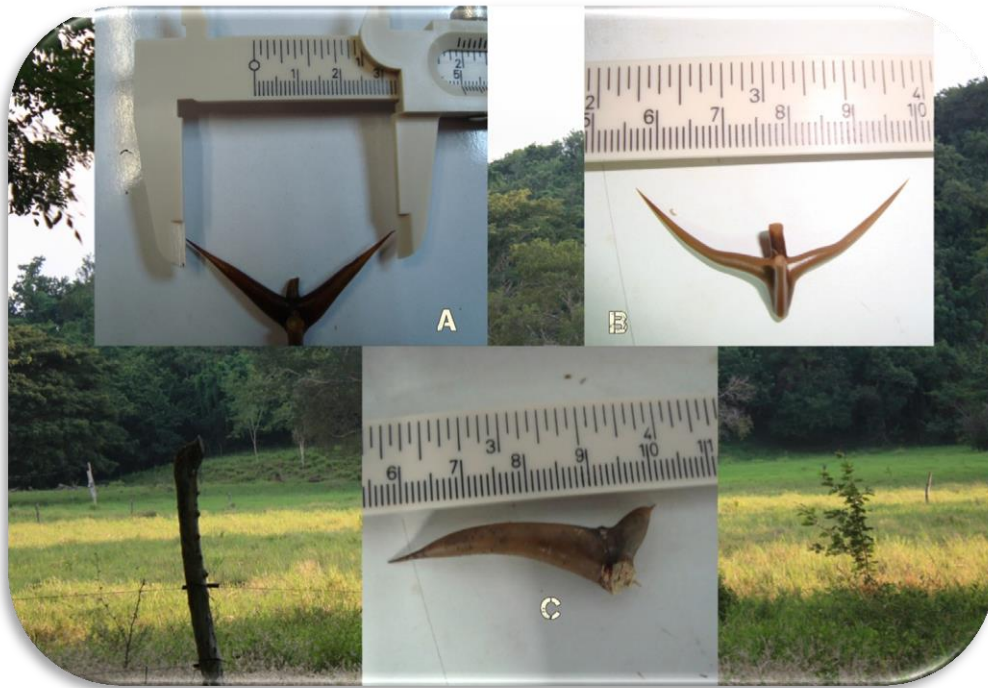


Figura 6. Tipos de domacios: A) maduros, B) inmaduros, C) incompletos.

Tamaño del domacio vs número de hormigas

Se midió la relación entre el tamaño de los domacios y el número de hormigas que los habitaban, para ello se usó el programa PAST (2015).

Las hormigas que habitan en las acacias mirmecófilas pueden desplazarse a lo largo de estas plantas por lo tanto se registró la altura en la que cada una de las especies fue colectada para saber las posiciones que ocupan en las acacias en presencia de las demás hormigas, es decir, si se pueden encontrar tanto hormigas del sistema mutualista así como especies que no lo son en un mismo estrato arbóreo.

Artrópodos no formícidos

Durante la colecta en campo la presencia de artrópodos no formícidos en las acacias no fue evidente. Sin embargo, durante el procesamiento de las muestras se encontraron diversas especies de artrópodos, por lo tanto, se consideró registrarlos puesto que al coexistir con las hormigas pueden o no estar interfiriendo en las poblaciones de éstas y también sirven como un punto de partida para futuros estudios que involucren relaciones interespecíficas.

Finalmente, los datos en conjunto fueron utilizados para caracterizar cada una de las especies que se encuentran anidando en *Acacia cornigera* y *A. hindsii* con base en los estadios de vida de las hormigas, su ubicación en las plantas y los requerimientos de espacio que presentaron.

Resultados

A continuación se muestran las especies registradas durante los meses de colecta sobre *Acacia cornigera* y *Acacia hindsii*.

Riqueza de especies de hormigas

En 6 acacias mirmecófilas en el mes de julio se colectaron 88 hormigas, que corresponden a 7 especies, 5 géneros y 4 subfamilias. Los géneros de hormigas registrados fueron *Camponotus* (1 especie) de la subfamilia Formicinae; *Cephalotes* (1 especie) y *Crematogaster* (1 especie) de la subfamilia Myrmicinae; *Dorymyrmex* (1 especie) de la subfamilia Dolichoderinae y *Pseudomyrmex* (3 especies) de la subfamilia Pseudomyrmecinae.

En *Acacia cornigera* solo se halló la especie mutualista *Pseudomyrmex ferrugineus*. En tanto que en *A. hindsii* se encontraron los géneros *Camponotus* (1 especie), *Crematogaster* (1 especie), *Cephalotes* (1 especie) *Dorymyrmex* (1 especie) y *Pseudomyrmex* (3 especies). Es importante mencionar que en esta acacia se observó la coexistencia de hormigas mutualistas y no mutualistas (**Tabla 3**).

En noviembre el número de acacias consideradas fue 7, con una colecta de 725 formícidos que corresponden a 3 especies, 2 géneros y 2 subfamilias. Los géneros presentes en este mes fueron *Crematogaster* (1 especie) de la subfamilia Myrmicinae y *Pseudomyrmex* (2 especies) de la subfamilia Pseudomyrmecinae. Durante esta segunda colecta, en *A. cornigera* se presentó sólo la especie mutualista *P. ferrugineus*, mientras que en *A. hindsii* se registraron las especies de hormigas: *Pseudomyrmex ferrugineus*, *P. gracilis* y *Crematogaster larreae*, estos dos últimos taxa no son mutualistas del sistema *Acacia-Pseudomyrmex* (**Tabla 3**).

En el mes de marzo se obtuvieron domacios de seis acacias con una colecta de 1198 hormigas que corresponden a 13 especies, 6 géneros y 4 subfamilias. Los géneros presentes fueron *Azteca* (1 especie), *Camponotus* (2 especies), *Cephalotes* (2 especies), *Crematogaster* (2 especies), *Pseudomyrmex* (5 especies) y *Tapinoma* (1 especie). En *Acacia cornigera* se registraron dos especies de hormigas: *Pseudomyrmex peperii* y *P. pallidus* mientras que en *Acacia hindsii* se encontró a *Pseudomyrmex gracilis bicolor*, *P. nigropilosus*, *Pseudomyrmex peperii*, *P. veneficus*, *Azteca* sp., *Tapinoma* sp., *Camponotus* sp. 1, *Camponotus* sp. 2, *Cephalotes* sp.,

Cephalotes minutus, *Cephalotes scutulatus*, *Crematogaster larreae* y *Crematogaster* sp. (Tabla 3).

Tabla 3. Listado de las hormigas registradas en domacios de acacias mirmecófilas neotropicales.

Especie de hormiga	<i>Acacia cornigera</i>			<i>Acacia hindsii</i>		
	Julio	Noviembre	Marzo	Julio	Noviembre	Marzo
Mutualistas						
Subfamilia Pseudomyrmecinae						
<i>Pseudomyrmex ferrugineus</i>	•	•		•	•	
<i>Pseudomyrmex peperi</i>			•	•		•
<i>Pseudomyrmex veneficus</i>						•
No mutualistas						
Subfamilia Dolichoderinae						
<i>Azteca</i> sp.						•
<i>Dorymyrmex</i> sp.				•		
<i>Tapinoma</i> sp.						•
Subfamilia Formicinae						
<i>Camponotus</i> sp.1						•
<i>Camponotus</i> sp.2						•
<i>Camponotus truncatus</i>				•		
Subfamilia Myrmicinae						
<i>Cephalotes minutus</i>						•
<i>Cephalotes scutulatus</i>						•
<i>Cephalotes</i> sp.				•		
<i>Crematogaster larreae</i>				•	•	•
<i>Crematogaster</i> sp.						•
Subfamilia Pseudomyrmecinae						
<i>Pseudomyrmex gracilis bicolor</i>				•	•	•
<i>Pseudomyrmex nigropilosus</i>						•
<i>Pseudomyrmex pallidus</i>			•			

Abundancia

La abundancia relativa de cada una de las especies de hormigas registradas en los domacios de *Acacia cornigera* y *A. hindsii* durante los meses de colecta es la siguiente: *Pseudomyrmex peperi* tuvo la mayor abundancia con 375 obreras (51.30%), seguida de *P. ferrugineus* con 214 obreras (29.27%). Por otro lado, la especie no mutualista *Crematogaster larreae* tuvo el 10.81% (79 obreras) seguida de *Tapinoma* sp. con 3.56% (26 obreras), mientras que las especies restantes agrupadas en otras por su baja abundancia de uno a dos individuos (*Azteca* sp., *Camponotus* sp. 1, *Camponotus* sp. 2, *Camponotus truncatus*, *Cephalotes scutulatus*, *Cephalotes* sp., *Crematogaster* sp. y *Dorymyrmex* sp.) obtuvieron un valor conjunto del 1.50%. (**Figura 7**).

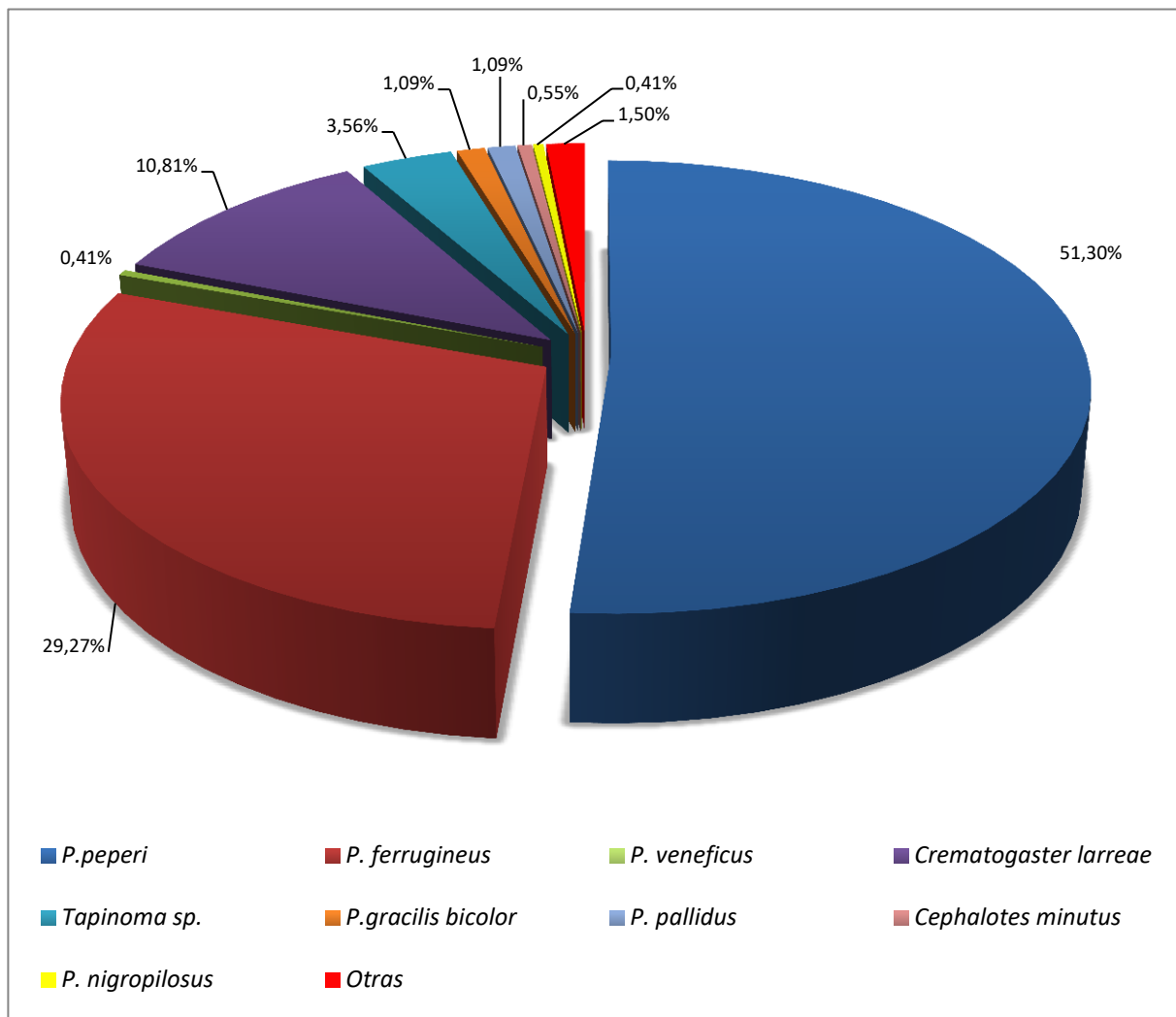


Figura 7. Abundancia relativa de cada una de las especies de hormigas colectadas en los meses de julio, noviembre y marzo.

En seguida se desglosa la información por cada mes de colecta:

Julio

Particularmente, en *Acacia cornigera* sólo se presentó *Pseudomyrmex ferrugineus* así con 7 individuos. En *Acacia hindsii* la especie de hormiga con mayor número de individuos fue *Pseudomyrmex ferrugineus* con 73 organismos seguido de *Cephalotes* sp. y *Crematogaster larreae* con 2 individuos mientras que los valores más bajos lo tuvieron *Camponotus truncatus*, *Dorymyrmex* sp. y *Pseudomyrmex gracilis bicolor* así como *P. peperi* con un individuo. (**Figura 8**).

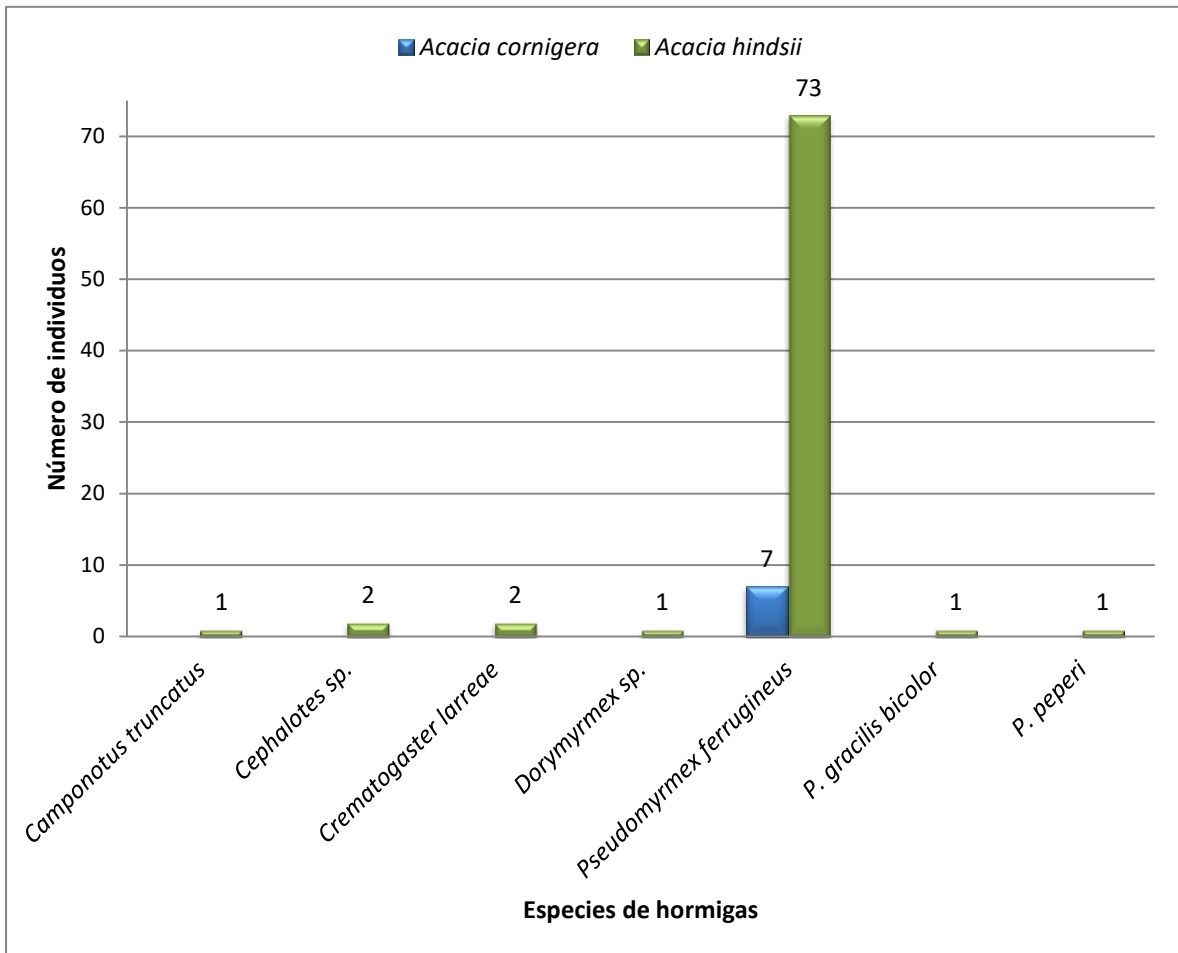


Figura 8. Abundancia de cada una de las especies de hormigas registradas en acacias mirmecófilas durante el mes de julio.

Noviembre

En este mes en *Acacia cornigera* sólo se registró a *P. ferrugineus* con 523 individuos mientras que en *Acacia hindsii* la especie con mayor abundancia fue *Pseudomyrmex ferrugineus* con un valor de 155 individuos seguido de *Crematogaster larreae* con 42 individuos , de esta manera el valor más bajo lo obtuvo *P. gracilis bicolor* con 4 individuos. (**Figura 9**).

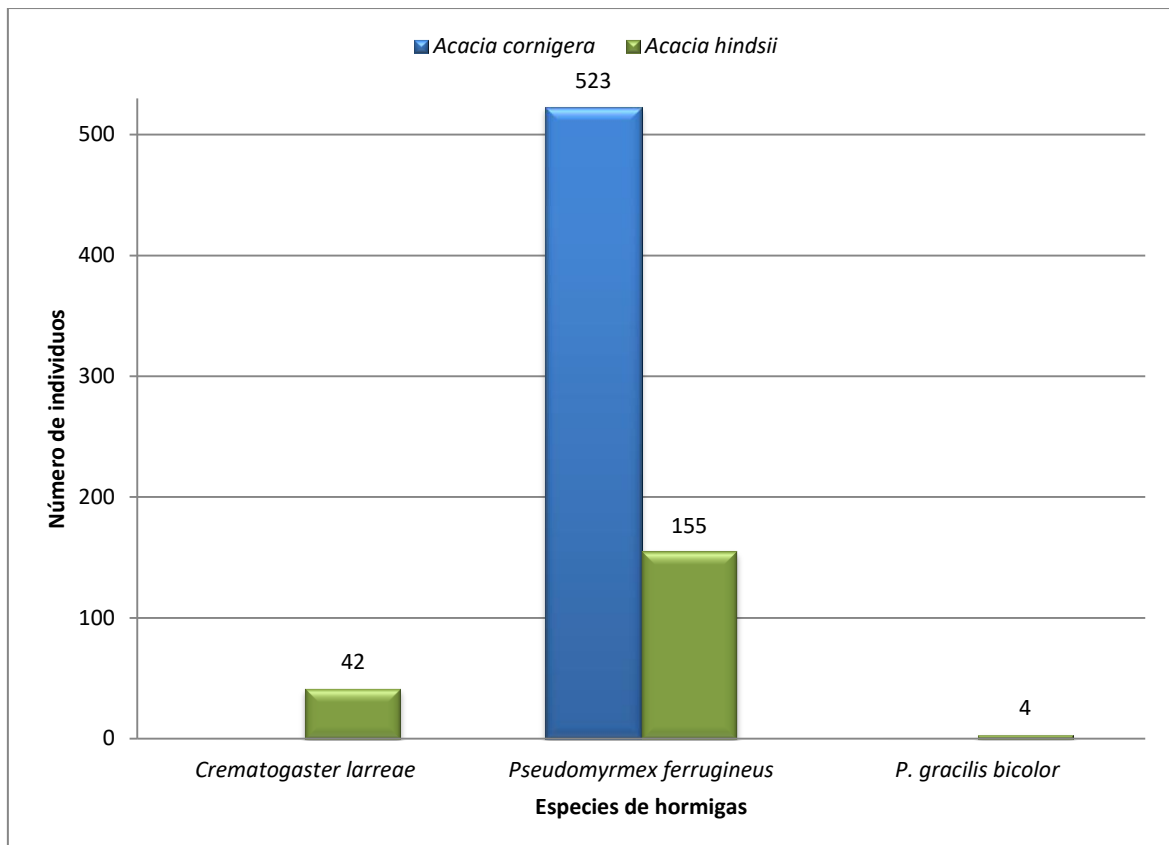


Figura 9. Abundancia de cada una de las especies de hormigas registradas en acacias mirmecófilas durante el mes de noviembre.

Marzo

Durante esta tercera colecta, en *Acacia cornigera* la mayor abundancia (95 obreras) la registró *P. peperi* mientras que el valor más bajo lo obtuvo *P. pallidus* con 8. La especie con mayor abundancia en *Acacia hindsii* fue *Pseudomyrmex peperi* con 280 individuos seguida de *Crematogaster larreae* con 35 individuos mientras que los valores más bajos lo presentaron *Azteca* sp, *Camponotus* sp.1, y *Crematogaster* sp. con solo un individuo (**Figura 10**).

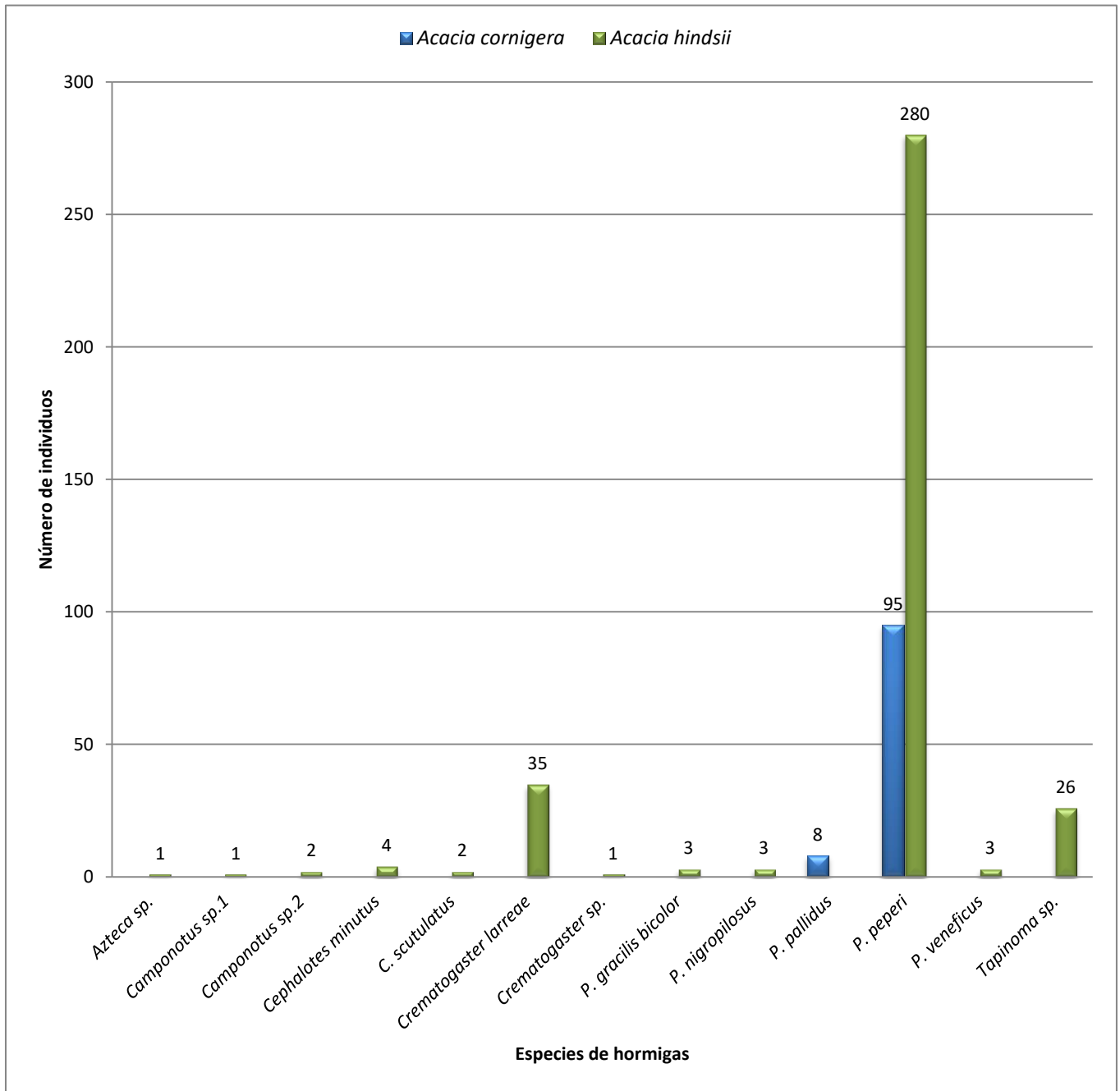


Figura 10. Abundancia de cada una de las especies de hormigas registradas en acacias mirmecófilas durante el mes de marzo.

Estadios de vida de hormigas en acacias mirmecófilas

De manera general se tiene que el número de larvas en *Acacia hindsii* fue mayor en julio y marzo, solamente en noviembre *Acacia cornigera* tuvo la mayor proporción de individuos. Esta tendencia se mantiene en el estadio de pupa resaltando que el valor fue mayor en noviembre pero sin una diferencia notable (**Figuras 11, 12 y 13**). La casta de hormiga con mayor valor fueron las obreras durante el mes de julio sobre *Acacia cornigera* mientras que en *Acacia hindsii* hubo un valor mayor de larvas. En el mes de noviembre *Acacia cornigera* registró un mayor número de larvas y *Acacia hindsii* tuvo un aumento de hormigas obreras (**Figuras 12 y 13**).

Los detalles sobre el número de estadios de vida por mes de colecta se desglosan a continuación:

Julio

En *Acacia cornigera* se registraron 5 obreras y 2 reinas de la especie *P. ferrugineus* mientras que en *Acacia hindsii* se presentaron 8 larvas, 7 pupas así como 58 obreras que corresponden a la especie mutualista *P. ferrugineus* más 1 obrera de la especie *P. peperi* (**Figura 11**), por otro lado, también se cuantificaron 7 obreras no mutualistas de los géneros *Camponotus*(1), *Cephalotes* (2), *Crematogaster* (2), *Dorymyrmex* (1) así como el grupo *P. gracilis* (1). Los valores de estas últimas se indican en la **Figura 11**.

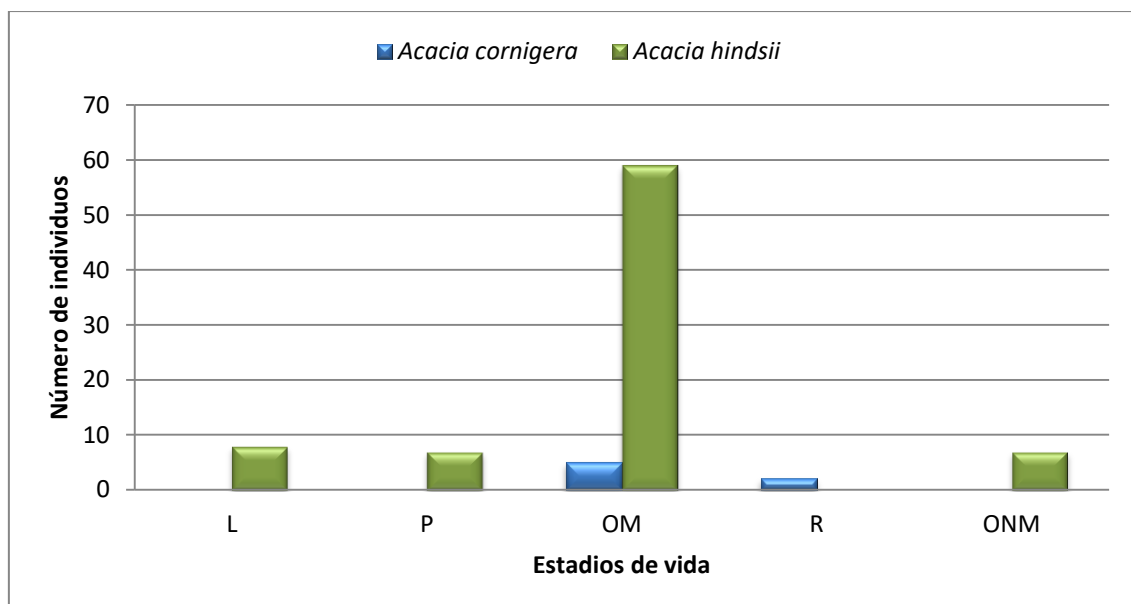


Figura 11. Número de larvas (L), pupas (P), obreras mutualistas (OM), obreras no mutualistas (ONM) y reinas (R) de la colecta de julio.

En el mes de noviembre se observaron 379 larvas, 46 pupas, 86 obreras, 5 reinas y 6 machos en *Acacia cornigera* de la especie *P. ferrugineus* mientras que en *Acacia hindsii* se cuantificaron 59 larvas, 21 pupas, 64 obreras, 7 hormigas reinas y 4 machos de *P. ferrugineus* así como 46 obreras no mutualistas de las especies: *Crematogaster larreae* (42) y *P. gracilis bicolor* (4) (**Figura 12**). Se registraron también dos huevos provenientes de diferentes especies; *P. ferrugineus* y otra que no se pudo determinar.

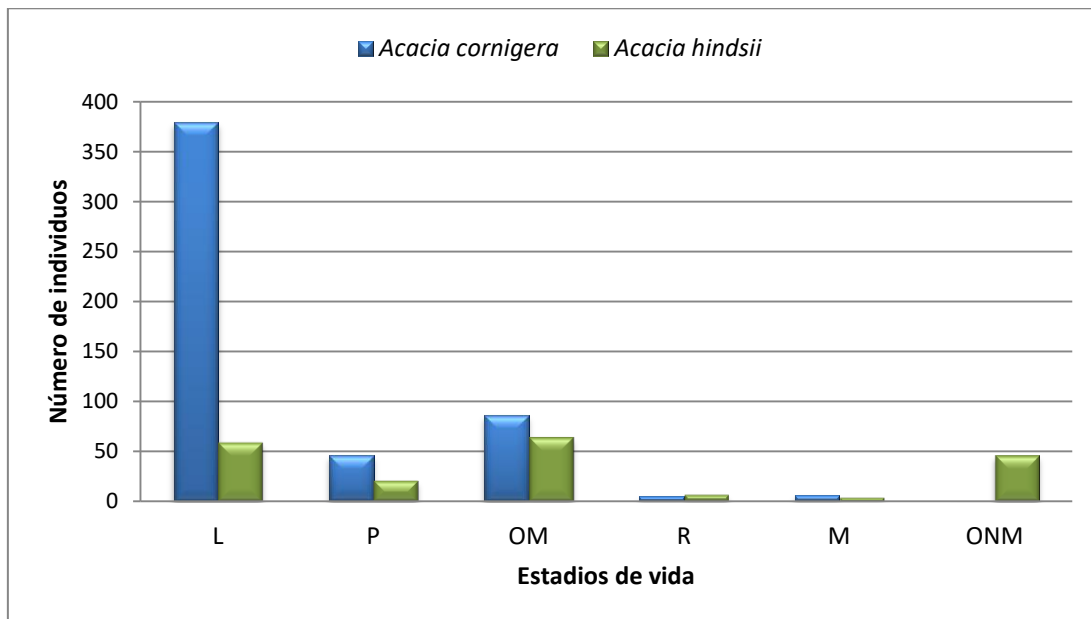


Figura 12. Número de larvas (L), pupas (P), obreras mutualistas (OM), obreras no mutualistas (ONM), reinas (R) y machos (M) de la colecta de noviembre proveniente de acacias mirmecófilas.

Marzo

En esta colecta se observaron 116 larvas, 123 pupas, 95 obreras mutualistas de *P. peperii* así como 8 obreras no mutualistas *P. pallidus* sobre *Acacia cornigera*. En *Acacia hindsii* se contaron 294 larvas, 201 pupas, 269 obreras, 8 reinas y 6 machos de *P. peperii*. La segunda especie mutualista, *P. veneficus* sólo presentó 3 obreras. De igual manera se registraron en *Acacia hindsii* 78 obreras ajenas al sistema *Acacia-Pseudomyrmex* (*Azteca* sp (1), *Camponotus* sp.1 (1), *Camponotus* sp.2 (2), *Cephalotes minutus* (4), *Cephalotes scutulatus* (2), *Crematogaster larreae* (35),

Crematogaster sp. (1), *P. gracilis bicolor* (3), *P. nigropilosus* (3), y *Tapinoma* sp. (26) (Figura 13).

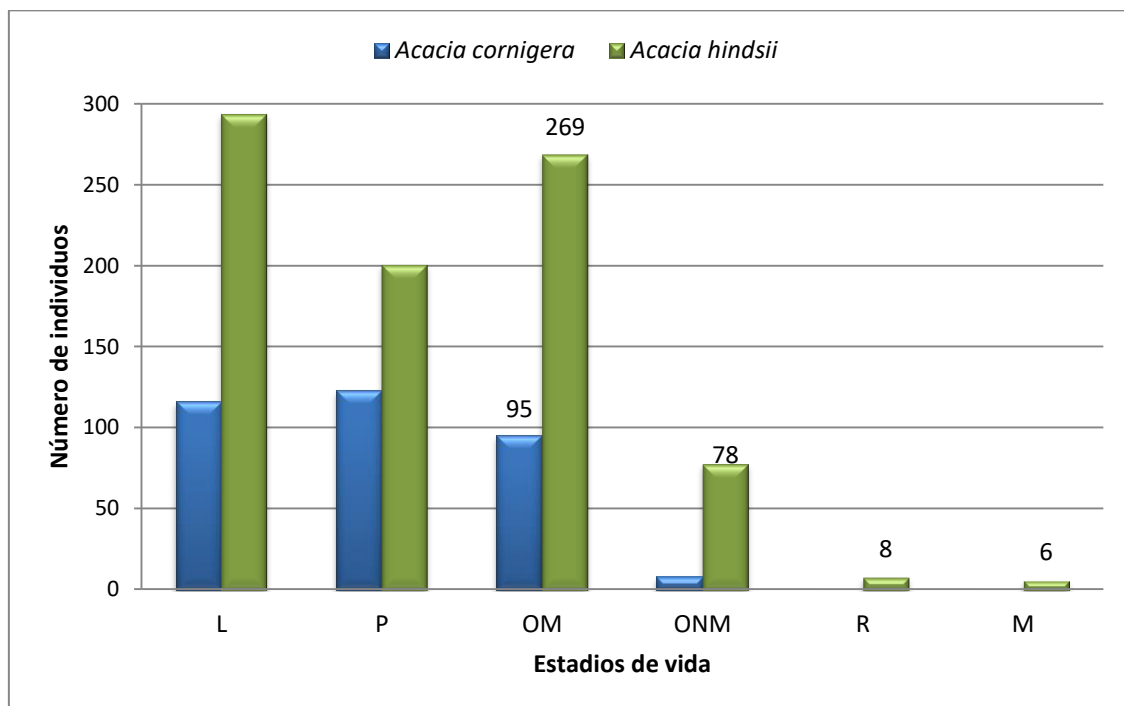


Figura 13. Número de larvas (L), pupas (P), obreras mutualistas (OM), obreras no mutualistas (ONM), reinas (R) y machos (M) de la colecta de marzo proveniente de acacias mirmecófilas.

Requerimientos de espacio

Los domacios fueron clasificados en tres categorías: pequeños (2.51 a 3.52 cm), medianos (3.53 a 4.54 cm) y grandes (4.55 a 5.56 cm). En *Acacia cornigera* el promedio del tamaño de domacios ocupados y vacíos por hormigas fue de 5.46 cm, asimismo el valor promedio de los domacios ocupados fue de 5.13 cm, por último se

tiene que el tamaño promedio de los domacios vacíos fue de 5.50 cm. Mientras que en *Acacia hindsii* el promedio de todos los domacios, el de los domacios ocupados y los domacios vacíos fue de 4.75 cm, 4.66 cm y 4.63 cm respectivamente (**Tabla 4**).

Tabla 4. Tamaño promedio (cm) de los domacios vacíos (sin presencia de hormigas) y ocupados (con presencia de hormigas) provenientes de *Acacia hindsii* y *Acacia cornigera*.

	<i>Acacia cornigera</i>	<i>Acacia hindsii</i>
Ocupados	5.13	4.66
Vacíos	5.50	4.63
Totales	5.46	4.75

De las especies de hormigas registradas, solamente tres se encontraron habitando domacios, *P. ferrugineus* habitó domacios pequeños a grandes (2.51-5.51cm) en *Acacia hindsii* y *Acacia cornigera*; mientras que *P. peperii* se encontró en domacios pequeños, medianos y grandes (2.40-5.56 cm), y *Crematogaster larreae* se registró sólo en domacios grandes (4.63-4.66 cm) provenientes de *Acacia hindsii* (Tabla 5).

Tabla 5. Tamaño de domacios (cm) ocupados por hormigas en acacias mirmecófilas.

<i>P. ferrugineus</i>	2.51-5.51
<i>P. peperii</i>	2.40-5.56
<i>Crematogaster larreae</i>	4.63-4.66

La relación entre el número de hormigas dentro de los domacios y el tamaño de dichas estructuras fue positiva débil ($r= 0.11174$) sin embargo no fue significativa ($p= 0.4756$; 41GL;) por tanto no hay una relación directa entre las variables antes mencionadas (Figura 14).

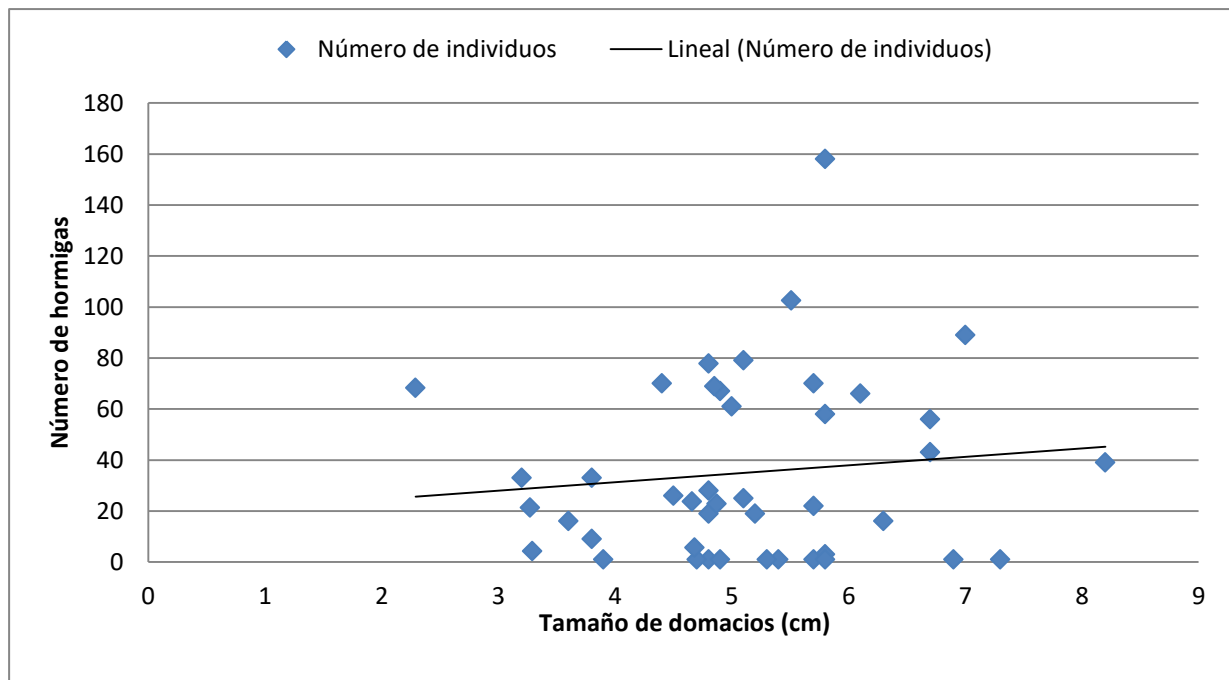


Figura 14. Relación entre el número de hormigas de los domacios y el tamaño de los domacios.

Ubicación de las hormigas en las acacias

Se observa que *P. ferrugineus* se puede encontrar desde los 50 a los 200 cm en *Acacia cornigera* mientras que en *Acacia hindsii* se encuentra desde los de 70 a 220 cm. *Pseudomyrmex peperii* se registró habitando *Acacia cornigera* desde los 20 cm hasta 300 cm mientras que en *Acacia hindsii* se encontró desde los 60 cm hasta los 210 cm. Por otro lado, *P. veneficus* sólo se halló en *Acacia hindsii* desde los 140 cm hasta los 210 cm. El resto de las hormigas no pertenecen al sistema *Acacia-Pseudomyrmex*, de ellas *P. pallidus* fue hallada en *Acacia cornigera* a 300 cm. Por su parte *Acacia hindsii* presentó hormigas no mutualistas desde los 100 cm hasta los 220 cm (Figura 15).

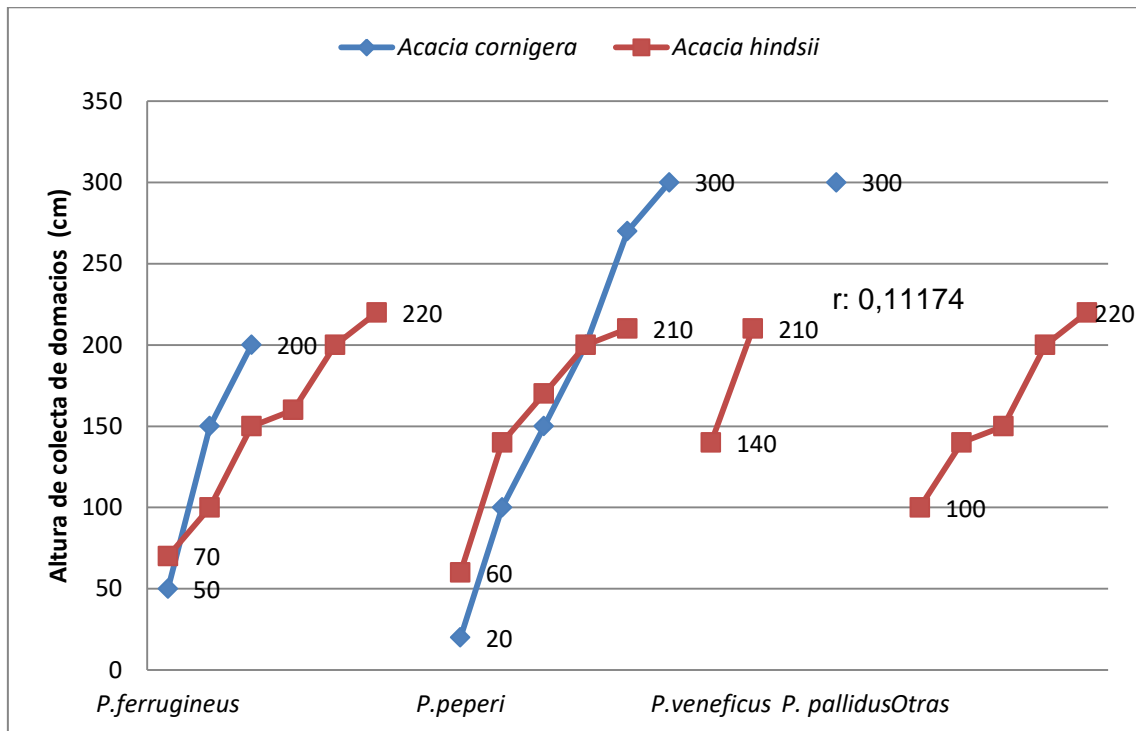


Figura 15. Relación entre las especies de hormigas y la altura de colecta (cm) de las acacias mirmecófilas, se muestran los registros de las tres especies mutualistas (*P. ferrugineus*, *P. peperi* y *P. veneficus*) y otras se refiere a las hormigas no mutualistas.

Artrópodos no formícidos

Se encontraron artrópodos no formícidos ajenos al sistema *Acacia-Pseudomyrmex* coexistiendo en las acacias mirmecófilas *A. cornigera* y *A. hindsii*. Estos correspondieron a: ácaros, colémbolos, tisanópteros, así como avispas parasitoides que posiblemente estaban parasitando a las larvas de *P. ferrugineus*. De igual manera se observaron arañas de las familias: Araneidae, Nephilidae y Salticidae (Fotografías en el **Anexo**).

Discusión

Diversidad de especies de hormigas

En total se registraron 17 especies de hormigas sobre *Acacia cornigera* y *Acacia hindsii*. Con base en los datos que aporta Ríos-Casanova (2014), representan el 20.24 % de la diversidad de hormigas del estado de Oaxaca, valor que supera a los registrados para entidades como Aguascalientes o Tlaxcala. Considerando la base de datos que proporciona Antmaps (2016) se contabilizan 147 especies de hormigas para el estado de Oaxaca, las 17 especies registradas en este trabajo cubrirían el 11.56 % de dichos registros. Aunque este estudio no se trata directamente de un análisis de biodiversidad cabe resaltar que las hormigas aquí registradas representan una riqueza cercana a entidades como Aguascalientes (con 24 especies) y a Tlaxcala (con 21 especies).

En *Acacia cornigera* se registraron solamente tres especies de hormigas de las cuales sólo 2 pertenecen al sistema mutualista *Acacia-Pseudomyrmex* (*P. ferrugineus* y *P. peperi*) la especie restante, *P. pallidus* es ajena a dicho sistema. *Acacia hindsii* concentró el mayor número de especies de hormigas (15), de las cuales solamente *P. ferrugineus*, *P. peperi* y *P. veneficus* pertenecen a dicho sistema las especies restantes son especies generalistas o parásitas.

Las discrepancias en el número de especies de hormigas asociadas a las dos especies de acacias se podría explicar por las diferencias en la producción de las recompensas de las plantas hospederas, estas recompensas pueden ser sitios de anidación, los nectarios extraflorales y los cuerpos de Belt (Heil et al., 2009). En dicho trabajo *Acacia cornigera* fue considerada como hospedera de altas recompensas, mientras que *Acacia hindsii* como de bajas recompensas, esto es importante porque en *Acacia cornigera* al haber más recursos se incrementa el patrullaje de las hormigas mutualistas y actúan de manera más rápida ante la presencia de daño causado por herbívoros, mientras que *Acacia hindsii* las hormigas muestra una respuesta menos agresiva y con menor número de obreras atendiendo el daño lo que provoca que sea más susceptible a ser explotada por herbívoros u otro tipo de hormigas, en el mismo

estudio se observaron mayor número de especies sobre *Acacia hindsii* tanto mutualistas como no mutualistas mientras que en *A. cornigera* solo se registraron especies mutualistas lo cual difiere de este trabajo porque se encontró a la especie no mutualista *P. pallidus*.

Se han descrito los hábitos alimenticios de los géneros de hormigas encontrados en este trabajo: algunas especies de los géneros *Cephalotes*, *Crematogaster*, *Azteca*, *Camponotus* y *Tapinoma* se consideran como omnívoras arborícolas, algunas otras pueden ser omnívoras generalistas como especies de *Camponotus*, *Crematogaster*, *Tapinoma* y *P. gracilis* (Groc et al., 2014; Toth, 2014). Estas hormigas podrían estar recolectando hojas hasta las recompensas que la planta provee a sus residentes. A pesar de que no hay una gran cantidad de estudios sobre todas las especies y su comportamiento en *Acacia cornigera* y *Acacia hindsii*, los pocos existentes consideran que las especies que no defienden a las acacias pueden ser oportunistas o parásitas, tal es el caso de *Camponotus planatus*, que de acuerdo a Raine et al., (2004) visita y anida en la especie mirmecófila *Acacia mayana* y explota principalmente los nectarios extraflorales pero no los cuerpos de Belt porque carece de adaptaciones larvales necesarias para aprovechar dicha recompensa, por tanto este recurso es menos propenso a ser explotado por las hormigas generalistas. Las biomoléculas que pueden ser explotadas de los cuerpos de Belt y de las hojas de ambas plantas mirmecófilas por las hormigas generalistas o parásitas son algunos carbohidratos como glucosa, fructosa, sacarosa, aminoácidos como ácido aspártico, serina, alanina, lisina, arginina, ácido glutámico, glutamina, leucina, asparagina, lípidos como ácido palmítico, ácido linoleico, ácido oleico y ácido esteárico (Heil et al., 2004).

Considerando la base de datos de Antmaps (2016), esta es la primera vez que se reporta a *Camponotus truncatus*, *Pseudomyrmex veneficus*, los géneros *Tapinoma* y *Cephalotes* fueron recientemente reportadas en el estado de Oaxaca por Varela et al, (2016). De este último género se reporta como nuevo registro la especie *Cephalotes scutulatus*, mientras que el género *Dorymyrmex* así como las especies *Crematogaster larreae*, *P. ferrugineus*, *P. gracilis* y *P. peperi* ya habían sido descritas para Oaxaca. Sin embargo, es importante resaltar que previamente se había descrito la presencia de *P. gracilis* en las especies mirmecófilas *Acacia cornigera* (Wetterer and Wetterer 2003) y *Acacia cedilloi* (Figueroa-Castro y Castaño-Meneses, 2004). A diferencia de los estudios anteriores en el presente se halló a *P. gracilis bicolor* en la especie *Acacia hindsii*, lo cual aporta nueva información sobre el hábitat de esta especie.

Janzen (1974), había reportado la presencia de *Crematogaster*, *azteca*, *Camponotus*, *Paracryptocerus* y *Pseudomyrmex* en acacias adultas abandonadas. En el presente trabajo se puede ver que también pueden estar presentes en acacias habitadas por hormigas mutualistas. Evidencia apoya por el registro de los géneros *Crematogaster*, *Ectatomma* y *Pseudomyrmex* sobre individuos de *Acacia cedilloi* (Figuroa-Castro y Castaño-Meneses, 2004).

El mayor número de especies se observó durante el mes de marzo tanto de especies mutualistas como no mutualistas. En este mes sólo se observó a una hormiga ajena al sistema *Acacia-Pseudomyrmex* sobre *Acacia cornigera* que fue *P. pallidus*, esta especie junto a *P. peperi* dan como resultado la mayor riqueza de todos los meses en dicha planta. *Acacia hindsii* también tuvo el mayor número de especies en este mes (10 especies no mutualistas y 2 especies mutualistas).

Abundancia

La alta especialización del sistema *Acacia-Pseudomyrmex* podría explicar que las especies mutualistas hayan tenido la mayor abundancia (80.98%) en las acacias mirmecófilas estudiadas mientras que las hormigas no mutualistas representaron sólo el 19.02%, de estas últimas la más abundante fue *Crematogaster larreae* con un valor de 10.81% (**Figura 9**). Particularmente en *Acacia cornigera* y *Acacia hindsii* durante todos los muestreos se mantuvo la tendencia de encontrar a las especies mutualistas *P. ferrugineus* y *P. peperi* con una mayor abundancia en comparación con las hormigas no mutualistas (**Figuras 10 y 11**).

Janzen (1975) y Raine et al., (2004) han observado que algunas especies siguen una estrategia r, es decir, producen una casta de aladas mayor, pero menor número de obreras para hacer eficiente la colonización de acacias mirmecófilas, algunas de estas especies son *P. nigropilosus*, *Camponotus planatus* y *P. gracilis* las cuales también se encontraron en este estudio y da una explicación parcial sobre el bajo número de hormigas obreras que aquí se encontraron.

Estadios de vida de hormigas

En el presente trabajo sólo se encontró un huevo que se sugiere que pertenece a la familia Pseudomyrmecinae. Al respecto, en algunos trabajos previos se ha mostrado la posibilidad de que en las acacias mirmecófilas estén anidando hormigas que no pertenecen al sistema *Acacia-Pseudomyrmex*, como el realizado por Raine et al. (2004), donde *Camponotus planatus*, especie considerada como parásito del sistema, presentó sitios de anidación en una misma planta de *Acacia mayana* compartida con la hospedera mutualista *Pseudomyrmex ferrugineus*. A diferencia de lo anterior, en el presente estudio no se observaron estadios juveniles de *Camponotus*, pero sí obreras de tres especies diferentes del mismo género, las cuales podrían haber estado a la búsqueda de nuevos sitios con recursos disponibles para su alimentación.

De las obreras no mutualistas encontradas, sólo *Crematogaster larreae* se encontró anidando en domacios, ello puede deberse a que sus hábitos son arborícolas y se ha documentado que puede habitar en huecos de árboles, en las ramas o tallos (Brown, 2000). Sin embargo, su comportamiento en las acacias mirmecófilas no es del todo claro puesto que sólo se han registrado obreras en dichas plantas. Otro género que se cita con el mismo comportamiento de *Crematogaster* en la compilación de Brown , (2000) es *Cephalotes*, por lo cual también sería probable encontrarlo anidando dichas plantas por la presencia de sitios de anidación así como porque algunas especies de este género se alimentan de polen mientras que a los individuos de *Crematogaster* se les considera como forrajeras generalistas.

Crematogaster larreae es una especie que se ha encontrado asociada con la planta *Larrea tridentata* en donde sus colonias están representadas por una reina y 789 obreras en promedio, en esta planta las hormigas realizan sus puestas a lo largo del año, sin embargo, en las acacias de este estudio no se encontró más que obreras cuya cantidad fue mucho menor que la reportada sobre la mencionada planta (Mackay et al., 1984). *Tapinoma sessile* es una especie poliginia que anida en *Sarracenia purpurea* y las obreras de la colonia pueden llegar a varios miles sobre estas plantas (Duffield y Snelling, 2002). A pesar de que las hormigas no mutualistas como *Crematogaster larreae* o *Tapinoma sessile* forman grandes colonias en otras plantas, su colonización en las acacias mirmecófilas no es eficiente puesto que se presentan en cantidades bajas, las especies que si tienen sitios de anidación en éstas son

Camponotus planatus, *P. gracilis* y *P. nigropilosus* de las cuales se registraron solo hormigas obreras en el presente estudio.

Requerimiento de espacio

El porcentaje de los domacios ocupados de *Acacia cornigera* fue de 36.17 % mientras que los domacios vacíos representaron el 63.83%. En *Acacia hindsii* los domacios ocupados tuvieron un porcentaje de 43.68% mientras que los domacios vacíos ocuparon el 56.32%. Esto puede deberse a las edades de las plantas debido a que como se ha estudiado anteriormente, las hormigas se van desplazando hacia las partes más altas o bien a la presencia de avispas parasitoides que parasitan a las larvas de las hormigas mutualistas. Dentro de los domacios se encontraron las especies *Crematogaster larreae*, *P. ferrugineus* y *P. peperi*, aunque cabe resaltar que no se registró la coexistencia entre ninguna de ellas.

El mayor porcentaje de domacios ocupados estuvo representado por *P. ferrugineus* seguido de *Crematogaster larreae* y *P. peperi* puesto que ambas especies fueron encontradas sólo en un domacio de cada acacia muestreada. Asimismo, *P. ferrugineus* como *C. larreae*, pueden ocupar domacios de tamaños similares, sin embargo no coexisten en ellos, esto puede deberse a procesos como la exclusión competitiva, el cual establece que dos especies no pueden coexistir de forma estable si compiten por los mismos recursos (Núñez y Núñez, 2008).

Relación de hormigas con la altura de colecta.

En *Acacia cornigera*, *P. peperi* fue la especie que se registró mayormente en el estrato arbóreo de las acacias, seguida de *P. ferrugineus*, de estas dos especies *P. peperi* fue encontrada en la máxima altura de colecta (300 cm), de igual manera, *P. pallidus* se registró a los 300 cm de altura, sin embargo se trata de una especie no mutualista (**Figura 15**). En *Acacia hindsii*, la mayor proporción de especies no mutualistas se encontró en alturas menores a los 150cm, *P. ferrugineus* y *P. peperi* tuvieron una mayor presencia en las diferentes alturas de colecta (**Figura 15**).

Las hormigas mutualistas que habitan la especie *Acacia hindsii* pueden estar ocupando los mismos espacios que las no mutualistas puesto que en las alturas de colecta su presencia es similar, en las partes más altas se presentan ambas pero en las partes más bajas predominaron las mutualistas *P. ferrugineus* a 0.5 m y *P. peperi* a 0.6 m, por su parte las no mutualistas se presentaron a partir del corte de 1m. En *Acacia cornigera* las hormigas mutualistas *P. ferrugineus* y *P. peperi* también se encontraron en las partes más bajas desde los 0.2 m a 0.50 m, pero al igual que en *Acacia hindsii* en las partes más altas se encontraron a individuos de *P. peperi* y *P. pallidus*, esta última se clasifica como no mutualista.

Artrópodos no formícidos

El estudio previo de Rathet (1987), ya señalaba la presencia de grupos de artrópodos “ajenos” al sistema mutualista *Acacia-Pseudomyrmex* en individuos de *Acacia collinsii* y *Acacia cornigera*, la disyuntiva es que mientras Rathet registra dichos organismos en acacias “muertas”, en el presente estudio se presentan algunas similitudes de artrópodos pero en individuos vivos, incluso habitados por hormigas mutualistas. Las similitudes encontradas corresponden a ácaros, salticidos y coleópteros, de esta manera se puede pensar que dichos organismos están presentes durante el desarrollo ontogénico de la planta durante el establecimiento del mutualismo así como cuando éste cesa. Los artrópodos encontrados dentro de los domacios fueron: larvas de coleópteros y hormigas de la especie *Crematogaster larreae* mientras las arañas (Araneidae, Nephilidae y Salticidae) se localizaron principalmente en las hojas de las acacias, en cuanto a los ácaros, colémbolos, trípodos y avispas parasitoides, es difícil precisar si estaban dentro o fuera de los domacios puesto que el material se fijó en alcohol sin antes tapar la entrada a los domacios, lo que implica que pudieron dispersarse con el movimiento del líquido, así que los individuos pudieron estar presentes tanto fuera como dentro de los domacios, sobre las ramas o bien en las hojas de éstas.

Los artrópodos encontrados en el presente estudio pueden tener distintos efectos sobre las plantas o las hormigas que participan en el sistema *Acacia-Pseudomyrmex*, por ejemplo, Janzen, 1969 reportó que algunos coleópteros (*Acanthoscelides oblongoguttatus*, *Mimosestes* sp. y *Stator subaenus*) pueden tener un efecto negativo sobre *Acacia cornigera* al contribuir con la destrucción del 20 al 80% de sus semillas,

otros aprovechan la conducta agresiva de las hormigas y establecen sus nichos ecológicos sobre estas plantas tal cual es el caso de la araña *Eustala illicita* que a través de mecanismos aún no conocidos habita las acacias mutualistas sin ser atacada (Hesselberg y Triana, 2010). Incluso algunas arañas llegan a alimentarse tanto de hormigas del sistema mutualista *Acacia-Pseudomyrmex* o bien de la hospedera y sus recompensas como la especie *Bagheera kiplingi* (Salticidae) cuya dieta principal son los cuerpos de Belt y en menor cantidad los nectarios extraflorales, a pesar de esto se alimenta de larvas de hormigas de este sistema y de otros invertebrados, su presencia podría resultar un tanto negativa en la estabilidad del mutualismo. Las diferentes interacciones como las nombradas antes evidencian que es importante seguir realizando estudios que contribuyan a esclarecer las relaciones entre las hormigas y plantas de dicho mutualismo con los demás grupos de artrópodos que los frecuentan para conocer si hay cambios en la estabilidad del sistema *Acacia-Pseudomyrmex* u otros datos ecológicos.

Se ha sugerido anteriormente que los mutualismos pueden ser explotados por especies que aprovechan los recursos que son proporcionados dentro del sistema mutualista sin ofrecer nada a cambio (Kautz et al., 2008). En el caso del sistema *Acacia-Pseudomyrmex*, la existencia de recompensas como cuerpos beltianos puede estar originando la presencia de otros artrópodos que sean explotadores de estos sistemas, aunque también una especie puede estar originando la presencia de otra a través de procesos como depredación en los distintos niveles tróficos. De las especies halladas hasta el momento se puede decir que de los artrópodos encontrados, las avispas parasitoides tienen un efecto negativo mayor hacia las hormigas mutualistas puesto las larvas de estas últimas son parasitadas por las avispas.

Conclusiones

- ❑ Se registraron 17 especies de hormigas correspondientes a 7 géneros y 4 subfamilias de las cuales 3 se encontraron sobre *Acacia cornigera* y 16 en *Acacia hindsii*.
- ❑ La mayor abundancia (80.98%) de hormigas estuvo representada por las mutualistas (3 especies) mientras que las hormigas no mutualistas (14 especies) tuvieron un valor de 19.02%.
- ❑ *Pseudomyrmex peperii* fue la especie mutualista con mayor abundancia (51.30%) mientras que de las no mutualistas fue *Crematogaster larreae* con 10.81%.
- ❑ De los estadios de vida encontrados sólo se halló un huevo que no pertenece a la subfamilia Pseudomyrmecinae, los demás estadios son particulares de las hormigas mutualista *P. ferrugineus* y *P. peperii*.
- ❑ *Pseudomyrmex ferrugineus* y *P. peperii* habitaron domacios con mayor rango de medidas (2.40 cm a 5.56 cm) mientras que *Crematogaster larreae* tuvo un rango más limitado (4.63 cm a 4.66 cm).
- ❑ Las funciones de artrópodos no formícidos indicadas por otros autores podrían estar interfiriendo en el sistema Acacia-Pseudomyrmex.

Literatura citada

- ❖ Antmaps. 2016. En línea: <http://antmaps.org/index.html>.(Marzo de 2016).
- ❖ Branstetter, M. G. y Sáenz, L. 2012. Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Guatemala. *Biodiversidad de Guatemala 2*: 221-228.
- ❖ Bronstein, J.L.2001.The exploitation of mutualisms. *Ecology Letters* 4:277–287.
- ❖ Brown, W. L.2000. Diversity of ants. Agosti, D., Majer, J.D., Alonso, L.E. y Schultz, T.R. (eds). *Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Washington, Biological Diversity Handbook Series, Smithsonian Institution Press,Pp: 280.
- ❖ Castaño-Meneses, G., Gómez-Acevedo, S.L. y Eguarte-Frums, L.E.2008.Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) asociadas a acacias mirmecófilas (Leguminosae: Mimosoideae) en México y Centroamérica. 105-110. En: E.G. estrada, A. Equihua, J.R. Padilla, A. Mendoza (eds.) *Entomología Mexicana* Vol. 7. XLIII Congreso nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología, A.C. Texcoco, México. 2008.
- ❖ Clement, L. W., Köppen, S.C., Brand, W.A. y Heil, M.2008. Strategies of a parasite of the ant–Acacia mutualism. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 62:953-962.
- ❖ Davidson, D.W., Snelling, R.R. y Longino, J.T.1989. Competition among ants for myrmecophytes and the significance of plant trichomes. *Biotropica* 21: 64-73.
- ❖ Davidson, D. W. y McKey, D.1993. The evolutionary ecology of symbiotic ant-plant relationships. *Journal of Hymenopteral Research* 2 (1): 13-83.
- ❖ Del Toro, I., Vásquez, M., Mackay, W.P., Rojas, P. y Zapata, M.R. 2009. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Tabasco: explorando la diversidad de la mirmecofauna en las selvas tropicales de baja altitud. *Dugesiana* 16 (1): 1-14.
- ❖ Del Val, E. y Dirzo, R.2004. Mirmecofilia: las plantas con ejército propio. *Interciencia* 29: 673-679.
- ❖ Duffield, R.M y Snelling, R.R. 2002. *Tapinoma sessile* (Hymenoptera: Formicidae) nest in association with the Northern Pitcher plant, *Sarracenia purpurea*. *Entomological Society of Washington* 104(3): 814-816.
- ❖ Fernández, F. y Palacio, E.E. 2003. Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt. (3ed). Bogotá, Colombia. Pp: 404.

- ❖ Figueroa-Castro, D. M. y Castaño-Meneses, G. 2004. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) asociadas a *Acacia cedilloi* L. Rico (Mimosaceae) en la reserva ecológica “El Edén”, Quintana Roo, México. *Entomología Mexicana* 3: 208-211.
- ❖ Gómez, A.S.L. 2010. Estudio comparativo de las tasas de diversificación de los subgéneros neotropicales de *Acacia* (Leguminosae: Mimosoidae). Tesis-Maestría. UNAM. México. Pp 128.
- ❖ Gómez-Acevedo, S., Rico-Arce, L., Delgado-Salinas, A., Magallón, S. y Eguiarte, L.E. 2010. Neotropical mutualism between *Acacia* and *Pseudomyrmex*: Phylogeny and divergence times. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 56: 393-408.
- ❖ Gómez-Acevedo, S., Trujillo, C.O., Castaño-Meneses, G., Martínez, T.J., Callejas-Chavero, A., Cueva del Castillo M.R. y Tapia, P.F. 2015. Mirmecofauna asociada a acacias mirmecófilas en Veracruz y Oaxaca, México. *Avances de Formicidae de México*. UNAM-Universidad de Guadalajara. Pp: 171-176.
- ❖ Groc, S., Delabie, J.H.C., Fernández, F., Leponce, M., Orivel, J., Silvestre, R., Vasconcelos, H.L. y Dejean, A. 2014. Leaf-litter ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in a pristine Guianese rainforest: stable functional structure versus high species turnover. *Myrmecological News* 19: 43-51.
- ❖ Heil, M., Baumann, B., Kruger, R y Linsenmair, K.E. 2004. Main nutrient compounds in food bodies of Mexican *Acacia* ant-plants. *Chemoecology* 14:45-52.
- ❖ Heil, M., González-Teuber, M., Clement, L.W., Kautz, S., Verhaagh, M., y Silva, B.J.C. 2009. Divergent investment strategies of *Acacia* myrmecophytes and the coexistence of mutualists and exploiters. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (43):18091-18096.
- ❖ Hesselberg, T. y Triana, E. 2010. The web of the acacia orb-spider *Eustala illicita* (Araneae: Araneidae) with notes on its natural history. *Journal of Arachnology* 38: 21-26.
- ❖ Ibarra-Manríquez, G. y Dirzo, R. 1990. Plantas mirmecófilas arbóreas de la Estación de Biología los Tuxtlas, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical* 38 (1): 79-82.
- ❖ Ibarra-Manríquez, G. y Sinaca, C. S. 1996. Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, México: Lista florística comentada (Mimosaceae a Verbenaceae). *Revista de Biología Tropical* 44(1): 41-60.
- ❖ INEGI. 2010. Compendio de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca. Clave geoestadística 20482.

- ❖ INEGI.2005. Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca. Clave geoestadística 20482.
- ❖ Janzen, D. H.1969. Seed-eaters versus seed size, number toxicity and dispersal. *Evolution* 23(1): 1-27.
- ❖ Janzen, D. H.1966. Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. *Evolution* 20 (3): 249-275.
- ❖ Janzen, D.H.1974. Swollen-thorn acacias of Central America. *Smithsonian Contributions to Botany* 13: 1-131.
- ❖ Janzen, D.H.1975. *Pseudomyrmex nigropilosa*: a parasite of a mutualism. *Science* 188: 936–937.
- ❖ Jolivet, P.1998. Interrelationship between insects and plants. CRC. EEUU. Pp 309.
- ❖ Kautz, S., Thorsten, L., Ward, P.S. y Heil. M.2008. How to prevent cheating: a digestive specialization ties mutualistic plant-ants to their ant-plant partners. *Evolution* 63 (4): 839–853.
- ❖ Kautz, S.2009. Acacia-inhabiting *Pseudomyrmex* ants-integrating physiological, behavioral, chemical and genetic data to understand the maintenance of ant-plant mutualisms. Tesis. Universidad de Duisburg- Essen. Alemania. Pp 166.
- ❖ Kautz, S., Ballhorn, D.J., Kroiss, J., Pauls, S.U., Moreau, C.S., Eilmus, S., Strohm, E. y Heil, M. 2012. Host plant use by competing *Acacia*-ants: Mutualists monopolize while parasites share hosts. *PLOS ONE* 7(5): e37691.
- ❖ Landeros Torres, I., García-Martínez, M.A., Oliva-Rivera, H., Galindo-Tovar, M.E., Lee-Espinosa, H. y Murguía-González, J.2009. Estudio preliminar de la mirmecofauna edáfica de la barranca de Metlác, Mpio. de Fortín de la Flores, Veracruz. En: Memorias del XLIV Congreso Nacional de Entomología (*Sociedad Mexicana de Entomología*),. Cabo San Lucas, Baja California Sur, México 8: 221-225.
- ❖ Lewis, G., Schrire, B., MacKinder, B. y Lock, M. (2005). Legumes of the world. Royal Botanic Gardens. Kew, Reino Unido. Pp: 577.
- ❖ Mackay, W.P., Pérez-Domínguez, F., Valdez, L.I. y Vielma, O.P.1984. La biología de *Crematogaster larreae* Buren (Hymenoptera: Formicidae). *Folia Entomológica Mexicana* 62: 75-80.

- ❖ MacKay, W. P. y MacKay, E.E. 1989. Clave de los géneros de hormigas en México (Hymenoptera:Formicidae. II Simposio Nacional de Insectos Sociales (México), p. 1-82.
- ❖ Meehan, C.J., Olson, E.J., Reudink, M.W., Kyser, T.K., Curry, R.L.2009 Herbivory in a spider through exploitation of an ant-plant mutualism. *Current Biology* 19:892–893.
- ❖ Nuñez, P.G. y Núñez, M.A.2006.Controversias en ecología: la competencia interespecífica y la estructuración de comunidades. *Revista de filosofía* 47:15.
- ❖ PAST (2015). *Software*.
- ❖ Raine, N.E.,Gammans, N., Macfadyen, I.J., Scrivner, G.K. y Stone., GN, 2004. Guards and thieves: antagonistic interactions between two ant species coexisting on the same ant-plant. *Ecological Entomology* 29: 345 – 352.
- ❖ Rathet, I. y Bronstein, L.J.1987. Dead Acacia Thorns: An undescribed arthropod habitat. *American Midland Naturalist* 118(1): 205-210.
- ❖ Rico-Arce, M.L.1994. Nueva especie mirmecófila de Acacia (Leguminosae) de la península de Yucatán, México. *Acta Botánica Mexicana* 26: 7 – 10.
- ❖ Rico, A. M.L.2001. El género *Acacia* (Leguminosae, Mimosoideae) en el estado de Oaxaca, México. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 58 (2): 251 -302.
- ❖ Rico-Arce, M. de L.2007. A checklist and synopsis of American species of *Acacia* (Leguminosae: Mimosoideae). CONABIO. México, D.F. Pp: 207.
- ❖ Rico-Arce, M.L.2011. Novedades sobre el polen de *Acacia* Mayana, especie poco conocida (Leguminosae; Mimosoideae; Acacieae). *Revista mexicana de biodiversidad* 82-1:275-280. ISSN 2007-8706.
- ❖ Ríos-Casanova, L.2014. Biodiversidad de hormigas en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 392-398.
- ❖ Rojas, F. P.2001. Las hormigas del suelo en México: Diversidad, distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoológica Mexicana*: pp189-238.
- ❖ Sánchez-Galván, I.R. y Rico-Gray, V.2012. Contraste en la eficiencia defensiva de dos especies de hormigas del género *Pseudomyrmex* sobre plantas de *Acacia cornigera*. *Cuadernos de biodiversidad* 36: 10-16.
- ❖ Toth, L. P.2014. Elongate Twig Ant, Mexican Twig Ant (suggested common names), *Pseudomyrmex gracilis* (Fabricius) (Insecta: Hymenoptera: Formicidae: Pseudomyrmecinae). University of Florida. Pp, 5. En línea: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN75200.pdf>
- ❖ Varela-Hernández, F., Riquelme, F., Reyes-Prado, H. y Jones, R.W. 2016. New records of ants from Oaxaca, southern Mexico. *Southwestern Entomologist* 41(3):705-714.

- ❖ Vásquez-Bolaños, M.2011. Lista de especies de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) para México. *Dugesiana* 18 (1): 94-133.
- ❖ Ward, P.S.1989.Systematic studies on pseudomyrmecine ants: revision of the *Pseudomyrmex oculatus* and *P. subtilissimus* species groups, with taxonomic comments on other species. *Quaestiones Entomologicae* 25: 393–468.
- ❖ Ward, P.S.1993. Systematics studies on *Pseudomyrmex* acacia-ants (Hymenoptera: Formicidae: Pseudomyrmecinae). *J. Hym.Res.* 2:117-168.
- ❖ Wetterer, J.K. y Wetterer, A.L.2003. Ants (Hymenoptera: Formicidae) on non-native neotropical ant-acacias (Fabales: Fabaceae) in Florida. *The Florida Entomologist* 86: 460-463.
- ❖ Wheeler, W.M.1913.Observations on the Central American Acacia Ants (ed. K. Jordan and H. Eltringham). Pp. 109–139.International Conference of Entomology, Oxford, August 1912.Vol. 2 Transactions, Hazell Watson and Viney Ltd, London.

Anexo

Anexo. Fotografías de artrópodos que no forman parte del sistema *Acacia-Pseudomyrmex*.



Ácaro



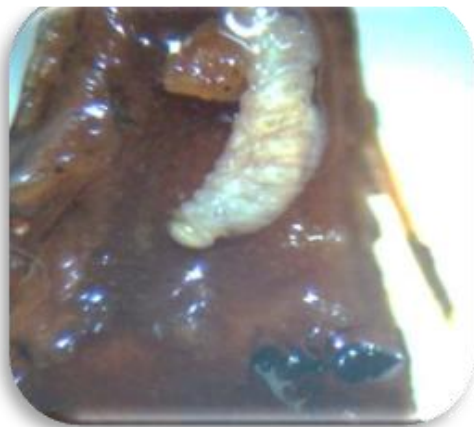
Nephila clavipes



Avispa parasitoide



Larva de *P. ferrugineus* posiblemente parasitada por una avispa parasitoide



Larva coexistiendo con *Crematogaster larreae*.
~ 43 ~



Organismo de la familia Thripidae