



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**LAS HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)  
DE LA RESERVA ECOLÓGICA DEL PEDREGAL DE  
SAN ÁNGEL, D.F. MÉXICO.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGO**

**P R E S E N T A:**

**RAFAEL ALEJANDRO HERNÁNDEZ GUZMÁN**



**DIRECTORA DE TESIS:**

**M. EN C. PATRICIA ROJAS FERNÁNDEZ  
2010**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

1. Datos del alumno

Hernández  
Guzmán  
Rafael Alejandro  
55 18 42 87 29  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
303820732

2. Datos del tutor

M. en C.  
Patricia  
Rojas  
Fernández

3. Datos del sinodal 1

M. en C.  
Moisés Armando  
Luis  
Martínez

4. Datos del sinodal 2

Biól.  
Mercedes Guadalupe  
López  
Campos

5. Datos del sinodal 3

M. en C.  
Omar  
Ávalos  
Hernández

6. Datos del sinodal 4

Biól.  
Marysol  
Trujano  
Ortega

7. Datos del trabajo escrito

La fauna de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la Reserva Ecológica del Pedregal  
de San Ángel, D. F. México

105p

2010

## Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México, que por generaciones, ha sido la cuna intelectual de un sin número de personas muy preparadas, que no en pocas ocasiones, han demostrado que la ciencia y las humanidades pueden sobresalir en México a pesar de las dificultades que enfrentamos como país. Espero algún día poder demostrar lo mismo en mi campo, porque todo lo que soy como universitario y futuro científico se lo debo a ella. Gracias *alma mater*.

Al Instituto de Ecología de Xalapa, que me apoyó con el equipo, el material, la información, el espacio, el dinero y sobre todo, el personal más que calificado para colaborar en la elaboración de esta tesis.

A la M. en C. Patricia Rojas Fernández, mi directora de tesis, quien no sólo desempeñó de gran manera su tarea como tutora en la realización de este trabajo, sino que me contagió esa formidable pasión por el estudio e investigación de este grupo de insectos en más de un aspecto de su biología, como son la Ecología, la Evolución, la Taxonomía y por la historia de su estudio.

Al técnico Antonio Ángeles Varela, por su gran ayuda en la toma y edición de las fotografías de los especímenes que aparecen en este trabajo y por proporcionarme en varias ocasiones el material que yo llegaba a necesitar en el campo y en el laboratorio.

A mis revisores: M. en C. Omar Ávalos, por sus correcciones, ayuda y consejos en el análisis estadístico y por proporcionarme la herramienta necesaria para llevar a cabo esta tarea, Biól. Mercedes Guadalupe (Lupita), Biól. Marysol Trujano y M. En C. Moisés Armando, por las primeras y últimas revisiones y por los consejos para mejorar este trabajo.

A la bióloga Lizbeth Landa Hernández, por ayudarme en algunas revisiones de las claves y del escrito.

A todos los integrantes de la Red de Sistemática y Biodiversidad del INECOL, algunos ya mencionados, por su apoyo académico, técnico, moral, su disposición, su buena voluntad y por su amistad incondicional, particularmente al Dr. Carlos Fragoso González, a las biólogas Adriana Casallas, Lizbeth Landa, Gabriela Olvera, a Elizabeth Campos, Karina Cué y Valeria López.

A Ramiro Ayala, por facilitarme algunas muestras de hormigas del pedregal de su tesis, incluida una especie no colectada en mi muestreo, y por tanto, por su contribución al crecimiento del listado de las especies en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.

Al equipo del taller de Biología de Insectos de México y el Museo de Zoología, Entomología de la Facultad de Ciencias: Al Dr. Jorge Llorente, M. en C. Roxana Acosta y M. en C. Olivia Yañez. Por ser todos ellos los primeros en impulsarme a trabajar en este proyecto.

Al biólogo Noé Pacheco Coronel, por facilitarme algunas muestras de hormigas que él recolectó para mí durante sus muestreos de mamíferos en la REPSA.

A la Dra. Gabriela Castaño Meneses, por sus aportaciones bibliográficas para este trabajo.

Al Dr. Antonio Lot, quien me proporcionó los permisos necesarios para recolectar en la Reserva.

A Phil S. Ward, de la Universidad de California, por ayudarme en la identificación del género *Pseudomyrmex*.

## Dedicatorias

A mis patrocinadores oficiales, mis papás, y estoy seguro que no lo digo por el dinero en primera instancia, sino por su apoyo moral, absoluto. Por el simple hecho de que soy una parte del producto de sus últimos veintitantos años de vida, y yo soy feliz de que así sea, así que les agradezco todo. Me es imposible concebir este trabajo y cualquier cosa que haga antes y después de esto sin que la figura de ambos se haga presente.

A mis hermanos David y Karen, por soportarme, sobre todo últimamente, durante su vida universitaria.

Al resto de mi familia: a mis abuelos que ya no están, Rafa y Juan; y a las que aun siguen aquí, Julia y Cheva; a todos y cada uno de mis tíos y primos, consanguíneos y políticos, cercanos y lejanos, chicos y grandes, ya no sé ni cuántos son (no sé cuántos, pero sí sé quiénes).

A mis amigos; que me tomaré la libertad de dividir, de encajonarlos en el buen sentido para que este texto de la impresión de tener un orden coherente y subjetivo, espero que no tenga muchos huecos.

A los que por llevar mucho tiempo de convivencia durante mis estudios universitarios, se han vuelto una especie de familia para mí: Juan Carlos, Ulises, Tania, Angélica, Carlos (Guerrero), Jimena y Joaquín.

A los que conozco de hace tiempo y que por alguna razón la vida no nos deja festejarla juntos tan seguido, pero que quiero de la misma manera. A las del buen rock y las fiestas groovies: Yolanda, Moni (queen), Mitzy y Jaq tullí; a Diana, Dulce, Vere, Beto, Carlitos y Ana; a Clau, Daniela, Cristian, Wendy y Johana; a Rita y Liber, a la banda del cuadro generación 2006: Víctor, Martha, Clau, Vero, Rubén, Ramiro, Eli y Yoali; a Alejandro Larck, Oscar, Fany, Viri, Anel, Cintia y Ana Laura; a Edgar Ramírez, cállate Ceci, Talía y Wirkalla.

A los que conozco no hace mucho tiempo, pero igual que los demás, seguro se han ganado todo mi cariño: Kale, Karina, Silvia, Bere, Vale, Marizol, Adriana Casallas, Gabriela Olvera, Karina Cué y Toño Ángeles.

A mis hermanos de la prepa: Leo, Ulises, Fercho, Mario, Omar, Edgar y Lalo. A otros amigos de la prepa, secundaria o Acapulco en general, que igual tengo en muy alta estima: Gerardo, Trini, Nacho, Domingo, Miguel Ángel y Nalle.

A otros amigos, compañeros, profesores, gente; que de una u otra manera contribuyeron con mi formación.

Y así hasta el infinito...

## ÍNDICE

### RESUMEN

#### **INTRODUCCIÓN.....1**

Importancia de las hormigas en los ecosistemas.....1

Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.....1

Justificación.....2

#### **ANTECEDENTES.....3**

Taxonomía de la familia Formicidae.....4

Origen del grupo.....4

Ciclo de vida de las hormigas.....4

Alimentación.....6

Ecología y grupos funcionales de las hormigas.....7

Estudios previos sobre hormigas en México.....9

#### **OBJETIVOS.....10**

#### **ZONA DE ESTUDIO.....11**

Localización.....11

Geología y suelo.....12

Clima y estacionalidad.....13

Vegetación.....13

Topología.....14

#### **MÉTODOS.....15**

1. Transectos y estaciones de muestreo.....15

a) *Muestreo estandarizado*.....15

b) *Muestreo no estandarizado*.....17

2. Métodos de separación y montaje de especímenes.....17

3. Identificación de las especies.....17

4. Tratamiento de los datos.....19

4.1	Determinación de grupos funcionales.....	19
4.2	Estimación de la abundancia de las especies.....	19
4.3	Medición de la riqueza específica.....	20
4.3.1	<i>Riqueza específica</i> .....	20
4.3.2	<i>Funciones de acumulación de especies</i> .....	20
4.3.3	<i>Métodos no paramétricos</i> .....	22
	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>25</b>
	Lista de especies.....	25
	Grupos funcionales.....	28
	Patrones de abundancia de las especies.....	31
	Funciones de acumulación de especies.....	32
	Riqueza estimada.....	34
	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>35</b>
	Riqueza específica.....	35
	Nuevos registros.....	36
	Especies invasoras.....	36
	Sitios de anidación.....	37
	Grupos funcionales.....	39
	Abundancia de las especies.....	40
	Funciones de acumulación de especies.....	42
	Métodos no paramétricos.....	43
	<b>Clave para las subfamilias de hormigas de la REPSA</b> .....	<b>44</b>
	Subfamilia Dolichoderinae.....	46
	Clave para los géneros de la subfamilia Dolichoderinae.....	47
	Subfamilia Ecitoninae.....	51
	Subfamilia Formicinae.....	53
	Clave para los géneros de la subfamilia Formicinae.....	53

Clave para las especies del género Formica.....	55
Subfamilia Myrmicinae.....	61
Clave para los géneros de la subfamilia Myrmicinae.....	62
Clave para las especies del género Monomorium.....	64
Clave para las especies del género Pheidole.....	64
Clave para las especies del género Solenopsis.....	65
Clave para las especies del género Temnothorax.....	65
Subfamilia Ponerinae.....	72
Subfamilia Pseudomyrmecinae.....	74
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>76</b>
<b>PERSPECTIVAS A FUTURO.....</b>	<b>77</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA CITADA.....</b>	<b>78</b>
<b>GLOSARIO PARA LAS CLAVES DE IDENTIFICACIÓN.....</b>	<b>89</b>
<b>Fotos de la fauna de hormigas de la REPSA.....</b>	<b>95</b>

## RESUMEN

Se realiza un estudio faunístico de las especies de hormigas de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, un ecosistema de matorral xerófilo de clima templado sub-húmedo que se encuentra en un proceso sucesional a partir de un derrame volcánico reciente. Se realizaron métodos de muestreo estandarizados y no estandarizados en temporadas de lluvias y secas. Se registran 21 especies de hormigas para la zona con algunos datos de su biología y comportamiento, se aumentan de manera significativa el número de especies registradas para la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y para el Distrito Federal. Las subfamilias Myrmicinae y Formicinae son las más diversas. Se registran dos especies exóticas invasoras y una nativa, abundante en los alrededores y potencialmente dañina (*Solenopsis geminata*). También se realizaron análisis de aspectos ecológicos de la comunidad, como son riqueza específica, abundancia y grupos funcionales, de este último se observa que la comunidad de hormigas de la REPSA está dominada por grupos mejor adaptados a climas templados y con altos niveles de estrés ambiental, seguidos por especies de hormigas de climas fríos. Se observa que los métodos de recolecta estandarizados que se utilizaron no son los mejores o hace falta un esfuerzo de colecta mayor para un ambiente difícil para las hormigas a causa del poco suelo existente.

## INTRODUCCIÓN

### Importancia de las hormigas en los ecosistemas

Conocer la diversidad de grupos como el de las hormigas y las interacciones en las que participan es indispensable para comprender procesos como la dinámica, composición y estructura de los ecosistemas.

Debido a su abundancia y al rol que juegan en el suelo, las hormigas, junto con las lombrices y las termitas, son los grupos de macrofauna más importantes del suelo, su influencia es tal que se les ha denominado “ingenieros del ecosistema” (Lavelle y Spain, 2001). Estos grupos modifican las propiedades físicas y químicas del suelo mientras realizan actividades encaminadas a su alimentación y a la construcción de nidos. Estas actividades afectan a los procesos de desarrollo y fertilidad del suelo y a su vez pueden afectar la naturaleza y distribución de la vegetación que en él crezca, al menos en una escala local (Lavelle y Spain, 2001).

### Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel

La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) tiene como objetivo la conservación del matorral xerófilo de palo loco. Es la única de este tipo en el Valle de México, posee una comunidad vegetal poco común y actualmente es objeto de varios estudios dentro de las ciencias biológicas (Castillo-Argüero *et al.*, 2004). Los matorrales xerófilos, son uno de los ecosistemas que albergan menor cantidad de especies de hormigas (Rojas, 2001). Sin embargo estos ensamblajes de especies tienen características únicas y adaptaciones especiales al ambiente, estableciendo interacciones específicas con diversos grupos de plantas y animales. El estudio de su diversidad nos permitirá conocer un poco más sobre la estructura de estos interesantes biomas.

Trabajos anteriores sobre la macrofauna de la REPSA registran siete especies de hormigas identificadas sólo hasta nivel genérico (Blanco-Becerril, 2009; Rueda-Salazar y Cano-Santana, 2009). Para un ambiente con vegetación predominante de tipo matorral xerófilo en México, se calcula que puede haber de 14 a 26 especies sólo para hormigas del suelo (Rojas, 2001).

## Justificación

La importancia de este trabajo radica en que los estudios faunísticos que ayuden a la identificación de un grupo tan diverso en nuestro país, aún son muy escasos, sobre todo en la meseta central, el altiplano y el Pacífico (Rojas, com. per.), a pesar de jugar un papel ecológico muy importante en la mayoría de los ecosistemas.

El presente estudio es el primero de este tipo para la REPSA y para el Distrito Federal; se tienen registros aislados y algunos estudios de regiones geográficas que abarcan zonas del Valle de México como el estado de México e Hidalgo, y algunos más para el estado de Puebla (Forel, 1899; Kempf, 1972; Watkins, 1982; Hernández-Ruiz y Castaño-Meneses, 2006; Hernández-Ruiz *et al.*, 2009; Guzmán-Mendoza *et al.*, 2010; Varela Hernández y Castaño-Meneses, 2010).

## ***ANTECEDENTES***

Las hormigas pertenecen a la familia Formicidae, dentro de la superfamilia Vespoidea (Little, 1957; Hölldobler y Wilson, 1990). Se han descrito unas 12,700 especies de hormigas (Agosti y Johnson, 2010), de las cuales 600 habitan en la región Neártica y más de 2,000 en la región Neotropical (Bolton *et al.*, 2006). Aunque las hormigas ocupan el 1.5% del número total de insectos (Wilson, 2000) componen al menos un tercio de su biomasa (Wilson y Hölldobler, 2005).

Los formicidos viven en colonias con nidos construídos generalmente en el suelo. Usualmente hay dos castas constituidas únicamente por hembras: obreras, hembras estériles, encargadas de cuidar a la reina, las larvas y los huevos, construir y reparar el nido y de defender la colonia; y las reinas, que se aparean sólo una vez pero producen huevos a lo largo de sus vidas (Bland y Jaques, 1978). Los machos, cuya función es únicamente reproductiva, no juegan un papel en la colonia que los ha procreado y se limitan a ser alimentados por sus hermanas (Hölldobler y Wilson, 1990). La taxonomía de este grupo está basada en la morfología de la casta obrera y sólo para algunos grupos es necesario encontrar a los soldados, los machos o las reinas para la identificación a nivel específico (Wilson, 2003).

Las características distintivas de la familia Formicidae son: (1) antenas geniculadas; (2) el mesosoma y el gáster unidos por un pedicelo abdominal y (3) la glándula metapleural, que produce ácido fenil-acético utilizado para controlar las poblaciones de hongos y bacterias en el nido (Maschwitz *et al.*, 1970).

Los himenópteros sociales, como las hormigas, avispas y abejas comparten dos características que los distinguen: llevan una vida sedentaria dentro en un nido y todos los machos son haploides. Además, las hormigas difieren del resto en que por lo general forman colonias perennes e iteróparas. Lo anterior afecta la dinámica de las poblaciones de estos grupos, que reacciona de manera distinta a los cambios ambientales (Seppä, 2008). Los mirmecólogos, personas dedicadas al estudio de las hormigas, toman esto en cuenta para establecer los protocolos de colecta, que suelen ser distintos a aquellos aplicados para otros grupos de insectos.

## *Taxonomía de la familia Formicidae*

Las hormigas pertenecen al orden Hymenoptera, suborden Apocrita (Aculeata), junto con avispas, abejas y otros insectos depredadores y parásitos. Dentro de la superfamilia Vespoidea encontramos a la familia Formicidae, donde se ubican las hormigas (Hölldobler y Wilson, 1990). La familia Formicidae está dividida en 25 subfamilias, cuatro de ellas sólo conocidas en el registro fósil, y comprende a 299 géneros y poco más de 12,700 especies (Agosti y Johnson, 2010). Para México se conocen 11 subfamilias: Cerapachyinae, Dolichoderinae, Ecitoninae, Formicinae, Myrmicinae, Pseudomyrmecinae y las poneromorfas, recientemente nombradas por Bolton (2003): Amblyoponinae, Ectatomminae, Heteroponerinae, Ponerinae y Proceratiinae.

## *Origen del grupo*

El grupo de las hormigas emergió en el Cretácico, aproximadamente hace 140 millones de años según análisis de extrapolación de divergencia de ADN (Wilson y Hölldobler, 2005), *Sphecomyrma freyi* es la especie más antigua que se conoce y sus características morfológicas establecen un vínculo perfecto entre las hormigas modernas y las avispas acuelatas no sociales (Hölldobler y Wilson, 1990). La radiación adaptativa de este grupo junto con el de las angiospermas, sugiere que, al igual que otros grupos de artrópodos, las hormigas jugaron un papel importante en la diversificación de las plantas con flores (Wilson y Hölldobler, 2005).

La fauna actual de Formicidae comenzó a establecerse desde mediados del Eoceno hace unos 45 millones de años (Wilson y Hölldobler, 2005).

## *Ciclo de vida de las hormigas*

El ciclo de vida de las hormigas se resume en la figura 1. Son insectos holometábolos con tres a seis etapas larvarias y una pupal, el sexo es determinado por un sistema de haplo-diploidía, esto es, los machos son haploides y las hembras diploides (Hölldobler y Wilson, 1990), aunque en algunos grupos de poneromorfas

existe partenogénesis (Jaffé, 2004). Las castas pueden definirse de manera morfológica aunque las actividades que desempeñan pueden variar en función del tiempo según las necesidades de la colonia, estas pueden ser llamadas castas temporales, también pueden definirse castas fisiológicas (Hölldobler y Wilson, 1990).

Los machos mueren después del vuelo nupcial, su única función es reproductiva, las obreras viven de unas semanas a dos años, se encargan de todas las tareas de la colonia, excepto las reproductivas; las reinas pueden vivir varios años según la especie, pero el promedio oscila entre los cinco y los 10 años (Hölldobler y Wilson, 1990).

El ciclo de vida de una colonia consta de tres etapas: fundadora, exponencial o ergonómica, y reproductiva (Hölldobler y Wilson, 1990).

La primera comienza con la época de reproducción, donde los machos alados y las reinas aladas salen de los nidos en lo que se conoce como el vuelo nupcial, que ocurre una vez al año, la hembra puede aparearse con uno o varios machos y sólo unas pocas sobreviven a los obstáculos y a los depredadores (Fernández, 2003a y Jaffé, 2004), si lo hacen y encuentran el sitio adecuado, se deshacen de sus alas, comienzan la construcción de un nuevo nido y pone sus primeros huevos (Hölldobler y Wilson, 1990).

La segunda etapa transcurre cuando las primeras obreras se ocupan de la crianza de la descendencia de la reina y la población de la colonia se incrementa en tamaño y complejidad (Hölldobler y Wilson, 1990).

La última etapa, la reproductiva, comienza cuando la colonia alcanza su nivel de crecimiento asintótico y entonces se producen machos alados en primero, y al final se producen reinas en lo que se conoce como etapa reproductiva madura (Hölldobler y Wilson, 1990).

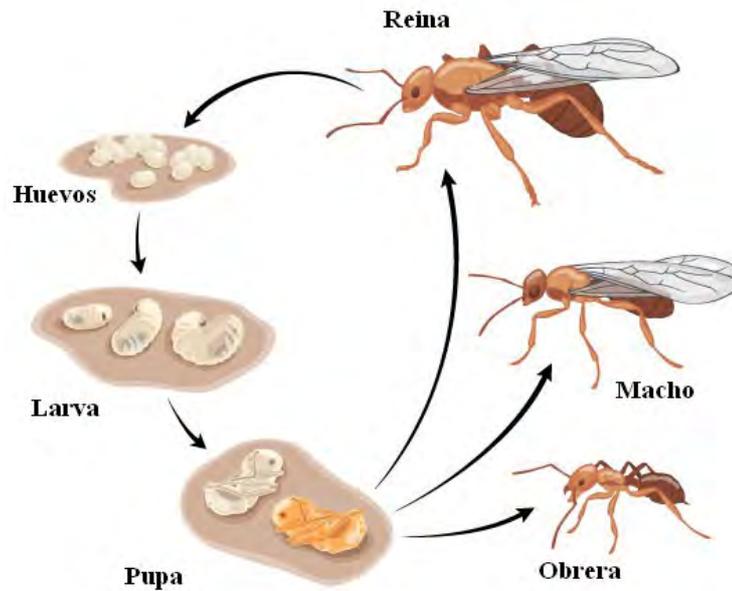


Figura 1. Ciclo de vida general de las hormigas. La reina es la única con una función reproductora dentro de la colonia, la gran mayoría de la progenie se diferenciará a obreras y sólo cuando la colonia esté lista, se producirán otras hembras futuras reinas y machos alados, quienes llegado el momento, saldrán del nido en un vuelo nupcial, para reproducirse con hormigas de otras colonias y fundar nuevos nidos.

## *Alimentación*

En general, la dieta de las larvas se basa en proteínas por encontrarse en su fase de crecimiento, mientras que la dieta de los adultos se basa en carbohidratos ya que necesitan energía (Jaffé, 2004).

La mayoría de las especies son depredadoras de otros artrópodos y algunos grupos se especializan en presas específicas, p. ej. otras hormigas, termitas y huevos de artrópodos. También existen varios tipos de adaptaciones y especializaciones hacia la recolección de semillas, herbivoría, fungivoría y a la trofobiosis (Hölldobler y Wilson, 1990), esta última es una compleja relación mutualista con algunos hemípteros y larvas de lepidópteros, de donde las hormigas obtienen la ligamaza, que es un derivado de la savia, una mezcla compleja de carbohidratos, aminoácidos, aminos, auxinas, sales y otros compuestos (Delabie y Fernández, 2003).

## *Ecología y grupos funcionales de las hormigas*

Un gremio es una clasificación que agrupa a las especies que habitan en determinado ecosistema y que subsisten con las mismas estrategias y recursos para la ocupación de un nicho ecológico (Silvestre *et al.*, 2003). Un grupo funcional es una categoría más amplia que puede englobar a más de un gremio o conjunto de especies, pero en general pueden ser considerados como sinónimos (Silvestre *et al.*, 2003).

Una clasificación reciente de grupos funcionales de las hormigas propuesta por Andersen (1995; 1997; 2000), se basa en la predominancia de ciertos grupos según sus historias de vida, capacidad de captura de recursos, respuestas estrés y perturbaciones, clima, disponibilidad de nidos, reservas de alimento y la estructura de su microhábitat. Los grupos propuestos son nueve: Dolichoderinae dominante, Camponotini subordinados, especializadas a climas fríos, especializadas a climas cálidos, especializadas a climas tropicales, especies crípticas, oportunistas, Myrmicinae generalistas y depredadores especializados.

Para la Ecología de comunidades, es importante identificar dichos gremios, de manera que éstos trasciendan de los límites taxonómicos y biogeográficos y se logren mejores predicciones a las respuestas al estrés y a las perturbaciones (Andersen, 2000).

A continuación se describen las características de los grupos propuestos por Andersen (1995; 1997; 2000):

***Dolicoderinas dominantes:*** A pesar del nombre y a diferencia de lo que sucede en Australia, la influencia competitiva de este grupo sobre otros en la región neártica no es muy notable, si acaso más conspicua en zonas áridas y de altitudes bajas, mientras que en zonas templadas es mínima (Andersen, 2000).

***Camponotinas subordinadas:*** *Camponotus* es el único género de este grupo en la región neártica. En general, el comportamiento de las especies neárticas de este grupo no es competitivamente dominante (Andersen, 1997, 2000) y a pesar de ser un género hiperdiverso (Hölldobler y Wilson, 1990) sus abundancias relativas no son muy altas.

***Especializadas a climas cálidos:*** Las hormigas del género *Solenopsis* del grupo *geminata* están incluídas en este grupo (Taber, 2000). Según Andersen (1997), no son

el género más dominante de este grupo en Estados Unidos, pero se caracterizan por ser en extremo termofílicas y muy competitivas en los cebos.

**Especializadas a climas fríos:** Los taxones de este grupo se distribuyen hacia las zonas templadas del norte de América, mientras en latitudes bajas, este grupo está restringido a grandes alturas y viven en hábitats donde las dolícoderinas dominantes no son muy abundantes (Andersen, 1997).

**Especializadas a climas tropicales:** Los géneros pertenecientes al grupo de climas tropicales tienen una distribución más amplia hacia el Neotrópico y no tienen mucha penetración en zonas neárticas (Andersen, 1997).

**Especies crípticas:** Un gran número de géneros se ubican en este grupo, en general son especies muy pequeñas e hipógeas que no interactúan mucho con otras especies en la superficie (Andersen, 1995; 1997), son generalmente mirmicinas y poneromorfas (Andersen, 2000).

**Especies oportunistas:** Este grupo lo forman especies con un amplio rango de distribución y diversidad de hábitats, por lo regular sin dietas especializadas y un pobre comportamiento competitivo (Andersen, 1997). En otras palabras, las especies oportunistas son características de sitios naturales con un alto grado de estrés ambiental como suelos pobres, lugares con poca comida y climas fríos o bien, de sitios perturbados (Andersen, 1997, 2000).

**Mirmicinas generalistas:** Conformado por taxones de amplia distribución y muy abundantes en zonas cálidas (Andersen, 2000). En Norte América éste es el grupo dominante en zonas áridas y templadas, sólo en sitios fríos es inconspicuo (Cuadro 6). Es posible que el éxito del grupo para dominar los sitios menos fríos de la región neártica se deba a una mayor tolerancia al estrés ambiental que la que tienen las dolícoderinas dominantes (Andersen, 2000). Sólo tres géneros se agrupan en esta clasificación: *Crematogaster*, *Monomorium* y *Pheidole* (Andersen, 1997, 2000).

## *Estudios previos sobre hormigas en México*

Existen varios trabajos que desde mediados del siglo XIX comenzaron a identificar la formicofauna mexicana, Forel (1899) resumió estos registros en *Biología Centrali-Americana*.

Para el siglo XX el conocimiento de los grupos de hormigas en México se incrementó gracias a algunos estudios (Brown, 1957; Watkins, 1982; Mackay, 1995, 1997, 1998, 2000; Rojas y Fragoso, 2000; Rojas y Cartas, 1997; Flores-Maldonado *et al.*, 1999), recopilaciones de registros publicados y no publicados (Kempff, 1972), y otros estudios de la macrofauna del suelo (Lavelle y Kohlman, 1984) en regiones y ambientes variadas de todo el territorio nacional.

Para finales del siglo XX el número de especies de hormigas, con localidad tipo para México, era de 160, pero Rojas (2001) recopila información y obtiene nuevos registros de especies, sobre todo en el estado de Veracruz; para ese año, el número de especies del suelo totales en México es de 407, agrupadas en 78 géneros. Rojas (En prensa) agrupa información de diversos estudios de 20 años a la fecha y estima que la diversidad irá en aumento conforme se realicen estudios en zonas sin ningún registro de hormigas. Otros estudios reconocen para la meseta central, que comprende 10 estados del centro del país, que existen 60 especies de 21 géneros y para el Distrito Federal se tienen registradas al menos cinco especies (Rojas, 2001; Rojas, com. pers.), estos datos sólo incluyen a las hormigas del suelo y no a las que habitan el estrato arbóreo, los datos pueden ir en aumento y su inexactitud se debe a la escasez de estudios faunísticos para este grupo en gran parte del territorio mexicano, a excepción del ya mencionado estado de Veracruz (Rojas, 2001). En los últimos años los estudios faunísticos de hormigas en el centro del país van en aumento (p. ej. Varela Hernández y Castaño-Meneses, 2010)

## **OBJETIVOS**

### **General**

Determinar la riqueza y composición faunística de las hormigas de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, D.F., México.

### **Particulares**

Realizar el inventario faunístico de las especies de hormigas del sitio.

Determinar los patrones de abundancia del grupo en el sitio.

Conocer los grupos funcionales de este grupo en el sitio.

Elaborar la clave de identificación de las especies.

## **ZONA DE ESTUDIO**

### *Localización*

La REPSA se localiza al suroeste de la Ciudad de México ( $19^{\circ} 18' 31''$  -  $19^{\circ} 19' 17''$  N,  $99^{\circ} 10' 20''$  -  $99^{\circ} 11' 52''$  O) entre los 2,200 y 2,277 m de altura, dentro del *campus* principal de la Universidad Nacional Autónoma de México (Castillo-Argüero *et al.*, 2004), actualmente cuenta con un área de 237 ha y está dividida en tres zonas núcleo y trece zonas de amortiguamiento (De la Fuente, 2005).

Se establecieron tres parcelas de estudio, donde los límites de cada una son los mismos que delimitan las tres zonas núcleo de la REPSA según De la Fuente (2005). La parcela 1 es la zona núcleo poniente, tiene una forma trapezoidal y un área de 94 ha, la parcela 2 pertenece a la zona núcleo oriente, tiene una forma rectangular y un área de 52 ha, la parcela 3 pertenece a una porción de la zona núcleo sur oriente, la cual tiene un área de 23 ha.

Las parcelas 1 y 2 están separadas entre sí por la Avenida Insurgentes Sur de la Ciudad de México, la parcela 3 se ubica frente a la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, cercana a su vez a la parcela 2 (Figura 2).



Figura 2. Zona de estudio; la Parcela 1 corresponde a la zona núcleo poniente de la REPSA, la Parcela 2 a la zona núcleo oriente y la Parcela 3 a una parte de la zona núcleo sur-oriente.

### *Geología y suelo*

La REPSA forma parte del Pedregal de San Ángel y de un mosaico de comunidades vegetales entre las que destacan el matorral de palo loco o matorral xerófilo, matorral de encino, bosque de encino, bosque mixto de encinos y bosques de *Pinus* (Cano-Santana y Meave, 1996). El pedregal se originó a partir de la erupción del volcán Xitle y conos adyacentes hace aproximadamente 2000 años; este derrame está delimitado al sur por el macizo central del Ajusco y al oeste por la Sierra de las Cruces, presenta estratos altitudinales que van de los 2250 m hasta los 3100 m (Siebe, 2009). El espesor del sustrato varía de 50 cm a 10 m y está conformado por basalto gris oscuro con microcristales de olivino (Castellanos, 2001).

Los suelos son de origen eólico, orgánico, de acarreo aluviales y de origen humano. Se caracterizan por ser arenosos-limosos, moderadamente ácidos, con abundante material orgánico y varios nutrientes, aunque particularmente pobres en nitrógeno y fósforo, (Castellanos, 2001).

En algunos sitios se observa cierto grado de perturbación del suelo, representado por la presencia de basura inorgánica y cascajo acumulado, esto provoca la invasión de especies vegetales exóticas, principalmente el pasto *Pennisetum clandestinum* (Castellanos, 2001).

## *Clima y estacionalidad*

El clima de la zona es templado sub-húmedo [Cb(w1)(w)] con régimen de lluvias de verano, una temperatura media anual de 15.5° C y una precipitación promedio anual de 835 mm. La época de lluvias va de junio a octubre y la de secas abarca de noviembre a mayo (Castillo-Argüero *et al.*, 2004).

Los vientos predominantes provienen del NNO, pero los más fuertes provienen del NE, en general la humedad absoluta del aire es baja (Castellanos, 2001).

## *Vegetación*

El Pedregal de San Ángel tienen una vegetación de matorral xerófilo al que Rzedowsky denominó *Senecionetum praecosis* en 1954, porque la especie *Senecio* (= *Pittocaulon*) *praecox* le confiere un aspecto característico a la vegetación, debido principalmente a la altura a la que se encuentra y a la peculiaridad del sustrato volcánico sobre la que se desarrolla (Castillo-Argüero *et al.*, 2004). El matorral xerófilo presente particularmente en la zona de la Reserva tiene una estructura muy heterogénea (Castillo-Argüero *et al.*, 2004) y alberga al menos a 337 especies de plantas (Antonio Garcés, 2008), con grandes variaciones en la composición florística. A esta comunidad la caracteriza un gran número de hierbas y una pobreza de elementos arbóreos (Castillo-Argüero *et al.*, 2004).

## *Topología*

La REPSA presenta una topología muy accidentada; en general existen dos tipos de zonas: sitios planos y sitios abruptos. Los primeros se caracterizan por oquedades poco pronunciadas o planas y los últimos por roca madre muy agrietada y heterogénea (Castellanos, 2001). En general se encuentran seis tipos de microambientes: Planos, oquedades, grietas, paredes, hondonadas y montículos rocosos (Castillo-Argüero *et al.*, 2004).

## **MÉTODOS**

### *1. Transectos y estaciones de muestreo*

Se realizaron transectos lineales en los cuales se establecieron estaciones de muestreo cada 50 m, en el caso de la parcela 3, por su área pequeña, se unieron seis transectos de forma lineal para formar uno sólo de 300 m. En cada estación se colocó un cebo de atún en una caja petri y se dejó un periodo de 30 a 60 minutos con el fin de atraer especies generalistas (Bestelmeyer *et al.*, 2000), se revisaron en campo una vez transcurrido el tiempo y se sellaron para ser analizadas en el laboratorio.

Se hicieron colectas manuales en vegetación y en suelo en un radio de cinco metros para cada estación. Las herramientas que se utilizaron fueron pinzas suaves, aspiradores entomológicos y bandejas blancas para inspeccionar la hojarasca y el suelo.

La topología de la REPSA y su heterogeneidad espacial dificulta la toma de muestras por medio de trampas Pitfall o embudos de Berlese, así como la obtención de muestras de suelo. Por estas razones utilizamos en este estudio la recolecta manual y la colocación de cebos.

Los especímenes se recolectaron en frascos con alcohol etílico al 70% y fueron etiquetados por estación de muestreo. Se tomaron los datos de: ciudad, sitio de recolecta fecha, nombre del recolector, tipo de ambiente, tipo de microambiente y datos de cada estación.

#### *a) Muestreo estandarizado*

Se realizaron muestreos estandarizados en temporada de lluvias y en secas. Durante la temporada de lluvias se realizaron en la parcela 1 y en la parcela 3 (Figura 3), los días 25 al 27 de octubre y 1 al 3 de noviembre del 2008. Se establecieron 10 y siete estaciones de recolecta respectivamente.

Durante la temporada de secas se muestreó en la parcela 1 (Figura 4), esta vez se establecieron un total de 25 estaciones los días 28 y 29 de marzo, 6, 7, 9 de abril y 6 de mayo del 2009.

En total realizaron 42 estaciones de recolecta, con un esfuerzo de aproximadamente 43 horas/hombre.



**Figura 3. Transecto de 300m para el muestreo estandarizado realizado en la zona o parcela 3 en la temporada lluviosa, principios de noviembre del 2008. Los puntos en la línea del transecto representan las estaciones de muestreo.**



**Figura 4. Transectos realizados en las zona o parcela uno durante la temporada de secas, marzo- mayo del 2009.**

### *b) Muestreo no estandarizado*

También se realizaron muestreos no estandarizados en las tres parcelas, para este método, sólo se procedió a buscar y recolectar hormigas de manera manual en

distintos microhábitats, sin un radio ni tiempo de búsqueda definidos y en días distintos a los que se llevó a cabo el método estandarizado. A diferencia del método estandarizado, este no nos proporciona datos estadísticos de abundancia y riqueza específica.

Este método se aplicó durante las primeras recolectas, mientras se reconocían las zonas en septiembre del 2008, ya que toda hormiga encontrada en la REPSA cuenta para la lista de especies, también se aplicó de mayo a octubre del 2009, en zonas de difícil acceso, donde los transectos eran difíciles de realizarse y en muestreos esporádicos.

Las condiciones del tiempo para todo el muestreo fueron, sin precipitación y con una temperatura que varió de entre 19° C y 27° C según la estación meteorológica del CCH Sur. La recolecta de las hormigas se hizo entre las 9 y las 16hrs.

## *2. Métodos de separación y montaje de especímenes*

En el laboratorio las hormigas se separaron por morfoespecie; se montaron en seco y se etiquetaron.

## *3. Identificación de las especies*

La clasificación de los grupos taxonómicos se basó en los criterios de Bolton (1994 y 2003). La mayor parte del material se identificó a nivel de género con las claves de Mackay y Mackay (1989) y Bolton (1994).

La identificación específica de las hormigas se realizó con ayuda de la literatura especializada de varios autores, cuyas citas se incluyen en el cuadro 1. Algunas especies se compararon con la colección de Formicidae del laboratorio de invertebrados del suelo del Instituto de Ecología (INECOL). Todas las especies fueron corroboradas por la tutora de este trabajo.

Cuadro 1. Literatura especializada que se consultó para la identificación de las especies de hormigas de la REPSA.

Género	Autor
<i>Camponotus</i>	Snelling (2006)
<i>Cardiocondyla</i>	Mackay (1995)
<i>Crematogaster</i>	Buren (1968)
<i>Dorymyrmex</i>	Snelling (1995)
<i>Formica</i>	Creighton (1950) y Francoeur (1973)
<i>Lasius</i>	Willson (1955)
<i>Linepithema</i>	Wild (2007)
<i>Liometopum</i>	Del Toro <i>et al.</i> (2009)
<i>Monomorium</i>	DuBois (1986)
<i>Neivamyrmex</i>	Watkins (1982)
<i>Paratrechina</i>	Trager (1984)
<i>Pheidole</i>	Wilson (2003)
<i>Pseudomyrmex</i>	Ward ( <i>in lit.</i> )
<i>Solenopsis</i>	Trager (1991) y Dash (2004)
<i>Temnothorax</i>	Mackay (2000)

## 4. Tratamiento de los datos

### 4.1 Determinación de grupos funcionales

Andersen (1997) clasificó los géneros de hormigas de Norte América de zonas áridas, templadas y frías, en los grupos que inicialmente propuso para Australia y encontró equivalencias ecológicas con características independientes en cada continente, respecto de su composición faunística, riqueza de especies y dominancia de grupos.

La clasificación de los grupos funcionales se realizó con base en los criterios de Andersen (1997). Dichos criterios se aplican también a esta zona porque las especies y el ambiente que encontramos en el Pedregal son similares a los que Andersen estudió en América.

Para la comparación de este estudio con los de Andersen, los porcentajes de la riqueza específica y de abundancia relativa de cada especie se sumaron con los de las especies que se clasificaron en el mismo grupo funcional, así se obtuvo la riqueza específica y la abundancia relativa para cada grupo.

### 4.2 Estimación de la abundancia de las especies.

Las abundancias se calcularon sólo para aquellas especies que aparecen en el muestreo estandarizado, se utilizaron matrices de presencia/ausencia, se calcularon las frecuencias observadas (FO) y las frecuencias relativas (FR) para cada especie, de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$FO = (\text{Número de frecuencias de captura} / \text{Número de unidades de muestreo totales}) \times 100$$
$$FR = (\text{Número de frecuencias de captura} / \text{Número de unidades de muestreo con capturas totales}) \times 100$$

Se elaboró una matriz de datos de presencia (1) ausencia (0) en la que se registraron las abundancias como una suma de frecuencias dentro de cada estación de muestreo (Sarmiento-M, 2003).

Se estableció que las hormigas presentes en menos de tres estaciones son de baja abundancia, aquellas presentes de tres a cinco estaciones son de abundancia media, y aquellas presentes en seis o más estaciones son de alta abundancia.

### *4.3 Medición de la riqueza específica*

Es prácticamente imposible recolectar la totalidad de la riqueza de artrópodos, incluyendo a las hormigas, de una región o sitio de estudio (Longino, 2000), por esto, para estimar la riqueza a partir de los datos obtenidos en el campo, existen métodos de extrapolación que en general se dividen en dos tipos: paramétricos y no paramétricos, los primeros asumen el tipo de distribución de un conjunto de datos y lo ajustan a un modelo dado; para los métodos no paramétricos, algunos se pueden trabajar sólo con datos de presencia-ausencia (Colwell y Coddington, 1994).

Los métodos paramétricos y no paramétricos, sirven para estimar la riqueza real de especies con el esfuerzo total realizado en el muestreo (Moreno, 2001).

#### 4.3.1 Riqueza específica

Es el número total de especies presentes en el sitio, obtenidas por el censo de la comunidad (Moreno, 2001).

#### 4.3.2 Funciones de acumulación de especies

Las funciones de acumulación de especies sirven para planificar el esfuerzo de muestreo que debe invertirse al realizar un inventario (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003), también para entender la relación entre el esfuerzo de colecta y el número de especies acumuladas (Soberón y Llorente, 1993).

En el caso de los invertebrados, lo más adecuado es que los datos sean primero aleatorizados para realizar las curvas de acumulación de manera más clara porque de otra forma es muy probable que nunca se llegue a una asíntota bien definida (Gotelli y Colwell, 2001).

- Logarítmico. Este modelo nos dice que la probabilidad de añadir un elemento nuevo a la lista disminuye proporcionalmente con el tamaño actual de la misma hasta que eventualmente alcanza el cero (Moreno, 2001). Se utiliza para áreas grandes o taxones poco conocidos (Soberón y Llorente, 1993).

$$ES = 1 + z \ln(1 + zax)$$

Donde:

a= La ordenada en el origen. Representa la tasa de crecimiento de la lista al inicio de la recolecta.

z=  $1 - \exp(-b)$ , donde b es la pendiente de la curva.

x= Número acumulativo de muestras.

- Exponencial o de dependencia lineal. Este modelo supone que conforme una lista de especies aumenta, la probabilidad de añadir especies nuevas disminuye de manera exponencial pero nunca llega a cero, es un modelo útil para áreas pequeñas o grupos bien conocidos (Soberón y Llorente, 1993).

$$ES = ab(1 - e^{-bx})$$

- Ecuación de Clench. Supone que la probabilidad de añadir nuevas especies a la lista aumentará hasta un máximo conforme recolectándose recolecte por más tiempo (Moreno, 2001).

$$ES=ax1+bx$$

Para la elaboración de las curvas de acumulación de especies se realizó una matriz de presencia/ausencia con todas las especies recolectadas con los métodos estandarizados, no estandarizados y de ambas temporadas.

Se hicieron pruebas y se encontró que las curvas de acumulación se suavizan cuando los datos son aleatorizados 100 veces con el programa *EstimateS* (Colwell, 2006), para calcular la asíntota y para la pendiente de la curva se utilizó el programa *Statistica 8* (StatSoft, 2008).

#### 4.3.3 Métodos no paramétricos

Se aplicaron los métodos no paramétricos más confiables para este tipo de estudios (Chazdon *et al.* 1998 y Moreno, 2001): Chao 1, Jacknife de primer orden, Jacknife de segundo orden (Colwell y Coddington, 1994) y ACE (Chazdon *et al.* 1998). Un buen estimador de riqueza debe ser acorde con los datos empíricos y alcanzar su asíntota antes que la curva de acumulación (Ávalos Hernández, 2007), además es importante elegir aquellos que son más adecuados para el tipo de distribución que presentan los datos (Chazdon *et al.*, 1998).

- Chao 1 da peso a aquellas especies que sólo aparecen en una muestra (singletones) y las que aparecen sólo en dos muestras (doubletones) (Moreno, 2001).

$$\text{Chao1} = S + \frac{L^2}{2M}$$

Donde:

S= Número de especies observadas.

L= Número de especies que aparecen solamente en una muestra.

M= Número de especies que aparecen exactamente en dos muestras.

- Jacknife de primer orden se basa únicamente en el número de especies que aparecen en una muestra (Moreno, 2001). Este método reduce el sesgo de estimación para evita subestimar el valor real basado en el número representado en una muestra en el orden de  $1/m$  (Colwell y Coddington, 1994; Moreno, 2001).

$$\text{Jack1} = S + L(m-1/m)$$

Donde:

m= Número de muestras.

- Jacknife de segundo orden se basa, como Chao1, en el número de especies que aparecen en una sola muestra y en el número de especies que aparecen en exactamente dos muestras (Moreno, 2001), en este caso, el sesgo de estimación se reduce en el orden de  $1/m^2$  (Colwell y Coddington, 1994).

$$\text{Jack2} = S + L(2m-3)/m - M(m-2)/2m(m-1)$$

- ACE (Abundance-based Coverage Estimator for species richness) es un modelo basado en muestreos que contengan menos de 10 individuos de alguna especie (Chazdon *et al.*, 1998).

$$ACE = S_{com} + S_{inf} C_{est} + L C_{est} Y^2$$

Donde:

$S_{com}$  = Número de especies comunes (que aparecen en más de dos estaciones).

$S_{inf}$  = Número de especies raras (que aparecen en dos o menos estaciones).

$C_{est}$  = Estimador de la abundancia de la muestra.

$Y$  = Coeficiente estimado de variación para las especies raras.

Tanto para las funciones de acumulación como para los métodos no paramétricos, sólo se utilizaron los datos de las especies que aparecen en el muestreo estandarizado.

## RESULTADOS

### Lista de especies

Se recolectaron 830 individuos de 21 especies, 16 géneros y seis subfamilias (Cuadro 2). Myrmicinae es la subfamilia más diversa con seis géneros y 10 especies, seguida por Formicinae con cuatro géneros y cuatro especies, para Dolichoderinae se registraron tres géneros y tres especies y las subfamilias menos diversas son Ecitoninae, Ponerinae y Pseudomyrmecinae con una especie para cada una (Figura 5).

Sólo se recolectaron 19 especies con el método estandarizado, tres se encontraron en recolectas no estandarizadas y una especie fue recolectada con otro método y para un estudio distinto a este.

#### **Cuadro 2. Lista taxonómica de Formicidae en la REPSA, México D.F. Arreglo taxonómico basado en Bolton (1994).**

##### Subfamilia Dolichoderinae

---

Género *Dorymyrmex* Mayr, 1866

1. *Dorymyrmex smithi* Cole 1963

Género *Linepithema* Mayr, 1866

2. *Linepithema humile* Mayr, 1868

Género *Liometopum* Mayr, 1861

3. *Liometopum apiculatum* Mayr, 1870

##### Subfamilia Ecitoninae

---

Género *Neivamyrmex* Borgmeier, 1940

**Cuadro 2. Continuación.**

4. *Neivamyrmex texanus* Watkins, 1972

Subfamilia Formicinae

---

Género *Camponotus* Mayr, 1861

5. *Camponotus atriceps* Smith 1858

Género *Formica* Linnaeus, 1758

6. *Formica montana* Wheeler, 1910

7. *Formica propatula* Francoeur, 1973

Género *Lasius* Fabricius, 1804

8. *Lasius niger* Linnaeus, 1758

Género *Paratrechina* Motschoulsky, 1863

9. *Paratrechina bruesii* Wheeler, 1903

Subfamilia Myrmicinae

---

Género *Crematogaster* Lund, 1831

10. *Crematogaster nocturna* Buren, 1968

Género *Cardiocondyla* Emery, 1869

11. *Cardiocondyla* sp. grupo *stambuloffi*

Género *Temnothorax* Mayr, 1861

12. *Temnothorax manni* Wesson, 1935

13. *Temnothorax nitens* Emery, 1895

**Cuadro 2. Continuación.**

Género *Pheidole* Westwood, 1839

14. *Pheidole* sp. 1

15. *Pheidole* sp. 2

Género *Monomorium* Mayr, 1855

16. *Monomorium minimum* Buckley, 1867

17. *Monomorium pharaonis* Linnaeus, 1758

Género *Solenopsis* Westwood, 1840

18. *Solenopsis geminata* Fabricius, 1804

19. *Solenopsis* sp. aff. *picea*

Subfamilia Ponerinae

---

Género *Hypoponera* Santschi, 1938

20. *Hypoponera* sp. complejo *Punctatissima*

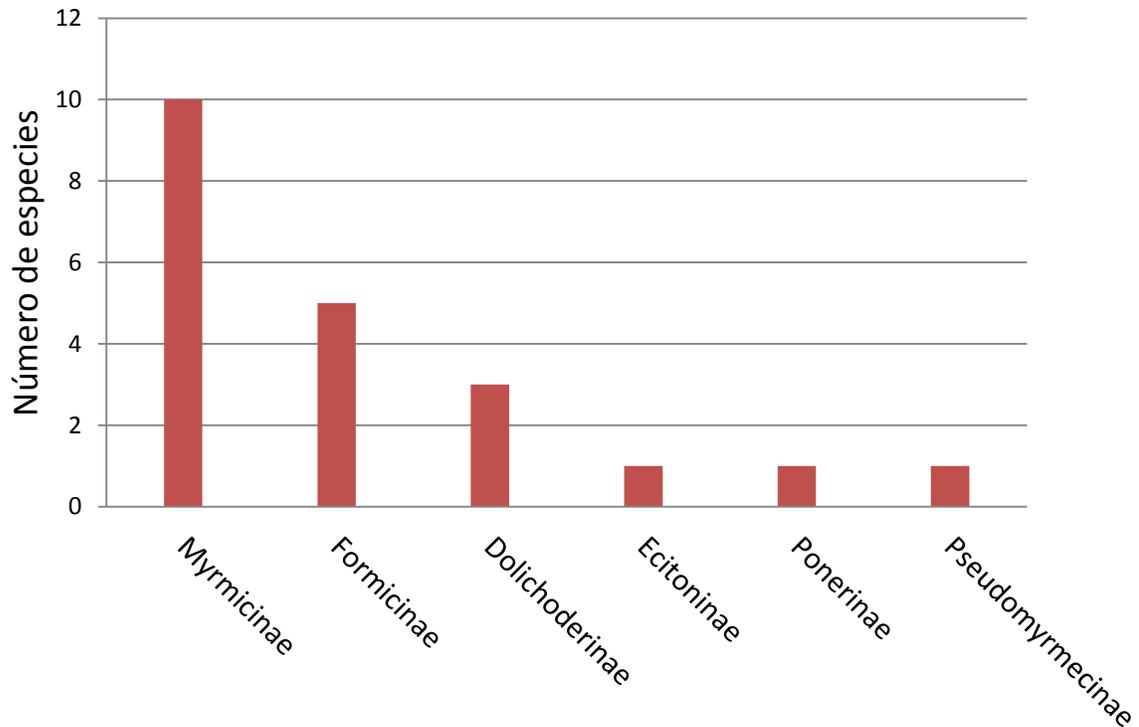
Subfamilia Pseudomyrmecinae

---

Género *Pseudomyrmex* Lund, 1831

21. *Pseudomyrmex championi* Forel, 1989

---



**Figura 5. Riqueza de especies por subfamilias de hormigas de la REPSA.**

### Grupos funcionales

En la REPSA existen ocho grupos funcionales de acuerdo con el criterio de Andersen (1997).

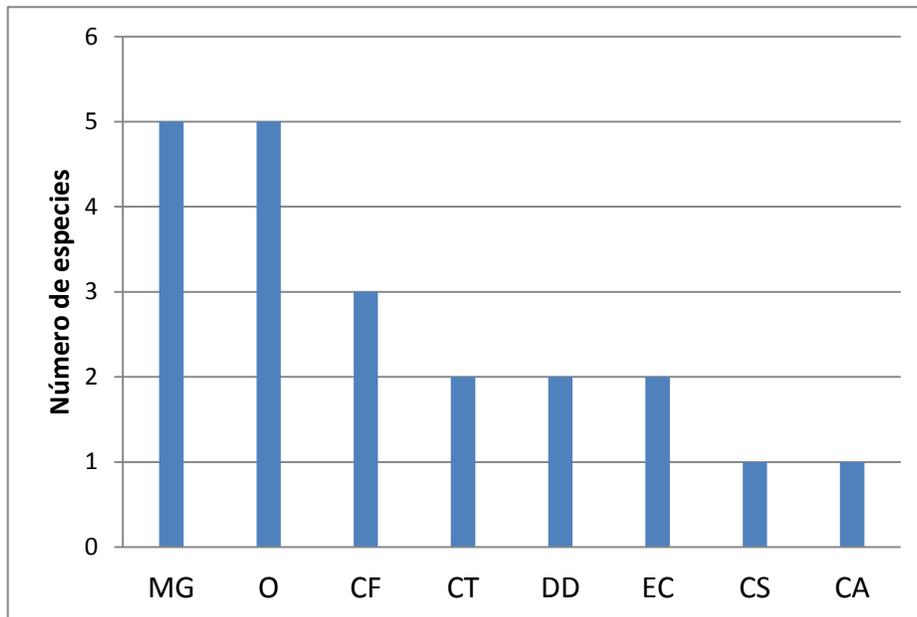
En el pedregal, el grupo más representativo es el de mirmicinas generalistas (30.4%), conformado por especies abundantes, que tienen actividad moderada y cuya estrategia es ocupar y defender la comida (Andersen, 2000), seguido por el grupo de las oportunistas (21.7%) (Figura 6). Como se discute más adelante, la dominancia de estos mismos grupos en zonas templadas de Norte América, es otro indicador de que la fauna de la REPSA puede ser predominantemente Neártica.

**Cuadro 3. Clasificación de las especies de las hormigas de la REPSA en los grupos funcionales para la familia Formicidae según los criterios de Andersen (1997); riqueza total y abundancia relativa que representan dichos grupos en la REPSA.**

<b>GRUPO FUNCIONAL</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>Riqueza total (%)</b>	<b>Abundancia relativa (%)</b>
<b>Dolicoderinas dominantes</b>	<i>L. humile</i>	9	5
	<i>L. apiculatum</i>		
<b>Camoponotinas subordinadas</b>	<i>C. atriceps</i>	4	5
<b>Especializadas a climas cálidos</b>	<i>S. geminata</i>	4	2
<b>Especializadas a climas fríos</b>	<i>T. manni</i>	13	9
	<i>T. nitens</i>		
	<i>L. niger</i>		
<b>Especializadas a climas tropicales</b>	<i>N. texanus</i>	9	14
	<i>P. championi</i>		
<b>Especies crípticas</b>	<i>Hypoponera</i> sp.	9	-
	complejo <i>Punctatissima</i>		
	<i>Solenopsis</i> sp. aff. <i>picea</i>		
<b>Especies oportunistas</b>	<i>C. sp. gpo. stambuloffii</i>	22	37
	<i>F. montana</i>		
	<i>F. proapatula</i>		
	<i>P. bruesii</i>		
	<i>D. smithi</i>		

**Cuadro 3. Continuación.**

<b>Myrmicinae generalistas</b>	<i>Pheidole</i> sp. 1		
	<i>Pheidole</i> sp. 2		
	<i>C. nocturna</i>	30	28
	<i>M. minimum</i>		
	<i>M. pharaonis</i>		



**Figura 6. Número de especies de hormigas por grupo funcional en la REPSA. Mirmicinas generalistas (MG), especies oportunistas (O), especializadas a climas fríos (CF), especializadas a climas tropicales (CT), Dolícoderinas dominantes (DD), especies crípticas (EC), Camoponotinas subordinas (CS) y especializadas a climas áridos (CA).**

## Patrones de abundancia de las especies

Más de la mitad de las especies de la REPSA tuvieron valores de abundancia bajos, sólo una especie alcanzó un valor de frecuencia observada (FO) por arriba del 25% (Cuadro 4). Según el criterio que se estableció en el método, *Paratrechina bruesii*, *Pseudomyrmex championi* y *Monomorium minimum* son las especies más abundantes del ensamble de todo el pedregal.

**Cuadro 4. Frecuencias observadas (FO) y frecuencias relativas (FR) para cada especie de hormiga en la REPSA. Las líneas dividen al cuadro de forma descendente en los grupos de alta, mediana y baja abundancia respectivamente.**

<b>Especie</b>	<b>FO (%)</b>	<b>FR (%)</b>
<i>Paratrechina bruesii</i>	26.2	42.3
<i>Monomorium minimum</i>	14.3	23.1
<i>Pseudomyrmex championi</i>	14.3	23.1
<i>Crematogaster nocturna</i>	11.9	19.2
<i>Temnothorax nitens</i>	9.5	15.4
<i>Dorymyrmex smithi</i>	7.1	11.5
<i>Liometopum apiculatum</i>	7.1	11.5
<i>Camponotus atriceps</i>	7.1	11.5
<i>Formica proapatula</i>	4.8	7.7
<i>Pheidole</i> sp.2	4.8	7.7
<i>Cardiocondyla</i> gpo. <i>stambuloffii</i>	2.4	3.8

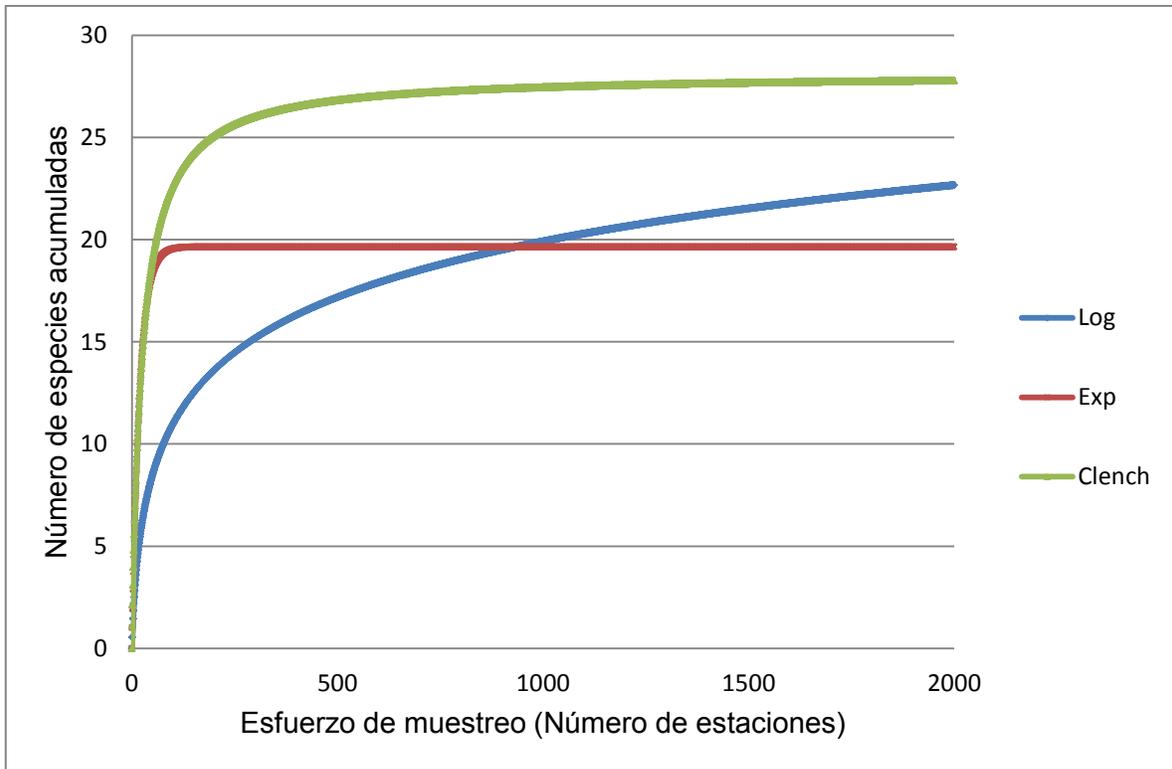
**Cuadro 4. Continuación.**

<i>Temnothorax manni</i>	2.4	3.8
<i>Pheidole</i> sp.1	2.4	3.8
<i>Linepithema humile</i>	2.4	3.8
<i>Formica montana</i>	2.4	3.8
<i>Lasius niger</i>	2.4	3.8
<i>Solenopsis geminata</i>	2.4	3.8

---

**Funciones de acumulación de especies**

Según Statistica 8 (StatSoft, 2008), el modelo que mejor se ajusta es el de ecuación de Clench ( $R^2=0.999$ ) y que estima un total de 28 especies, mientras que el modelo exponencial ( $R^2=0.9988$ ) estima un total de 20. El modelo logarítmico presentó la  $R^2$  más baja de todas ( $R^2=0.9986$ ). En la figura 7 se observan las curvas de acumulación calculadas a partir de las tres funciones estimadas, se hizo una extrapolación hasta un esfuerzo de recolecta de 2000 estaciones. El modelo exponencial se acerca a su asíntota a las 273 estaciones, el modelo de Clench se acerca a su asíntota a las 2000 estaciones. Por definición, el modelo logarítmico no tiene una asíntota definida y el número de especies estimadas aumentó conforme mayor es el esfuerzo de muestreo calculado.



**Figura 7. Funciones de acumulación de especies de hormigas en la REPSA. Tanto los modelos de Clench como el exponencial alcanzan una asíntota definida; el modelo logarítmico crece indefinidamente.**

## Riqueza estimada

Los resultados obtenidos con EstimateS (Colwell, 2006) con una aleatorización de 100 veces las especies observadas en 42 estaciones, indican una riqueza total estimada mínima de 25 especies con Chao1, y una máxima de 30 con Jackknife de segundo orden (Cuadro 5, Figura 8).

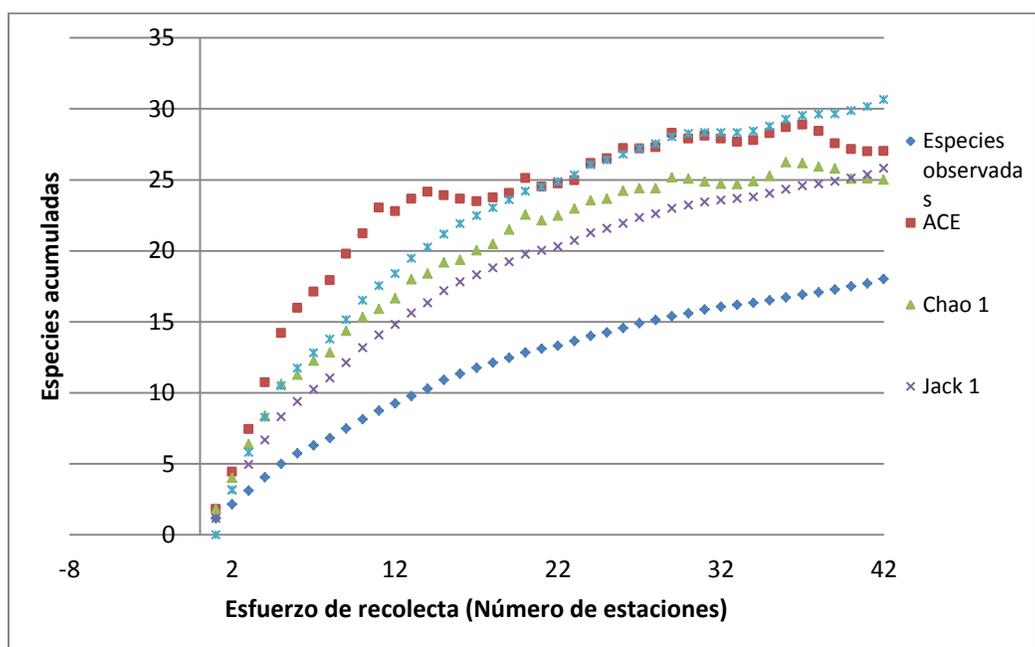


Figura 8. Comparación de los cuatro índices de diversidad no paramétricos y sus estimaciones para las hormigas de la REPSA.

Cuadro 5. Riqueza estimada por los cuatro estimadores no paramétricos utilizados.

Estimador	Riqueza estimada
Chao1	25
Jack1	26
Jack2	30
ACE	27

## DISCUSIÓN

### Riqueza específica

Es probable que la zona de matorral xerófilo donde actualmente se encuentra la REPSA, haya sido colonizada a partir de las comunidades de hormigas de los ecosistemas adyacentes que rodean el derrame del volcán Xitle, aunque esto no se puede comprobar hasta hacer un estudio de las comunidades de hormigas de dichos ecosistemas. Las comparaciones con algunos trabajos faunísticos y ecológicos en sitios similares brindan datos sobre el número de especies: 26 especies en matorral xerófilo (Rojas y Fragoso, 2000, Rojas, 2001), 29 especies en bosque templado semiárido de pino y encino (García-Pérez *et al.*, 1992).

Siete de los 16 géneros encontrados son de distribución cosmopolita y cuatro son exclusivos de América, sin embargo, según los registros de distribución para cada especie (ver diagnóstico de cada especie), la comunidad de la REPSA representa una fauna típicamente Neártica compuesta de especies con afinidades a climas áridos y semiáridos a templados que por lo general se distribuyen desde el centro de México hasta el sur y oeste de Estados Unidos. Sólo se registró una especie de distribución exclusivamente Neotropical (*P. championi*) y otras cuantas de más amplia distribución, ya sea de ambas regiones biogeográficas, o cosmopolitas.

Si comparamos nuestros resultados con los porcentajes de diversidad de algunas subfamilias en el mundo, observamos que estos son acordes con la literatura; por ejemplo, las subfamilias más diversas a nivel global son Myrmicinae y Formicinae con el 46% y el 26% respectivamente (Bolton, 1994 y Rojas, 2001), en la REPSA, Myrmicinae representa el 52% y Formicinae el 21.7%.

Se ha observado que la proporción especie-género tiende a ser menor en las islas que en los continentes, tal vez por la competencia intragenérica (Gotelli y Colwell, 2001). Como la REPSA es un ecosistema aislado recientemente por el ambiente urbano y se observa un patrón de proporción de especies-género bajo, en algunos casos de 1:1 (Figura 5), sería interesante estudiar este patrón a detalle desde el punto de vista de la biogeografía de islas. Será interesante saber si la reciente fragmentación del hábitat llevó

a este patrón o bien, si antes de la fragmentación, el Pedregal de San Ángel ya se comportaba como una isla debido a sus características particulares de vegetación y suelo.

### Nuevos registros

Para la REPSA sólo se tenían siete especies registradas e identificadas hasta género (Rueda-Salazar y Cano-Santana, 2009), por lo que este trabajo contribuyó a incrementar el número de registros de especies de hormigas para esta zona.

En comparación con el trabajo de Rojas (2001), con este trabajo se aumenta el registro de especies de hormigas en un 283% para la ciudad de México, de seis a 21 especies. Si se considera que se muestreó el 0.16% del territorio de esta entidad y que este sólo representa un tipo de ecosistema, es evidente la falta de estudios faunísticos de hormigas para los estados del centro en general.

Para la ciudad de México se sabe que aun no hay estudios de mirmecofauna, por lo que podemos decir que la contribución de estos nuevos registros es más precisa. En cambio, para los estados del centro, los estudios de este tipo han ido en aumento los últimos años (p. ej. Hernández-Ruíz y Castaño-Meneses, 2006; Hernández-Ruíz *et al.*, 2009; Guzmán-Mendoza *et al.*, 2010 y Varela-Hernández y Castaño-Meneses, 2010), por lo que se sugiere una revisión minuciosa y la elaboración de una base de datos de los nuevos registros de especies de hormigas.

La única especie registrada en este trabajo de la cual ya se tenía registro para el Distrito Federal es *Linepithema humile* según Rojas (2001) y Agosti y Johnson (2010).

### Especies invasoras

Las especies invasoras son aquellas que se han establecido y dominado un ecosistema de manera exitosa, generalmente son transportadas hasta dicho lugar por el hombre (Fragoso y Rojas, 2009).

En la REPSA se encontraron dos especies consideradas como invasoras: *Linepithema humile* y *Monomorium pharaonis*.

*M. pharaonis* tiene registros anteriores en Chiapas, Guerrero y Veracruz (Forel, 1899; Brandão, 1991; Rojas, 2001), y es la principal plaga de hormigas en muchos sitios naturales y urbanos a nivel mundial (Creighton, 1950; Hölldobler y Wilson, 1990).

*L. humile* ya había sido registrada en Guerrero Negro, en el Estado de México, cerca de Toluca y en la ciudad de México desde 1965 (Wild, 2004; Agosti y Johnson, 2010), esta especie es de distribución cosmopolita y es plaga doméstica y de sistemas agrícolas, ha sido implicada en el declive de faunas de artrópodos y vertebrados y en la alteración de la estructura de comunidades de plantas (Human y Gordon, 1996; Wild, 2004). Afortunadamente, la abundancia de estas especies es mínima en la REPSA, ya que sólo se les registró en sólo una estación a lo largo de todo el muestreo.

La especie *Solenopsis geminata* es de especial interés, ya que a pesar de ser una especie nativa, por sus características invasoras, es muy exitosa al colonizar ambientes perturbados (Taber, 2000) pero también tiene éxito al colonizar algunos ecosistemas naturales. Esto trae como consecuencia, la disminución de la diversidad de hormigas y otros organismos (Fragoso y Rojas, 2009). Aunque sólo se encontró una vez dentro de la REPSA, es importante monitorear a esta especie porque se observó varias veces en los límites más próximos a la zona. Es probable que el recurso limitante que evita que *S. geminata* penetre en la REPSA, sea la poca cantidad de suelo o bien las bajas temperaturas (Taber, 2000) que se alcanzan en la REPSA durante el invierno, ya que forman parte de un género extremadamente termofílico (Andersen, 1997).

## Sitios de anidación

Las hormigas en general, tienen un rango relativamente pequeño de temperatura sobre el cual pueden llevar a cabo un buen desempeño de todas sus funciones, la temperatura promedio de la que hablamos oscila entre 20° y 30° C (Hölldobler y Wilson, 1990).

Dos de las estrategias más comunes de termorregulación en las hormigas son, la correcta localización de un nido, y la regulación de la temperatura local del nido (Hölldobler y Wilson, 1990).

Las rocas tienen propiedades termorreguladoras, ya que cuando están secas pueden absorber el calor de forma más eficiente que el suelo que las rodea. Si un nido se establece bajo una roca, la colonia puede comenzar más rápido su periodo reproductivo y de crianza (Hölldobler y Wilson, 1990).

El clima templado sub-húmedo de la REPSA sostiene una temperatura promedio de 15.5° C (Castillo-Argüero *et al.*, 2004), por esta razón no fue raro que la mayoría de los nidos que se hallaron en zonas estuvieran bajo rocas, para guardar el calor en días fríos y protegerse de las inclemencias del sol durante los días más calientes; este es el caso de *Camponotus atriceps*, *Crematogaster nocturna*, *Lasius niger* y *Pheidole* sp. Mientras que a *Liometopum apiculatum* se le encontró bajo la sombra frondosa de un pirul (*Schinus molle*) en una masa de pasto muerta y bastante húmeda. A *Paratrechina bruesii* se le halló en microhábitats mas variados, desde rocas sin ningún tipo de protección, hasta en suelos abundantes de materia orgánica y troncos a la sombra en lugares muy perturbados. Por otra parte, se encontró que *Formica propatula* anida en zonas abiertas, en grietas expuestas directamente al sol gran parte del día.

Hölldobler y Wilson (1990) hablan de especies “fugitivas” como *M. pharaonis* y *L. humile* que pueden anidar en lugares provisionales y así en lugar de regular la temperatura del nido, prefieren migrar a hacia sitios más favorables para la crianza de la progenie según las condiciones climáticas del ecosistema que habiten.

Por la bibliografía, se sabe que la mayoría de las especies de hormigas habitan en el suelo. Aunque para la RESPA no se utilizaron métodos especiales para recolectar hormigas del estrato arbustivo, se espera el mismo patrón; aun así, durante las recolectas manuales se encontró una especie exclusiva del estrato arbustivo (*Pseudomyrmex championi*) y otra fuertemente asociada a *Opuntia* sp., que no obstante, anida en el suelo (*C. nocturna*); a otras que se les observó forrajeando tanto en suelo como en estrato arbustivo (*P. bruesii*, *Formica propatula*, *Temnothorax nitens* y *L. apiculatum*).

## Grupos funcionales

De los nueve grupos propuestos por Andersen (1995), ocho se presentan en la REPSA (Cuadro 3), únicamente del grupo de depredadores especializados no se tuvo registro, este es el grupo menos diverso en Norte América y contiene sólo tres géneros de poneromorfos (Andersen, 1997).

Las proporciones de abundancia y riqueza de especies para cada grupo en la REPSA, son más parecidas a las que se observan en los bosques templados de Norte América, que a las de las zonas áridas y a las zonas frías (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Comparación de los porcentajes de riqueza observada para los grupos funcionales encontrados en la REPSA con otras zonas de Norte América registradas por Andersen (1997).**

	Norte América			
	REPSA	Templadas	Áridas	Frías
Dolicoderinas dominantes	9	3	23	13
Camoponotinas subordinadas	4	14	5	9
Climas cálidos	4	6	17	0
Climas fríos	13	1	1	35
Climas tropicales	9	2	+	0
Especies crípticas	9	2	1	1
Especies oportunistas	22	27	16	40
Mirmicinas generalistas	30	45	38	1

Desde una perspectiva global, por definición los taxones dominantes son los que predominan en lugares con bajos niveles de estrés y perturbación. Para las hormigas, esto se traduce en ambientes cálidos y abiertos (Andersen, 2000).

Andersen (2000) y otros autores (Hölldobler y Wilson, 1990) consideran las bajas temperaturas y la disponibilidad de sitio para anidar como los dos principales factores que influyen en el estrés ambiental de un sitio.

El Pedregal de San Ángel es un ecosistema peculiar, pues debido a su reciente formación aun se encuentra en una etapa sucesional y de formación de suelo, este último se encuentra poco desarrollado y en su lugar aun predomina la roca madre expuesta (Cano-Santana y Meave, 1996; Castillo Argüero *et al.*, 2004). Por otra parte, la temperatura de la REPSA durante el invierno puede alcanzar unos 10° C, la temperatura media es de 15.5° C (Castillo Argüero *et al.*, 2004).

Se observó que tanto las Mirmicinas generalistas como las oportunistas son los grupos dominantes de la REPSA, el primero es el que tiene más representantes (Cuadro 6) y el segundo presenta más especies dominantes como *P. bruesii* y *D. smithi* (Cuadro 4). Por las razones ya discutidas en el párrafo anterior, podemos decir que la escasez de suelo en la REPSA puede ser la principal causa de la dominancia de estos dos grupos, caracterizados por tener amplios rangos de tolerancia al estrés ambiental. También se sugiere que las bajas temperaturas que llegan a presentarse en el pedregal puedan explicar el porcentaje encontrado de especies especializadas a los climas fríos, que normalmente es menor en sitios de bosque templado.

Es importante anotar que la comparación de nuestros datos con los estudios de grupos funcionales para hormigas de Norte América es sólo de tipo cualitativo, debido a que los métodos utilizados en ambos trabajos son distintos.

### Abundancia de las especies

El término abundancia hace referencia al número de individuos por especie en una comunidad (Begon *et al.*, 2006), la mayoría de los métodos de análisis asumen que los organismos muestreados tienen la misma probabilidad de ser capturados (Longino, 2000), pero las hormigas forman colonias perenes e iteróparas (Seppä, 2008), esto implica que también se distribuyen de manera muy agregada a diferencia de otros grupos de artrópodos no sociales (Longino, 2000) y son organismos modulares porque se pueden perder varios individuos, o módulos, sin necesidad de amenazar seriamente la colonia, o unidad reproductiva (Andersen, 2000).

*P. bruesii* es la especie más abundante de todas, pertenece al grupo de hormigas oportunistas, caracterizado porque sus representantes sólo prosperan en sitios con estrés o perturbaciones que limiten la productividad y diversidad de hormigas y a que su comportamiento no es dominante (Andersen 1997, 2000), se le encontró en varios hábitats, asociada a agaves, opuntias y en el suelo bajo piedras.

*P. championi* es la segunda especie más abundante en la reserva a pesar de que según sus registros de distribución, es una especie con afinidades tropicales; probablemente su éxito se debe a que no tiene mucha competencia para anidar, puesto que es la única especie exclusiva del estrato arbustivo en la REPSA.

*M. minimum* ocupa el tercer lugar en abundancia (y pertenece al grupo de las Mirmicinas generalistas, grupo que suele ser el que prevalece cuando las Dolicoderinas dominantes están ausentes o no son tan conspicuas (Andersen, 1997). A esta especie también se le encontró en las afueras de la REPSA y en ambientes urbanos, lo que sugiere que puede tener éxito para colonizar ambientes con estrés y grandes grados de perturbación.

Las especies que presentan abundancias medias pertenecen a los grupos de Mirmicinas generalistas (*Crematogaster nocturna*), Camponotinas subordinadas (*C. atriceps*), Dolicoderinas dominantes (*D. smithi*) y el de las especializadas a climas fríos (*F. propatula* y *T. nitens* con los mismos porcentajes que *C. atriceps*) (Ver cuadro 4).

Las especies que presentan abundancias medias pertenecen a los grupos de Mirmicinas generalistas (*Crematogaster nocturna* y *Pheidole* sp.2), Camponotinas subordinadas (*C. atriceps*), Dolicoderinas dominantes (*D. smithi*) y el de las especializadas a climas fríos (*F. propatula* y *T. nitens* con los mismos porcentajes que *C. atriceps*) (Ver cuadro 4).

*C. nocturna* es la cuarta especie más abundante, su asociación directa con cactáceas del género *Opuntia* puede contribuir de gran manera a dicha abundancia, porque esta planta es una fuente importante de alimento constante a lo largo del año, y como al parecer ninguna otra especie de hormigas la aprovecha de tal forma, no tienen competencia para consumir este recurso.

Para explicar al resto de las especies de abundancias medias es útil analizarlas desde la perspectiva de grupos funcionales. Como se discutió en el apartado de grupos funcionales, Andersen (1997) encontró que para Norte América, los grupos de las

Dolicoderinas dominantes y de las Camponotinas subordinadas, no eran los más dominantes en los cebos y pocas especies dominaban en las trampas, en su lugar, las especies más importantes eran las oportunistas y las Mirmicinas generalistas.

Las siete especies restantes son las menos abundantes de la comunidad, sólo se registraron en una ocasión.

### Funciones de acumulación de especies

De los tres modelos utilizados, Clench fue el que mejor se ajustó. Este modelo nos indica que las 17 especies recolectadas dentro del muestreo representan el 60.7% de la diversidad total de hormigas de la REPSA, y que para encontrar otra especie nueva, sólo se necesitan dos estaciones más. Las posibles soluciones para encontrar una mayor representatividad de especies que las estimadas con las funciones de acumulación y los métodos no paramétricos, se discuten en el siguiente sub-apartado.

Como las hormigas presentan una distribución agregada o no aleatoria (Longino, 2000 y Sarmiento-M, 2003), la distribución espacial de las especies tiene consecuencias importantes en la estimación de la riqueza, porque si estas se distribuyen aleatoriamente, la tasa inicial de acumulación de especies nuevas en cada estación será más alta, y lo contrario sucederá para distribuciones agregadas, es decir, los singletons seguirán siendo comunes a lo largo del muestreo (Chazdon *et al.*, 1998). Por esto, para estimar la riqueza, también se utilizaron métodos no paramétricos sensibles a este tipo de distribución y que muestran mejores resultados cuando se utilizan datos de presencia/ausencia.

## Métodos no paramétricos

Chazdon *et al.* (1998) menciona que Chao1, Jacknife de segundo orden y ACE, son los modelos que más sensibles al estimar especies que presentan distribuciones agregadas, aunque Jacknife siempre hace una estimación mayor a los demás. Para este estudio se observó que ACE, seguido de Chao1 son los estimadores que mejor se comportan porque las curvas que resultan de los datos que arrojan, tienden a alcanzar un valor cercano al estimado antes que los demás (Figura 8).

El modelo de ACE estima 27 especies, el porcentaje de especies que falta por recolectar es del 29.6%.

Chao 1 y Jacknife de primer orden predicen 25 y 26 especies respectivamente y que el porcentaje de especies que falta por recolectar es de 24%.

Jacknife de segundo orden predice 30 especies, esto nos dice que el porcentaje de las especies que nos falta por recolectar es de 56.7%.

En el estudio se encontraron un total de 21 especies utilizando el muestreo estandarizado y el no estandarizado, esto es, cuatro más que sólo con el estandarizado; dos de ellas recolectadas por métodos distintos.

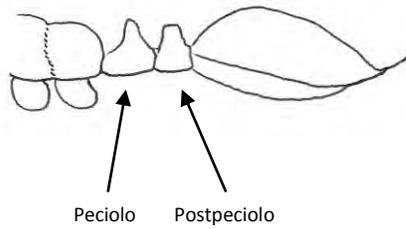
El bajo número de especies recolectadas según las estimaciones, y las cuatro especies que sólo se recolectaron con un método diferente al estandarizado, nos dicen que se necesita un mayor esfuerzo de recolecta o que el método utilizado no fue el más adecuado. Por lo que si se quieren encontrar más especies con el método estandarizado que se aplicó en este trabajo, se sugiere que se necesitará un esfuerzo de recolecta mínimo de 273 estaciones, si consideramos que el modelo exponencial alcanza su asíntota en ese valor. Pero lo mejor es intentar con métodos alternativos y distintos para cada uno de los dos microambientes más notorios en el pedregal: sitios abiertos y con más suelo y sitios cerrados con cantidades de suelo mínimas.

Para completar la lista de especies es necesario diseñar un estudio para conocer si realmente el suelo es el recurso limitante. También se sugiere el uso intensivo y por más tiempo de cebos generales en cada estación, pues en un ambiente con tanto estrés, la probabilidad de ubicar una fuente de alimento en un periodo de tiempo corto (30 minutos) puede ser relativamente baja.

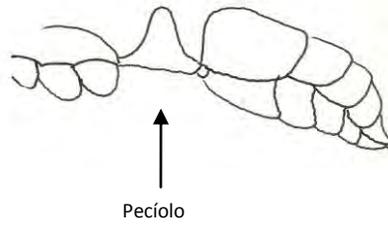
**Clave para las subfamilias de Formicidae de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, México, D.F.**

1. Región entre el propodeo y el gáster con dos segmentos (pecíolo y postpecíolo) (Esquema 1) ..... 2  
 - Región entre el propodeo y el gáster con un segmento (pecíolo) (Esquema 2) ... ..... 4

**1**



**2**

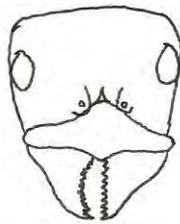


- 2(1). Ojos compuestos pequeños o grandes pero siempre conspicuos (Esquema 3) ..... 3

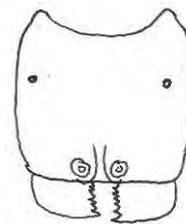
- Ojos muy pequeños e inconspicuos de una sola lente, a veces ausentes (Esquema 4)

..... **Ecitoninae (Página 51)**

**3**

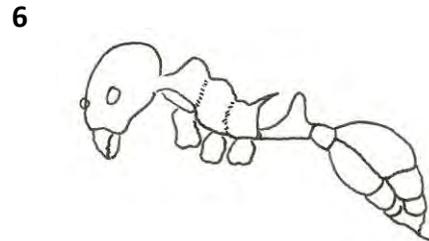
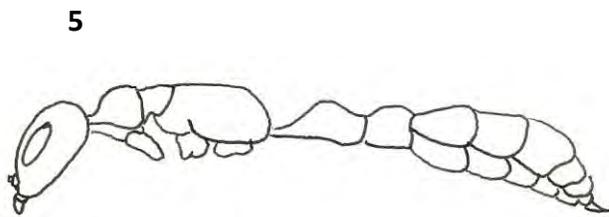


**4**



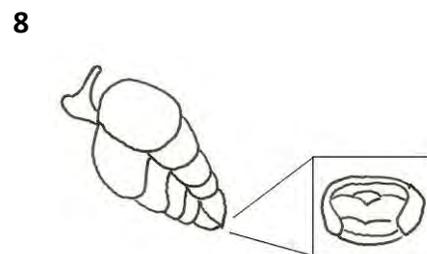
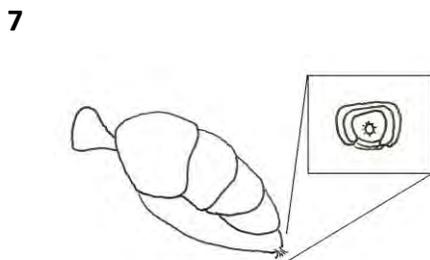
- 3(2). Hormigas de cuerpo alargado y ojos muy grandes, alargados en el plano longitudinal de la cabeza (Esquema 5) ..... **Pseudomyrmecinae (Página 74)**

- Hormigas de cuerpo no alargado, ojos de otra forma (Esquema 6) ... ..... **Myrmicinae**  
**(Página 61)**



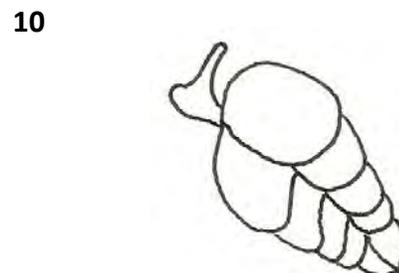
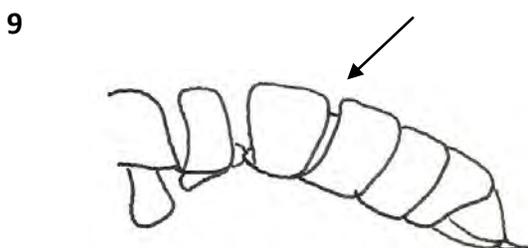
4(1). Ápice del gáster con acidoporo, frecuentemente rodeado de sedas y nunca con aguijón (Esquema 7)..... **Formicinae (Página 53)**

- Ápice del gáster sin acidoporo, pueden o no presentar aguijón (Esquema 8)..... ..... 5



5(4). Con una constricción entre el primero y el segundo segmento del gáster (Esquema 9); con aguijón ..... **Ponerinae (Página 72)**

-Sin una constricción entre el primero y el segundo segmento del gáster (Esquema 10), sin aguijón ..... **Dolichoderinae (Página 46)**



## Subfamilia Dolichoderinae

Ojos presentes, generalmente sin ocelos. Antenas de 8 a 12 artejos. Carinas frontales presentes, integumento del gáster blando, sin agujón, peciolo de un segmento y abertura de la glándula metapleurales siempre presente (Cuezzo, 2003).

Anidan en gran variedad de lugares, en el suelo con o sin cobertura vegetal y en el estrato arbóreo; las colonias pueden tener de cientos a miles de individuos (Cuezzo, 2003).

Para la REPSA se conocen tres especies: *Dorymyrmex smithi*, *Linepithema humile* y *Liometopum apiculatum*.

A continuación se presenta la clave para la identificación de los géneros de esta subfamilia, una breve descripción de cada género y las diagnósticos de cada especie de la REPSA.

### *Clave para los géneros de la subfamilia Dolichoderinae de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.*

1. Mandíbula con el diente apical más largo y un diente subapical de menor tamaño seguido de tres a cuatro dientes pequeños alternados con varios dentículos (Esquema 11)

..... ***Linepithema***

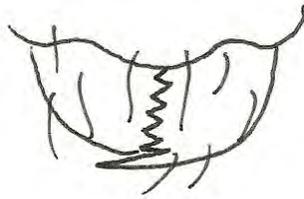
- Mandíbula con el diente apical más largo seguido de varios dientes que van disminuyendo progresivamente de tamaño hacia la parte basal de la mandíbula (Esquemas 12 y 13); sin dentículos ..... 2



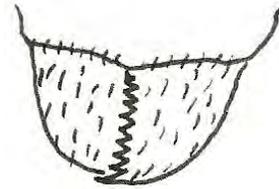
2. Con psamóforo (Esquema 14); propodeo con una protuberancia en forma de pico o escama..... ***Dorymyrmex***

- Sin psamóforo; propodeo sin protuberancia y con un perfil convexo ..... ***Liometopum***

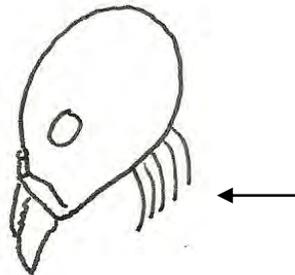
12



13



14



### ***Dorymyrmex* Mayr, 1866**

Género exclusivamente americano con más de 80 especies descritas, al menos 72 están presentes en el Neotrópico (Cuezzo, 2003) y 12 en Norte América (Snelling, 1995). Obreras siempre con psamóforo y con una espina o tubérculo en el dorso del propodeo (Cuezzo, 2003). Habitan en regiones áridas y semiáridas, anidan en el suelo en lugares abiertos y de escasa cobertura vegetal desde el norte de Estados Unidos hasta el sur de Argentina. La mayoría de las especies de esta subfamilia son omnívoras (Cuezzo, 2003).

### *Dorymyrmex smithi* Cole

Hormigas medianas y de color oscuro con palpos largos, escama del propodeo conspicua, perfil promesonotal convexo con una depresión anterior al propodeo.

Distribución geográfica: Su rango mejor conocido es la parte este y sureste de Estados Unidos (Snelling, 1995).

Observaciones de campo: Se les encuentra forrajeando tanto en las zonas núcleo como en sus alrededores en cactáceas, suelo, rocas, incluso pavimento y terracería.

### ***Linepithema* Mayr, 1866**

Este género es originario de América y se caracteriza por tener la mandíbula con un diente apical muy alargado seguido de un diente subapical de menor tamaño y de una serie de tres a cuatro dientes más pequeños alternados con dentículos; el margen anteromedial del clípeo tiene una muesca y ancha (Wild, 2007).

Las colonias maduras normalmente tienen más de 1000 individuos y la casta obrera es monomórfica. Son carroñeras generalistas y depredadoras con fuertes tendencias a alimentarse de nectarios y de insectos productores de miel (Wild, 2007). En México se registran dos de las 19 especies descritas para el género.

### *Linepithema humile* Mayr

Hormigas medianas con sedas en el gáster y mandíbulas así como en las antenas; color pardo oscuro, mesosoma redondeado y palpos pequeños, ojos grandes (82 – 110 omatidios), en vista lateral, propodeo redondeado y la cara dorsal es más pequeña que el mesonoto. Para distinguirlas de otras especies del mismo género, *L. humile* presenta estos tres caracteres juntos: Sin sedas en el dorso de la cabeza, mesosoma y dos primeros segmentos del gáster; escapos antenales relativamente grandes y ojos con más de 95 omatidias (Wild, 2004).

Es un género ampliamente reconocido debido a la hormiga argentina *L. humile*, insecto que ha recibido mucha atención por su comportamiento invasivo en los climas mediterráneos de todo el planeta (Wild, 2007).

Distribución geográfica: Es una especie invasora e introducida en todo el mundo, nativa de América del Sur hasta el río Paraná (Wild, 2004; 2007). Para México se tienen registros de esta especie en Baja California, Guanajuato y para el Distrito Federal al menos desde 1965 (Wild, 2004).

Observaciones de campo: Sólo se recolectaron dos especímenes en la misma estación en la zona núcleo sur-oriente de una sola colonia, durante todo el muestreo y colectas posteriores.

### ***Liometopum* Mayr, 1861**

Hormigas polimórficas con las obreras mayores con ocelos. Cuerpo cubierto de pubescencia densa. Mandíbula con 7 a 10 dientes y denticulos, mesosoma continuo y claramente convexo y con surco metanotal reducido a una sutura (Del Toro *et al.* 2009).

Hay dos especies en México (Cuezzo, 2003; Del Toro *et al.*, 2009) y siete en el resto del mundo (Del Toro *et al.*, 2009). Son generalmente oportunistas pero en colonias grandes son depredadoras, anidan bajo rocas, en troncos y algunas especies tienen relación con cactáceas del género *Opuntia* (Del Toro *et al.*, 2009).

#### *Liometopum apiculatum* Mayr

Hormigas de tamaño mediano y de color castaño claro a oscuro, sedas medianas en todo el cuerpo, las más largas están en la superficie dorsal del pronoto, perfil del mesosoma redondeado, palpos cortos y escapos largos y delgados con sedas erectas y decumbentes (Del Toro *et al.*, 2009).

Distribución geográfica: Del sureste de México (Quintana Roo), hasta el sureste de Estados Unidos (Del Toro *et al.*, 2009).

Observaciones de campo: Se encontró un nido bajo un pirul (*Schinus molle*) durante la temporada de lluvias, éste estaba construido en una masa muerta y muy húmeda del pasto *Pennisetum clandestinum*, especie vegetal exótica que se encontraba a la orilla de la zona núcleo sur oriente (Parcela 3), muy cerca del circuito de automóviles. Son hormigas muy agresivas y atacaron al tratar de capturarlas.

## **Subfamilia Ecitoninae**

Caracterizadas por un clípeo reducido a una banda transversa, que hace que las inserciones antenales se encuentren muy cerca de las mandíbulas. Sin ojos o solamente con un pequeño lente oculo inconspicuo. Aguijón desarrollado y funcional (Palacio, 2003).

Son hormigas que no construyen nidos permanentes y no permanecen en un área determinada mucho tiempo; en el campo se distinguen porque se desplazan en filas de forrajeo densas y compactas formadas por obreras (Palacio, 2003).

En la REPSA sólo se encontró la especie *Neivamyrmex texanus*.

### ***Neivamyrmex* Borgmeier, 1940**

Estas hormigas se distinguen por la ausencia de un diente en la garra tarsal. Se conocen 115 especies en el Neotrópico y es el género más diverso de esta subfamilia. Se encuentran desde el nivel del mar hasta los 3000 metros de altura (Palacio, 2003). Son hormigas depredadoras de hábitos nómadas con ciclos de vida que alternan fases estacionarias con fases migratorias, cuya duración está determinada por la especie en particular (Palacio, 2003).

Se conocen al menos 37 especies en México, donde se tiene un amplio registro de este género, incluyendo el Distrito Federal (Watkins, 1982; Rojas, 2001).

#### *Neivamyrmex texanus* Watkins

Hormigas de tamaño pequeño a mediano, oscuras y con sedas en todo el cuerpo, antenas de 12 artejos (Watkins, 1982).

La casta obrera presenta variación gradual de tamaño, de obreras menores a obreras mayores. Se encuentra en hábitats variados pero es difícil de ver ya que las columnas que forman generalmente se mueven por debajo del suelo, además su color oscuro las vuelve difícil de distinguir (Palacio, 2003).

Distribución geográfica: Se distribuye en el centro y noroeste de México y sur de Estados Unidos (Watkins, 1972; Snelling, 2007).

Observaciones de campo: Se les encontró forrajeando en columna sobre el suelo descubierto en la temporada de lluvias, en la zona núcleo oriente (Parcela 2), que corresponde al espacio escultórico.

## Subfamilia Formicinae

Se caracterizan por la presencia del acidoporo y por tener el pedicelo abdominal de un segmento. Poseen de 4 a 6 dientes en la mandíbula. Pueden confundirse con Dolichoderinae pero éstas últimas no tienen acidoporo y pueden presentar dentículos en la mandíbula. Tienen una distribución amplia en el globo y en casi todo tipo de hábitats (Fernández, 2003b).

En la reserva se registraron cinco especies pertenecientes a cuatro géneros: *Camponotus atriceps*, *Formica montana*, *F. propatula*, *Lasius niger* y *Paratrechina bruesii*.

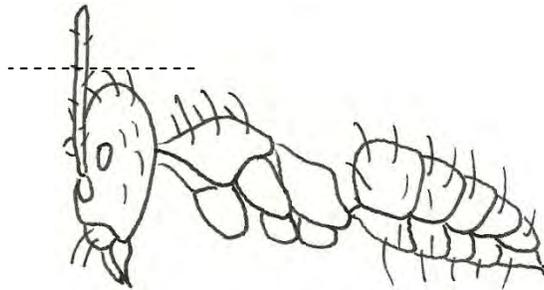
A continuación se presenta la clave para identificación de géneros de esta subfamilia, una breve descripción de cada género, las diagnósis para cada especie y la clave de especies para las especies del género *Formica* en la REPSA.

### *Clave para los géneros de la subfamilia Formicinae de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.*

1. Cuerpo con sedas largas y gruesas, rectas y semirectas (Esquema 15); escapos largos, casi la mitad de su longitud sobrepasa el margen posterior de la cabeza (Esquema 15)..... ***Paratrechina***

- Sin sedas largas, rectas y gruesas. Escapos de tamaño variable, pueden o no sobrepasar el margen posterior de la cabeza .....2

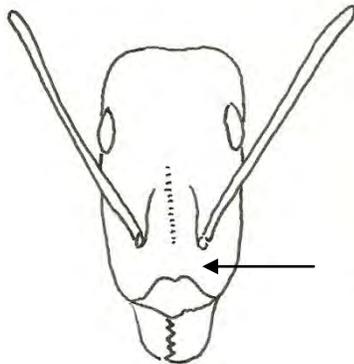
15



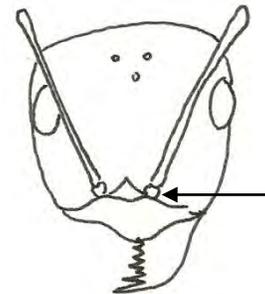
2. Margen posterior del clípeo alejado de las inserciones antenales a una distancia igual o mayor al diámetro de dichas inserciones (Esquema 16), perfil del mesosoma uniformemente convexo..... **Camponotus**

- Margen posterior del clípeo muy cercano a las inserciones antenales (Esquema 17), perfil del mesosoma no uniformemente convexo .....3

16



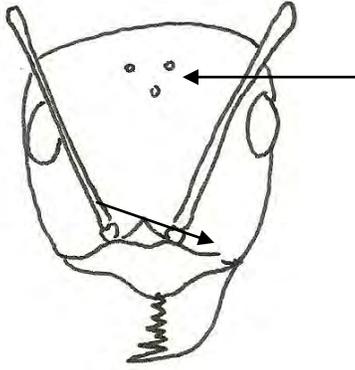
17



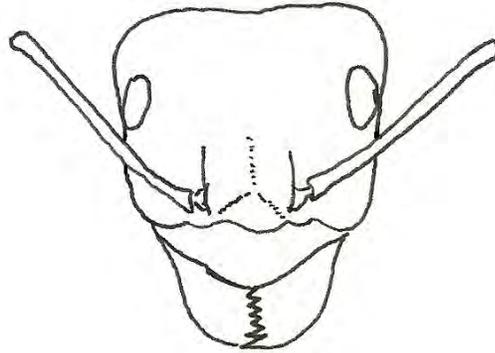
3. Con ocelos presentes en la parte media de la cabeza por arriba de los ojos (esquema 18); cara dorsal del propodeo mas o menos del mismo tamaño que su cara posterior (Esquema 20). Cara anterior del primer segmento del gáster con una concavidad que oculta al pecíolo ..... **Formica**

- Sin ocelos (Esquema 19); cara dorsal del propodeo más pequeña que su cara posterior (Esquema 21); cara anterior del primer terguito gastral formando una concavidad de tal forma que en algunos especímenes el pecíolo es ocultado por el terguito ..... **Lasius**

18

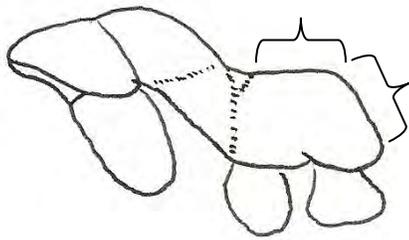


19



20

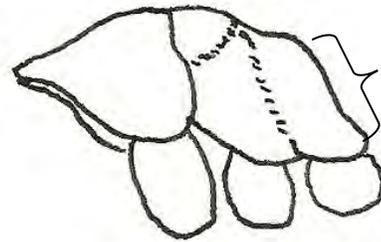
Cara dorsal



Cara posterior

21

Cara dorsal



Cara posterior

Clave para las especies del género *Formica* en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.

1. Cuerpo color castaño oscuro; con sedas de cortas a medianas en el occipucio, pronoto y parte ventral de la cabeza. .... ***F. montana***

- Cabeza, mesosoma y pecíolo de color castaño rojizo, gáster de color negro; sin sedas en el occipucio ni la parte ventral de la cabeza, acaso unas pocas en el pronoto.

..... ***F. propatula***

## ***Camponotus* Mayr, 1861**

Hormigas cuyo tamaño varía de pequeñas a muy grandes. El margen posterior del clípeo está alejado de los alveolos antenales por una distancia igual o mayor al diámetro de estos alveolos. No hay abertura de la glándula metapleurale. Estas últimas dos características separan al género de otros formicinos (Fernández, 2003a).

Son muy comunes y se encuentran a alturas desde el nivel del mar hasta por arriba de 3000 metros. Existen especies polimórficas y monomórficas. Son omnívoras y con colonias de tamaño (Fernández, 2003b).

Es un género hiperdiverso de distribución cosmopolita con más de mil especies en el mundo y unas 500 en América (Mackay y Delsinne, 2009). Actualmente el género está en revisión por el Dr. William Mackay (Rojas, com. per.).

### *Camponotus atriceps* Smith

Hormiga con gáster y cabeza de color castaño muy oscuro y mesosoma marrón, de tamaño grande y con 12 artejos antenales, con sedas erectas, finas y claras esparcidas por todo el cuerpo. Escapos antenales de las obreras menores y alrededor del margen de la cabeza, con sedas finas, erectas y semierectas (Snelling, 2006).

Distribución geográfica: Centro y norte de México hasta el sur de Arizona, En México se tienen registros de los estados de Hidalgo, Jalisco y Michoacán (Snelling, 2006).

Observaciones de campo: Se encontró una colonia de *C. atriceps* bajo una roca suelta en suelo, en el margen de una hondonada y algunos especímenes forrajeando en sitios cerrados en varias estaciones de muestreo. Esta hormiga no solo se observó dentro de la Reserva, también es relativamente común en ambientes urbanos al aire libre o dentro de casas habitación fuera del perímetro de Ciudad Universitaria.

## ***Formica* Linnaeus, 1758**

Son hormigas de tamaño mediano, antenas de 12 artejos y con alveolos antenales situados cerca del margen del clípeo. Mandíbulas triangulares con siete o más dientes. Es un género extendido a todo el mundo excepto en Sudamérica y Australia con unas 40 especies descritas y varios subgéneros (Creighton, 1950; Agosti y Johnson, 2010).

Se han registrado seis especies en la región Neotropical y tres en México (Fernández, 2003b). Se alimentan de secreciones de áfidos y son depredadoras de pequeños artrópodos, siempre con colonias numerosas (Gómez y Espadaler, 2007). En norte América el género se distribuye desde los bosques de coníferas hasta hábitats desérticos y xerófilos (Harris y Berry, 2003).

### *Formica montana* Wheeler

Hormigas medianas de color castaño oscuro, promesonoto convexo en vista de perfil, cara dorsal y posterior del propodeo más o menos del mismo tamaño unidas en una curvatura tenue; antenas de 12 artejos y sedas medianas en todo el gáster (Creighton, 1950; Francoeur, 1973).

Anidan en el suelo, en montículos naturales, a veces recubiertos de materia vegetal. Ocupan diversos hábitats, desde praderas hasta bosques. Se le encuentra en lugares donde la temperatura y la humedad varían mucho, soportan altas temperaturas y baja humedad (Francoeur, 1973).

Distribución geográfica: Es una especie común en la parte noreste de los Estados Unidos, en la región de los grandes lagos, sin embargo, su distribución hacia el sur no ha sido precisada pero se creía que no era tan extensa (Francoeur, 1973), este registro es interesante porque se trata un punto más al sur de lo supuesto con anterioridad.

### *Formica propatula* Francoeur

Hormigas medianas, cabeza, mesosoma, pecíolo y extremidades de color castaño oscuro, gáster negro con sedas largas en la parte ventral, promesonoto convexo y propodeo con dos caras bien definidas. Anidan bajo rocas o en montículos (Francoeur, 1973).

Distribución geográfica: Sólo se ha registrado en el centro de México, en los estados de México e Hidalgo (Francoeur, 1973).

Observaciones de campo: Las dos especies de *Formica* son muy evasivas y rápidas. Se encontró un nido de *F. montana* en una pequeña grieta de basalto sobre una vereda de la zona núcleo poniente (Parcela 1). Al parecer las obreras estaban en plena actividad de forrajeo en un medio día de temporada seca, en un sitio sin sombra, la temperatura ambiente rebasaba los 20° C (Probablemente más en el suelo y roca). Al momento de comenzar a colectarlas de manera manual, todas las obreras que forrajeaban fuera del nido se dispersaron rápidamente y regresaron al nido, en donde se mantuvieron alerta de lo que pasaba afuera.

### ***Lasius* Fabricius, 1804**

Género cercano a *Formica*; cuerpo color castaño claro a oscuro y en raras ocasiones amarillento. Tienen mandíbulas con más de siete dientes, un área cóncava pequeña en la cara anterior del primer tergo y mesotórax sin constricción después del pronoto. La revisión de este género por Wilson (1955) proporciona claves para identificar las especies de todo el mundo y sigue en vigencia al menos para Norte América (Ward, 2007).

Su distribución predominante es de tipo Holártica, son afidícolas y depredadoras (Gómez y Espadaler, 2007). Wilson (1955) describió 33 especies, al menos tres de ellas se les tiene registradas en México (Rojas, 2001).

## *Lasius niger* Wilson

Hormigas medianas de color castaño oscuro, con pocas sedas en las extremidades y escapos, en su lugar sólo se observa pubescencia densa, las características de la mandíbula son importantes para su taxonomía.

Distribución geográfica: Smith (1979, citado por Rojas, 2001) la registró en México sin localidad específica.

Observaciones de campo: Se recolectó a esta especie en su vuelo nupcial a orillas de la Reserva a finales de mayo de 2009; cuando comenzaron las primeras lluvias ligeras, se agruparon muchos alados y obreras en porciones de suelo muy húmedas. Se recolectaron obreras, alados y reinas. También se recolectaron obreras que forrajeaban sobre el cadáver de una lagartija, compartiendo el alimento con obreras de *D. smithi* y *M. minimum*. Se encontraron nidos de *L. niger* bajo rocas en suelo húmedo en zonas de manejo especial y en la zona núcleo poniente (Parcela 1).

## ***Paratrechina* Motschoulsky, 1863**

Hormigas pequeñas asociadas a suelos de sitios naturales y con disturbios. Presentan sedas gruesas en la cabeza y en el promesonoto y una dentición típica. En América ninguna otra hormiga presenta estas dos características. Es un género cosmopolita y difícil taxonómicamente (Fernández, 2003b). Se les ha encontrado asociadas a cóccidos o a áfidos; anidan en el suelo, bajo rocas o en madera en descomposición. Tienen un hábito de forrajeo particular, se les llama hormigas locas “crazy ants” pues se mueven continuamente de un lado a otro hasta que localizan una fuente de alimento y rápidamente reclutan a otras y se retiran rápidamente porque evitan el enfrentamiento directo (Gómez y Espadaler, 2007).

Es un género cosmopolita, Trager (1984) registró 17 especies para los Estados Unidos. Se tienen registros de al menos nueve especies en nuestro país (Rojas, 2001).

*Paratrechina bruessi* Wheeler

Hormigas de tamaño pequeño a mediano cuyo color puede variar de castaño oscuro a claro, presentan sedas largas y gruesas en todo el cuerpo y un propodeo angulado; las antenas terminan en mazo antenal de tres artejos.

Distribución geográfica: Su centro de abundancia según los registros, se encuentra en las zonas desérticas del norte de México y hasta el sur de Estados Unidos (Trager, 1984).

Observaciones de campo: Hormigas muy activas, se recolectaron y observaron varios nidos bajo rocas y en el suelo, e incluso en zonas pavimentadas dentro del Jardín Botánico. Se les encuentra en varios microhábitats dentro y fuera de la reserva, en zonas perturbadas y no perturbadas; sobre roca, suelo seco o húmedo y en plantas como agaves (*Agave* sp.) y nopales (*Opuntia* sp.), en condiciones soleadas y lluviosas tanto en sitios abiertos como en cerrados. Acudían a los cebos de atún.

## Subfamilia Myrmicinae

Peciolo y postpeciolo presentes, fusión del pronoto y mesonoto y abertura de la glándula metapleural inconspicua (Fernández, 2003c).

Es la subfamilia con más riqueza y diversidad y los hábitats en los que se encuentra son igualmente variados, anidan desde el suelo hasta el estrato arbóreo (Fernández, 2003c).

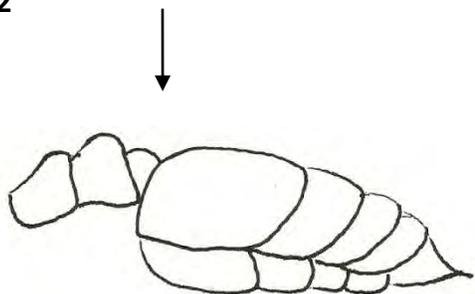
En la REPSA se encontraron nueve especies pertenecientes a seis géneros: *CreMATogaster nocturna*, *Cardiocondyla* sp. gpo. *stambuloffii*, *Temnothorax manni*, *T. nitens*, *Pheidole* sp.1, *Pheidole* sp.2, *Monomorium minimum*, *M. pharaonis* y *Solenopsis geminata*.

A continuación se presenta la clave para la identificación de los géneros y las especies de esta subfamilia en la REPSA, así como una breve descripción y diagnóstico de cada especie.

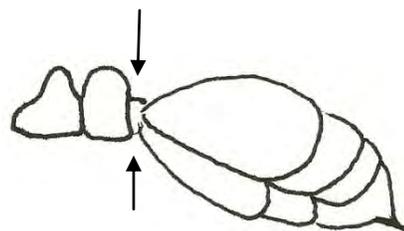
*Clave para los géneros de la subfamilia Myrmicinae de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.*

1. Pospeciolo unido a la parte dorsal del primer terguito gastral (Esquema 22); gáster en vista dorsal, en forma de cono o corazón ..... **CreMATogaster**
- Pospeciolo unido a la parte dorsal y ventral del primer terguito gastral (Esquema 23) .....2

22



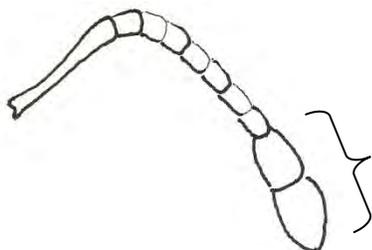
23



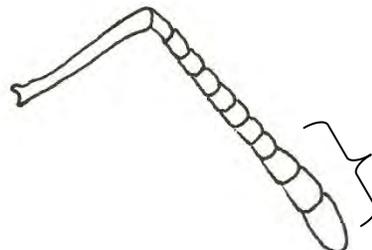
2. Antena con 10 artejos, los dos últimos artejos apicales notablemente más gruesos que los demás formando un mazo antenal (Esquema 24) ..... **Solenopsis**

- Antenas con 12 artejos, con un mazo antenal formada de los tres últimos artejos (Esquema 25) o bien, los artejos aumentan progresivamente de tamaño sin formar una maza bien diferenciado.....3

24



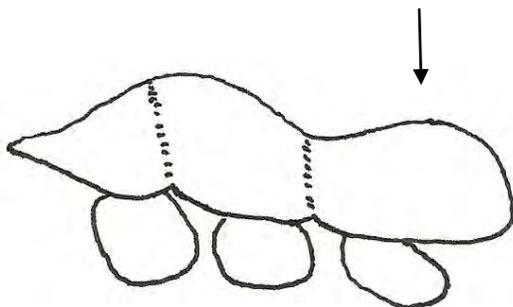
25



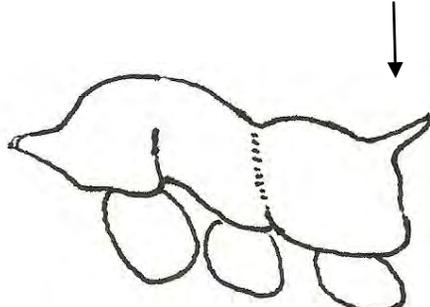
3. Propodeo de redondeado a angulado en vista lateral pero nunca con espinas (Esquema 26) ..... **Monomorium**

- Propodeo con espinas de muy cortas a largas (Esquema 27)... .....4

26



27

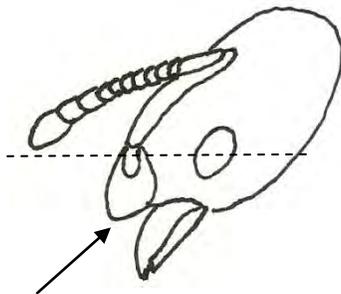


4. Porciones laterales del clípeo aplanadas dorsoventralmente, notoriamente prominentes sobre la mandíbula en vista lateral (Esquema 28), ojos situados en la parte

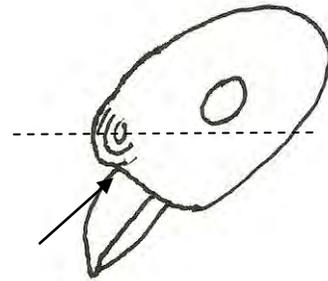
anterior de la cabeza casi a la altura de las inserciones antenales y muy cercanos a la mandíbula (Esquema 28)..... **Cardiocondyla**

- Clípeo no aplanado dorsoventralmente (Esquema 29), ojos situados en la parte anterior de la cabeza pero arriba de la altura de las inserciones antenales y no tan cercanos a la mandíbula (Esquema 29).....5

28



29



5. Mandíbulas de hasta seis dientes o dentículos bien definidos en total, sin dentículos poco diferenciados o no bien definidos cerca del ángulo basal, monomórficas

..... **Temnothorax**

- Mandíbulas con más de siete dientes y dentículos en total, usualmente con dentículos no bien definidos cerca del ángulo basal; en las obreras menores, el tercer diente apical más pequeño que el cuarto y la dentición puede continuar de esta manera, varían en tamaño, dimórficas: obreras mayores o soldados y obreras menores .....

..... **Pheidole**

*Clave para las especies del género Monomorium en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.*

1. Hormigas de color negro; cuerpo de textura lisa ..... **M. minimum**

- Hormigas de color amarillo; cuerpo de textura granulosa; con dos hileras paralelas de sedas que corren de la parte media del clípeo a la parte posterior de la cabeza .....

..... **M. pharaonis**

*Clave para las especies del género Pheidole en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.*

1. Sutura promesonotal visible en vista de perfil y en vista dorsal. Obreras mayores con cabeza robusta y con forma de corazón en vista dorsal ..... **Pheidole sp. 1**

- Sutura promesonotal ausente o poco conspicua. Obreras mayores con cabeza robusta y con forma rectangular en vista dorsal ..... **Pheidole sp. 2**

*Clave para las especies del género Solenopsis en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.*

1. Hormigas muy pequeñas, menos de 1.5mm de tamaño, ojos reducidos con menos de 15 omatidios, monomórficas ..... **S. sp. aff. picea** (Grupo Diplorhiptrum)

- Hormigas pequeñas a medianas, mayores a 1.5mm, ojos no reducidos, con más de 15 omatidios, dimórficas ..... **S. geminata** (Grupo *geminata*)

*Clave para las especies del género Temnothorax en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.*

1 .Hormigas de color oscuro; cabeza y gáster de textura lisa y brillante ..... **T.manni**

- Hormigas de color amarillo claro; cabeza de textura rugosa y gáster liso ..... **T. nitens**

**Cardiocondyla Emery, 1869**

Hormigas monomórficas de tamaño pequeño con las porciones laterales del cípeo aplanadas dorsoventralmente y muy prominentes sobre la mandíbula. Ojos grandes hacia el margen anterior de la cabeza, propodeo con espina (Smith, 1944; Fernández, 2003c).

Son carroñeras (Mackay, 1995; Gómez y Espadaler, 2007), depredadoras o se alimentan de néctar de *Euphorbia* y establecen trofobiosis con homópteros (Mackay, 1995). Forman pequeñas colonias y se les ve forrajeando en días húmedos después de llover (Gómez y Espadaler, 2007).

*Cardiocondyla* sp. gpo. *stambuloffii*

Vertex reducido, espinas del propodeo reducidas y chatas. Peciolo mucho más alto que ancho, postpeciolo dos veces más ancho que el peciolo, con ojos pequeños. Este grupo incluye a las especies *C. stambuloffii*, *C. gibosa*, *C. koshewnikovi* y *C. tibetana* (Seifert, 2003).

Distribución geográfica: Sureste de Europa hasta Asia menor y al este del Tíbet y Mongolia (Seifert, 2003).

Observaciones de campo: Sin datos de campo.

***Crematogaster* Lund, 1831**

La inserción en el gáster del postpeciólo, que forma una articulación con la superficie dorsal del tergo abdominal es característica del género. En vista dorsal el gáster tiene forma de corazón. Muchas obreras andan con el gaste alzado y proyectado hacia delante (Fernández, 2003c). Son arborícolas o pueden anidar debajo de rocas o entre raíces (Fernández, 2003c). Son depredadoras generalistas y también se alimentan de las secreciones de hemípteros como cóccidos y áfidos (Buren, 1958; Shattuck, 2000). Aunque poseen un aguijón, éste es incapaz de perforar; ya que es flexible y delicado, se piensa que es utilizado como arma de persuasión (Buren, 1958).

Se han registrado para la región Neotropical más de 200 especies, subespecies y variedades; muchas de estas con una amplia distribución (Fernández, 2003c). Buren (1968) registra casi 40 especies para Norte América. Rojas (2001) registra siete especies en México.

### *Crematogaster nocturna* Buren 1968

Hormiga de tamaño mediano, color oscuro y con un par de espinas medianas en el epinoto; antenas de 12 artejos y abdomen en forma de corazón con el ápice terminando en punta, característico de este género.

Buren (1968) la clasifica como especie nueva, relacionada con *C. californica* Emery.

Distribución geográfica: Sólo se tiene el registro de Buren (1968), en la montaña de Navajo, Arizona.

Observaciones de campo: Se encontraron muchos individuos de esta especie asociados a cladodios inmaduros de *Opuntia*, donde se refugiaban en los internodos de las espinas emergentes. También se encontraron dos nidos en el suelo junto con otros artrópodos como escarabajos (Coleoptera) y cochinillas (Isopoda), donde domina la vegetación arbustiva y de pastizal como *Muhlenbergia robusta*.

### ***Monomorium* Mayr, 1855**

Hormigas de tamaño pequeño a moderado, monomórficas y polimórficas. Antenas de 12 artejos con una maza de tres y a veces de cuatro artejos, peciolo pedunculado y propodeo sin espinas, rara vez angulado y normalmente redondeado (DuBois, 1986). Es un género posiblemente parafilético y ampliamente distribuido, sobre todo en el Viejo Mundo (Fernández, 2003c). Varias especies de este género son granívoras. Otras presentan reinas ergatoides (no aladas, parecidas a obreras) (Hölldobler y Wilson, 1990).

Es un género de distribución cosmopolita con unas 300 especies en el mundo (Fernández, 2007), al menos nueve registros en México (Rojas, 2001).

### *Monomorium minimum* Buckley

Hormigas de tamaño pequeño, de color negro y con sedas pequeñas en todo el cuerpo, antenas largas de 12 artejos terminando en una maza de tres artejos.

Distribución geográfica: Es una especie común en toda la región Neártica del continente, parece ser que México es su distribución más al sur que se le conoce (Fernández, 2007).

Observaciones de campo: Se les recolectó en una ocasión alimentándose del cadáver de un conejo (donde además se encontró *Pheidole* sp.2) y en otra, del cadáver de una lagartija, compartiendo este alimento con *Lasius niger* y *Dorymyrmex smithi*. Acudieron a los cebos de atún. También se les observó en ambientes urbanos justo a las orillas de la reserva, forrajeando a lado de *S. geminata*.

### *Monomorium pharaonis* Linnaeus

Especie de origen africano que se ha vuelto una plaga importante en todo el mundo como especie exótica (Fourcassié y Deneubourg, 1992). Cabeza y mesosoma con escultura punteada muy fina y el dorso de la mandíbula con arrugas longitudinales. Es la única especie de *Monomorium* en el Neotrópico que presenta estas características. También se distingue por presentar dos hileras de sedas en la cabeza que van del vertex a la carina (Fernández, 2007).

Distribución geográfica: Cosmopolita, introducida y plaga importante en América (Creighton, 1950; Hölldobler y Wilson, 1990).

Observaciones de campo: La recolectó Ramiro Ayala, fuera del muestreo para este trabajo, con un método distinto, el cual consiste en examinar la artropodofauna de *Muhlebergia robusta* mediante la extracción de esta planta desde la raíz para su posterior análisis en el laboratorio. Sólo se encontró un nido en la zona núcleo oriente (Parcela 2), en un sitio abierto con poco suelo, cerca de un manchón de *M. robusta*.

### ***Pheidole* Westwood, 1839**

Hormigas con antenas de 12 artejos y con una maza muy clara de tres artejos. Mandíbulas con numerosos dientes y dentículos. Obreras dimórficas. Se alimentan de insectos vivos, carroña, alimentos azucarados y desperdicios de comida (Gómez y Espadaler, 2007).

Es un género muy común en la región Neotropical y existen más de 600 especies en América (Wilson, 2000; Fernández, 2003c). Rojas (2001) registra 51 especies para México.

Observaciones de campo: Se encontraron dos especies que no han podido ser determinadas ya que no se recolectaron los soldados, necesarios para su identificación a nivel de especie. La especie 1 se recolectó tanto a las afueras de la reserva como en las zonas núcleo, de hecho se encontró un nido en un área abierta de la zona núcleo poniente (Parcela 1). La especie 2 se encontró en las zonas núcleo poniente (Parcela 1) y sur-oriente (Parcela 3) en diferentes estaciones del año, en una ocasión compartiendo como alimento el cadáver de un conejo con *Monomorium minimum*.

### ***Solenopsis* Westwood, 1840**

Hormigas pequeñas y medianas, con antenas de 10 artejos con maza de dos artejos. Propodeo sin dientes ni espinas. Para la hormiga de fuego *S. invicta* se han encontrado hábitos de alimentación de tipo depredatorio y granívoro, dependiendo del tipo de hábitat que colonice (Vogt *et al.*, 2002). El género se divide en dos grupos: el grupo *geminata*, conformado por las llamadas hormigas de fuego o *fire ants*, son dimórficas y algunas especies de este grupo indican perturbación (Creighton, 1950; Taber, 2000) y el grupo *Diplorhoptrum*, hormigas ladronas o *thief ants*, muy pequeñas y monomórficas (Creighton, 1950; Dash, 2004).

Se registran 200 especies para la región Neotropical (Fernández, 2003c), se registran al menos diez especies del suelo de México (Rojas, 2001).

#### *Solenopsis geminata* Fabricius

Conocida como hormiga de fuego del trópico, o tropical, es de tamaño pequeño a mediano, de coloración rojiza oscura o negra. Existe una extensa literatura sobre esta especie ya que es de importancia económica como plaga y en ocasiones, como control de otras plagas (Trager, 1991; Taber, 2000).

Distribución geográfica: Casi todo el continente, excepto zonas muy frías. Nativa de Norte y Sur América pero invasora en sitios perturbados ya que desplaza a otras especies (Taber, 2000).

Observaciones de campo: La presencia de esta especie en grandes abundancias indica perturbación, se le encuentra generalmente en zonas de cultivos, pastizales inducidos y asentamientos humanos (Taber, 2000; Fragoso y Rojas, 2009). Afortunadamente sólo se le recolectó a las orillas de la reserva en ambientes urbanos, sobre aceras y nunca dentro de la REPSA.

#### *Solenopsis sp. aff. picea*

Distribución geográfica: Zonas áridas y templadas del suroeste de Estados Unidos hasta el Centro de México (Taber, 2000).

Observaciones de campo: Se encontró un sólo nido de esta diminuta hormiga, se hallaban agregadas bajo una roca, su movimiento era lento y compartían el lugar con un nido de *P. bruesii*. Hölldobler y Wilson (1990) denominan al comportamiento de esta especie, lestopobiosis, que es el hábito de anidar en las paredes de un nido de otra especie de mayor tamaño y alimentarse de las larvas y la comida de ésta última (Tinaut y Ruano, 1999).

#### ***Temnothorax* Mayr, 1861**

Bolton separó a este género de *Leptothorax* (Bolton, 2003), al cual pertenecía como subgénero *Myrafant* (en Mackay, 2000 donde está publicada su descripción más reciente). Son hormigas pequeñas con mandíbulas de 4 a 6 dientes, antenas de 12 artejos con una maza de tres artejos, propodeo con espinas de cortas a largas, y peciolo con proceso subpeciolar (Mackay, 2000; Radchenko, 2004).

La mayoría de las hormigas de este género se encuentran en las regiones Neotropical, Etiope y Oriental (Smith, 1950). Son depredadoras y algunas especies son

parásitas (Preston-Mafham y Preston-Mafham, 1993), sólo *T. caesari* es granívora pero su distribución está restringida al noreste de la península Ibérica (Espadaler, 1996).

### *Temnothorax nitens* Emery

Hormigas de color claro, caracterizadas por tener un peciolo chato y en forma de cuña; sedas gruesas, medianas y chatas (Ward, 2005). A diferencia de la otra especie de *Temnothorax* en la REPSA, la textura del mesosoma es fina y punteada y las sedas son más conspicuas.

Distribución geográfica: Oeste de Estados Unidos hasta el centro de México (Mackay, 2000).

Observaciones de campo: Se le encontró forrajeando en suelo y en el estrato arbustivo. Se encontraron dos reinas, una de ellas sola, la otra se reconoció ya en el laboratorio pero se recolectó de una colonia que forrajeaba sobre *Opuntia* sp.

### *Temnothorax manni* Wheeler

Hormigas de color oscuro, con sedas finas; mesosoma de textura reticulada, rugosa y brillante (Wheeler, 1914).

Distribución geográfica: Sur oeste de Estados Unidos hasta el centro de México, con registros hasta el estado de Hidalgo (Wheeler, 1914; Mackay, 2000).

Observaciones de campo: Se encontraron algunos especímenes de esta especie forrajeando sobre una roca.

## **Subfamilia Ponerinae**

Pertenece al grupo de las Poneromorfas que consta de seis subfamilias (Bolton, 2003). Dicho grupo se caracteriza por un orificio de la glándula metapleurar que nunca se encuentra cubierto por una cubierta cuticular, una marcada esclerotización, un nodo peciolar y una constricción entre el primero y segundo segmento del gáster; poseen un aguijón bien desarrollado (Lattke, 2003). A la subfamilia Ponerinae se le diferencia del resto del grupo porque, además de presentar las características anteriores, tienen una sutura promesonotal flexible que les permite cierto movimiento relativo entre el pronoto y el mesonoto y tienen un peciolo sin fusión tergoesternal (Bolton, 2003).

Esta subfamilia presenta características biológicas poco derivadas entre las hormigas: la tendencia al monomorfismo, la poca diferenciación entre obreras y reinas, y el hecho de que la reina tenga que salir a cazar su propio alimento cuando funda una colonia y exponerse al peligro, entre otros aspectos (Lattke, 2003; Wilson y Hölldobler, 2005). Son depredadoras por excelencia y existen algunas especializaciones en ciertos grupos (Lattke, 2003).

En la REPSA se encontró sólo una especie de la subfamilia: *Hypoponera* sp. complejo *Punctatissima*.

### ***Hypoponera* Santschi, 1938**

Género considerado como ancestral o con características plesiomórficas debido a su morfología y comportamiento. Obreras monomórficas, poco diferenciadas de la reina, de tamaño pequeño y de hábitos crípticos. Tienen un proceso subpeciolar que termina en punta y en vista lateral es traslúcida. Son depredadoras y a veces ordeñan homópteros. Es un género cosmopolita y poco estudiado a nivel taxonómico, se estiman unas 371 especies en el mundo (Agosti y Johnson, 2010), aunque la taxonomía de este grupo aun deja mucho que desear (Lattke, 2003). Se conocen 35 especies para América. (Lattke, 2003).

### *Hypoponera* sp. complejo *Punctatissima*

Hormigas pequeñas de ojos muy pequeños y hacia la parte anterior de la cabeza, mandíbulas curvas vistas en perfil, cara posterior del epinoto relativamente plana, sin crestas ni carinas, nodo peciolar ancho en vista dorsal con las caras anterior y posterior casi paralelas y que convergen ligeramente; cara dorsal del nodo peciolar un tanto redondeado; color amarillo a castaño oscuro (Longino, 2009).

Son especies raramente recolectadas debido a sus hábitos crípticos, es probable que su amplia distribución tenga que ver con la actividad humana, pero no se considera dañina (Longino, 2009).

Distribución geográfica: Son especies cosmopolitas que dominan sobre todo en climas tropicales y subtropicales.

Observaciones de campo: Se encontraron pocos individuos de esta especie. Dos especímenes se recolectaron bajo una roca, justo en un nido de *Pheidole* sp., no se sabe si existe una asociación de algún tipo entre estas dos especies.

## **Subfamilia Pseudomyrmecinae**

Hormigas muy características y fáciles de reconocer por su forma alargada, ojos muy grandes (normalmente más de  $\frac{1}{4}$  de la longitud de su cabeza) y escapos cortos; tienen un postpeciolo y un aguijón bien desarrollado (Ward, 2003).

Son habitantes casi exclusivos del estrato arbóreo y anidan en ramas muertas; algunas especies forman asociaciones con plantas mirmecófilas como es el caso de *Acacia* y otras leguminosas (Ward, 2003).

En la REPSA se encontró la especie *Pseudomyrmex championi*, la cual se recolectó en la vegetación sobre plantas como *Opuntia*, *Muhlebergia*, *Pinus*, y *Agave*.

### ***Pseudomyrmex* Lund, 1831**

Obreras con 12 artejos antenales, surco ausente en el metabasitarso. Se observan frecuentemente en asociación con áfidos y otros insectos mielíferos (Whitcomb *et al.*, 1972). Viven en el estrato arbóreo.

Muchas especies son de regiones tropicales húmedas pero hay algunas registradas en zonas secas (Ward, 2003).

### *Pseudomyrmex championi* Forel

Hormigas de tamaño mediano, de entre 4 y 7 mm, mesosoma, peciolo y postpeciolo de color naranja, cabeza y gáster de color castaño oscuro, ojos grandes, antenas de color marrón al igual que las patas. Tienen sedas largas en la parte posterior de cada segmento del gáster.

Distribución geográfica: Se tienen registros de esta especie desde el centro-norte de México hasta Guatemala (Forel, 1899; Agosti y Johnson, 2010).

Observaciones de campo: Son exclusivas del estrato arbóreo, se recolectaron generalmente en pastos (*Muhlebergia robusta*), cactáceas (*Agave* sp., *Opuntia* sp.) y en

menor grado sobre otros elementos arbóreos. Se observó una colonia forrajeando sobre un agave por varios días junto con individuos de *Paratrechina bruessi*.

## CONCLUSIONES

- Se registraron 21 especies dentro de la REPSA, dos de ellas invasoras y exóticas pero en baja abundancia (*L. humile* y *M. pharaonis*). También se encontró una especie invasora y nativa (*S. geminata*) de baja abundancia dentro de la REPSA, pero muy presente en los alrededores de la misma y que pudiera representar una amenaza seria.
- Se incrementó el registro de especies para el Distrito Federal en un 283.3%.
- Se realizó una clave para la identificación de las especies presentes en la REPSA.
- La subfamilia más diversa es Myrmicinae, seguida por Formicinae, después Dolichoderinae y las menos diversas son Ecitoninae, Pseudomyrmicinae y Ponerinae.
- Los grupos funcionales dominantes en la REPSA son característicos de bosques templados y de ambientes con altos niveles de estrés (Mirmicinas generalistas y oportunistas). Se observó una representatividad poco común de hormigas especializadas a climas fríos en un ambiente templado, tal vez debido a las bajas temperaturas que suelen presentarse en la zona.
- Las especies más abundantes de la REPSA son *P. bruesii*, *P. championi* y *M. minimum*.
- Es necesario aplicar distintos métodos de muestreo o bien los mismos, pero con un esfuerzo mayor, sobre todo en el uso de cebos y en zonas con suelo.

## PERSPECTIVAS A FUTURO

- Dar seguimiento y monitorear el comportamiento de las especies invasoras (*S. geminata*, *L. humile*, *M. pharaonis*) en este ecosistema.
- Realizar estudios para conocer qué tanto afecta la falta de suelo, la temperatura y otros posibles factores de estrés en los hábitos de colonización y actividad de forrajeo de las hormigas en la REPSA.
- Comparar esta comunidad de hormigas con las comunidades de los bosques que forman parte del derrame del volcán Xitle y con comunidades de otros ecosistemas adyacentes para conocer el origen de las poblaciones que viven en la REPSA. Para esto es necesario realizar el inventario faunístico de este grupo en dichas zonas, puesto que no existen estudios.
- Realizar muestreos más intensivos y con distintos métodos para tratar de obtener la mayor cantidad de especies nuevas posibles.
- Realizar estudios estandarizados en las tres zonas núcleo para calcular índices de complementariedad y saber qué tan parecida es la fauna en un ecosistema fragmentado como este.
- Dar seguimiento a esta comunidad para saber si existen ingresos, salidas, o especies turistas debido al proceso sucesional en que se encuentra la REPSA.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- **Agosti, D., F. y Johnson.** 2010. AntBase. WWW electronic publication. antbase.org  
Accesado por última vez en 08/02/2010
- **Andersen, A. N.** 1995. A classification of Australian ant communities based on functional groups which parallel plant life-forms in relation to stress and disturbance. *Journal of Biogeography* 22: 15-29.
- **Andersen, A. N.** 1997. Functional groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. *Journal of Biogeography* 24: 433-460.
- **Andersen, A. N.** 2000. Global Ecology of rainforest ants. Functional groups in relation to environmental stress and disturbance. En: Agosti, D.; J. D., Majer; L. E., Alonso y T. R., Schultz (Eds.). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. 280 p.
- **Antonio Garcés, J.** 2008. Restauración Ecológica de la Zona de Amortiguamiento 8 de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, D.F. (México). Tesis de Licenciatura de la Facultad de Ciencias, UNAM. 61 p.
- **Ávalos Hernández, O.** 2007. Bombyliidae (Insecta: Diptera) de Quilamula en el área de Reserva Sierra de Huautla, Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana*. (n.s.) 23(1): 139-169.
- **Begon M.; C. R. Townsend y J. L. Herper.** 2006. *Ecology*. From individuals to ecosystems. 4a ed. Blackwell Publishing. U.K. 767 p.
- **Bestelmeyer, B.; D., Agosti; L., Alonso; C., Brandão; W., Brown Jr.; J., Delabie y R., Silvestre.** 2000. *Field techniques for the study of ground-dwelling ants: An overview, description an evaluation*. En: Agosti, D., J. D., Majer, L. E., Alonso y T. R., Schultz (Eds.). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. Pp. 122-144.
- **Blanco-Becerril, M. A.** 2009. Estructura trófica de la comunidad de artrópodos asociados a *Muhlenbergia robusta* en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Tesis de licenciatura de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 48 p.
- **Bland, R. y H.E., Jaques.** 1978. *How to know the insects*. Wm. C. Brown Company Publishers. E.U.A. 409 p.

- **Bolton, B.** 1994. *Identification guide to the ant genera of the World*. Harvard University Press. E.U.A. 222 p.
- **Bolton, B.** 2003. *Synopsis and classification of Formicidae*. Memoirs of the American Entomological Institute. The American Entomological Institute. E.U.A. 370p.
- **Bolton, B.; Alpert, G.; P. S., Ward y P. Naskrecki.** 2006. *Bolton's catalogue of Ants of the World 1758-2005*. Ed. Harvard University press.
- **Brandão, C. R. F.** 1991. Adendos ao catálogo abreviado das formigas da região Neotropical (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Brasileira de Entomologia*. 35: 319-412.
- **Brown, W. L. Jr.** 1957. Ants from laguna Ocotol (Hymenoptera: Formicidae). *Bulletin: Museum of Comparative Zoology*. 116: 228-237.
- **Buren, W. F.** 1958. A review of the species of *Crematogaster, sensu stricto*, in North America (Hymenoptera: Formicidae) Part I. *Journal of the New York Entomological Society*. 66: 119-134.
- **Buren, W. F.** 1968. A review of the species of *Crematogaster, sensu stricto*, in North America (Hymenoptera: Formicidae) Part II. Description of New Species. *Journal of the New York Entomological Society*. 3(3): 91- 121.
- **Cano-Santana, Z. y J., Meave.** 1996. Sucesión primaria en derrames volcánicos: El caso de Xitle. *Ciencias* 41:58-68.
- **Castellanos, I.** 2001. Ecología de la oviposición de *Sphenarium purpurascens* (Orthoptera: Pyrgomorphidae) en la reserva ecológica del Pedregal de San Ángel, México, D.F. Tesis de Licenciatura de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 56 p.
- **Castillo-Argüero, S.; G., Montes-Cartas; M. A., Romero-Romero; Y. Martínez-Orea; P., Guadarrama-Cávez; I., Sánchez-Gallén y O., Núñez- Castillo.** 2004. Dinámica y conservación de la flora del matorral xerófilo de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (D.F. México). *Bol. Soc. Bot. Méx.* 74: 51-75.
- **Chazdon, R. L.; R. K., Colwell; J. S., Denslow y M. R., Guariguata.** 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regenerations in primary and secondary rain forest of northeastern Costa Rica. En: Dallmeier, F. y J. A., Comiskey (eds.) *Forest biodiversity research, monitoring and modeling. Conceptual*

*background and Old World Case studies*. The Partenon Publishing Group. E.U.A. p. 285-309.

- **Colwell, R. K. y Coddington, J. A.** 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. En: Hawkworth, D. L. (Ed.) *Biodiversity measurement and estimation*. Chapman & Hall. Surrey, UK. Pp. 101-118.
- **Colwell, R. K.** 2006. *StimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and user's guide)*. Version 7.51 <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- **Creighton, W. S.** 1950. The Ants of North America. *Bulletin of the Museum of comparative zoology*. 104: 1-585.
- **Cuezzo, F.** 2003. Subfamilia Dolichoderinae. En: Fernández, F. (Ed.) *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Smithsonian institution press. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 291- 297 p.
- **Dash, S. T.** 2004. Species diversity and Biogeography of ants (Hymenoptera: Formicidae) in Louisiana, with notes on their Ecology. Tesis de Maestría del Colegio de agricultura y mecánica de la Universidad del estado de Louisiana. E.U.A. 290 p.
- **De la Fuente, R.** 2005. Acuerdo por el que se razonifica, delimita e incrementa la zona de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria. *Gaceta UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México* 3813: 14-15, 22-23.
- **Del Toro, I.; J. A., Pacheco; W. P., Mackay.** 2009. Revision of the ant genus *Liometopum* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 53: 299- 369.
- **Delabie, J.H.C. y Fernández, F.** 2003. Relaciones entre hormigas y “homópteros” (Hemiptera: Stenorrhyncha y Auchenorrhyncha). En: Fernández, F. (Ed.) *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Smithsonian institution press. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. Pp. 181-197.
- **DuBois, M. B.** 1986. A revision of the native New World species of the ant genus *Monomorium* (*minimum* group) (Hymenoptera: Formicidae). *The University of Kansas Science Bulletin*. 53 (2): 65-119.
- **Espadaler, X.** 1996. *Leptothorax caesari* sp. n. (Insecta: Hymenoptera: Formicidae), a granivore with apterous males. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*. 99: 145- 150.

- **Fernández, F.** 2003a. Breve introducción a la biología social de las hormigas. En: Fernández, F. (Ed.) *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Smithsonian institution press. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 89-96 p.
- **Fernández, F.** 2003b. Subfamilia Formicinae. En: Fernández, F. (Ed.) *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Smithsonian institution press. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 299-306 p.
- **Fernández, F.** 2003c. Subfamilia Myrmicinae. En: Fernández, F. (Ed.) *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Smithsonian institution press. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 307- 330 p.
- **Fernández, F.** 2007. Two new South American species of *Monomorium* Mayr with taxonomic notes on the genus. En: Snelling, R. R.; B. L., Fisher; P. S., Ward (eds). *Advances in ant systematics (Hymenoptera: Formicidae): homage to E. O. Wilson – 50 years of contributions*. Memoirs of the American Entomological Institute, 80. pp. 128-145.
- **Flores-Maldonado, K. Y.; Phillips, S. A. Jr.; Sánchez-Ramos, G.** 1999. The Myrmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) along an altitudinal gradient on the Sierra Madre Oriental of Northeastern Mexico. *The southwestern Naturalist* 44(4): 457-461.
- **Forel, A.** 1899. Insecta. Hymenoptera. (Formicidae). Vol. III. Londres. Biologia Centrali Americana. WWW. Electronic Publication. <http://www.sil.si.edu/DigitalCollections/bca/explore.cfm> Accesado por última vez en 19/03/10.
- **Fourcassié, V. y J. -L., Deneubourg.** 1992. Collective exploration in the ant *Monomorium pharaonis* L. En: Billen, J. (Ed.). *Biology and Evolution of Social Insects*. Leuven University press. Bélgica. P. 369-373.
- **Fragoso, C. y P., Rojas.** 2009. Invasiones en el suelo: La lombriz de tierra *Pontoscolex corethrurus* y la hormiga *Solenopsis geminata* en los ecosistemas tropicales de México. En: Aragón, G. A.; M. A., Damián H. y López-Olguín, J. F. (Eds.). *Manejo Agroecológico de sistemas. Vol. I*. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. Pp. 81- 107.

- **Francoeur, A.** 1973. Révision taxonomique des espèces Néartiques du group *Fusca*, Genre *Formica* (Formicidae, Hymenoptera). *Memoirs de la société entomologique du Québec*. 3: 5-316.
- **García-Pérez, J. A.; W., P., Mackay; D., González-Villareal; R., Camacho-Trujillo.** 1992. Estudio preliminar de la mirmecofauna del Parque Nacional Chipinque, Nuevo León, México y su distribución altitudinal. *Folia Entomológica Mexicana*. 86: 185-190.
- **Gómez, K., X. y Espadaler.** 2007. *Hormigas*. WWW publicación electrónica. hormigas.org Fecha de último acceso: 05 junio 2009.
- **Gotelli, N. J. y R. K., Colwell.** 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology letters*. 4: 379- 391.
- **Guzmán-Mendoza, R.; G., Castaño-Meneses y M. C., Herrera-Fuentes.** 2010. Variación espacial y temporal de la diversidad de hormigas en el Jardín Botánico del Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 81: 427- 435.
- **Harris, R. y J., Berry.** 2003. Invasive ant threat. Genus *Formica* Linnaeus. WWW publicación electrónica. landcareresearch.co.nz/research/biocons/invertebrates/ Fecha de último acceso: 06 junio 2009.
- **Hernández-Ruíz, P. y G., Castaño-Meneses.** 2006. Ants (Hymenoptera: Formicidae) diversity in agricultural ecosystems at Mezquital Valley, Hidalgo, Mexico. *European Journal of Soil Biology*. 42: S208- S212.
- **Hernández-Ruíz P.; G., Castaño-Meneses y Z., Cano-Santana.** 2009. Composition and functional groups of epiedaphic ants (Hymenoptera: Formicidae) in irrigated agroecosystem and in nonagricultural areas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 44(8):904- 910.
- **Hölldobler, B. y E., Wilson.** 1990. *The ants*. The Belknap press of Harvard University Press. Cambridge, E.U.A., 371 p.
- **Human, K. G. y D. M., Gordon.** 1996. Exploitation and interference competition between the invasive Argentine ant *Linepithema humile*, and native ant species. *Oecologia*. 105: 405-412.
- **Jaffé, K.** 2004. *El mundo de las hormigas*. Equinoccio. Caracas, Ven. 147 p.

- **Jiménez-Valverde, A. y J., Hortal.** 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. 8: 151-161.
- **Kempf, W. W.** 1972 Catálogo abreviado das formigas da região neotropical (Hymenoptera: Formicidae). *Studia entomologica*. 6(1-4): 417-432.
- **Lattke, J. E.** 2003. Subfamilia Ponerinae. En: Fernández, F. (Ed.) *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Smithsonian institution press. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. Pp. 261-276.
- **Lavelle, P. y Kohlman, B.** 1984. Étude quantitative de la macrofaune du sol dans une forêt tropicale. *Pedobiologia*, 24: 834 – 845.
- **Lavelle, P. y Spain, A. V.** 2001. *Soil Ecology*. Kluwer academic publishers. Países Bajos. 654 p.
- **Little, V. A.** 1957. *General and applied Entomology*. Harper and Row publishers. New York. 527 p.
- **Longino, J. T.** 2000. What to do with the data. En: Agosti, D., J. D., Majer, L. E., Alonso y T. R., Schultz (Eds.). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. Pp. 186-203.
- **Longino, J. T.** 2009. Ants of Costa Rica. WWW electronic publication. [academic.evergreen.edu/projects/ants/AntsofCostaRica.html](http://academic.evergreen.edu/projects/ants/AntsofCostaRica.html) Accesado por última vez en 20 de mayo de 2010.
- **Mackay, W. P. y E. E., Mackay.** 1989. *Clave de los géneros de hormigas de México (Hymenoptera: Formicidae)*. 36 p.
- **Mackay, W. P.** 1995. New distributional records for the ant genus *Cardiocondyla* in the New World (Hymenoptera: Formicidae). *The Pan-Pacific Entomologist*. 71(3): 169-172.
- **Mackay, W. P.** 1997. A revision of the Neotropical ants of the genus *Camponotus*, subgenus *Myrmostenus*. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 99: 194-203.
- **Mackay, W. P.** 2000. A review of the New World ants of the subgenus *Myrafant*, subgenus *Leptothorax* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 36:265-444.

- **Mackay, W. P. y T., Delsinne.** 2009. A new species of carpenter ant (Hymenoptera: Formicidae: *Camponotus*) from Paraguay with a key to the New World members of the *maculatus* species complex. *Sociobiology*. 53(2b): 487-498.
- **Maschwitz, U., K. Koob y H. Schildknecht.** 1970. Ein Beitrag zur Funktion der Metathoracaldrüse der Ameisen. *Journal of Insect Physiology* 16(2):387-404.
- **Moreno, C. E.** 2001. *Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y tesis, Sociedad Entomológica Aragonesa* 1:84
- **Palacio, E. E.** 2003. Subfamilia Ecitoninae. En: Fernández, F. (Ed.) *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Smithsonian institution press. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 299-306 p.
- **Preston-Mafham, R. y K., Preston-Mafham.** 1993. *The encyclopedia of land invertebrate behaviour*. MIT press. U.S.A. 320 p.
- **Radchenko, A.** 2004. A review of the ant genera *Leptothorax* Mayr and *Temnothorax* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) of the eastern Palaearctic. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 50(2): 109- 137.
- **Rojas, P.** 2001. Las hormigas del suelo en México: diversidad, distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae). En: Fragoso, C. y P., Reyes-Castillo. (Eds.) *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), Número especial 1: 189-238.
- **Rojas, P.** En prensa. Hormigas (Insecta: Hymenoptera: Formicidae). En: *Diversidad biológica de Veracruz*. Volumen Invertebrados. CONABIO-Gobierno del Estado de Veracruz. México.
- **Rojas, P. y A. Cartas.** 1997. Ecitoninae (Hym. Formicidae). Pp. 349-353. En: E. González, R. Dirzo y R.Vogt (eds.). *Historia Natural de Los Tuxtlas*. U.N.A.M.-CONABIO. 647 p.
- **Rojas, P. y C. Fragoso.** 2000. Composition, diversity and distribution of a Chihuahuan Desert ant community (Mapimí, México). *Journal of arid environments*. 44: 213-227.
- **Rueda-Salazar, A. y M. Z., Cano-Santana.** 2009. Artropodofauna. En: Lot, A. y Z., Cano-Santana (Eds.) *Biodiversidad de ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 171- 202.
- **Sarmiento-M., C. E.** 2003. Metodologías de captura y estudio de las hormigas. En: Fernández, F. (Ed.) *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*.

Smithsonian institution press. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 201-210 p.

- **Seifert, B.** 2003. The ant genus *Cardiocondyla* (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) –a taxonomic revision of the *C.elegans*, *C. bulgarica*, *C. batesii*, *C. nuda*, *C. shuckardi*, *C. stambuloffii*, *C. wroughtonii*, *C. emeryi* and *C. minutior* groups. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*. 104B: 203- 338.
- **Seppä, P.** 2008. Do ants (Hymenoptera: Formicidae) need conservation and does ant conservation need genetics? *Mirmecological News* 11: 161-172
- **Shattuck, S.** 2000. *The Australian ants: Their biology and identification*. CSIRO publishing. Aus. 256 p.
- **Siebe, C.** 2009. La erupción del volcán Xitle y las lavas del Pedregal hace 1679 +/- 35 años AP y sus implicaciones. En: Lot, A. y Z., Cano-Santana (Eds.) *Biodiversidad de ecosistema del Pedregal de San Ángel. Universidad Nacional Autónoma de México*. Pp. 43- 49
- **Silvestre, R.; C. R. F., Brandão y R., Rosa da Silva.** 2003. Grupos funcionales de hormigas: El caso de los gremios del Cerrado. En: Fernández, F. (Ed.) *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Smithsonian institution press. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 113- 148.
- **Smith, M. R.** 1944. Ants of the genus *Cardiocondyla* Emery in the United States. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*. 46(2): 30-41.
- **Smith, M. R.** 1950. On the Status of *Leptothorax* Mayr and Some of its Subgenera. *Psyche*. 57: 29- 30.
- **Smith, M. R.** 1979. Superfamily Formicoidea. Family Formicidae. En: Krombein, K. V.; P. D., Hurd; D. R., Smith y B. D., Burks (Eds.) *Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico*. 2: 1323- 1467.
- **Snelling, R. R.** 1995. Systematics of the Nearctic Ants of the genus *Dorymyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). *Contributions in science*. 454: 1-14.
- **Snelling, R. R.** 2006. Taxonomy of the *Camponotus festinatus* complex in the United States of America (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecologische Nachrichten*. 8: 83-97.
- **Snelling, R. R.** 2007. New synonymy, new species, new keys to *Neivamyrmex* army ants of the United States. En Snelling, R. R., B. L. Fisher, and P. S. Ward (eds).

*Advances in ant systematics (Hymenoptera: Formicidae): homage to E. O. Wilson – 50 years of contributions*. Memoirs of the American Entomological Institute, 80. pp. 459-550.

- **Soberón, J. y J. Llorente.** 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7(3):480-488.
- **StatSoft, Inc.** 2008. *Statistica for Windows*. Version 8. <http://www.statsoft.com/>
- **Taber, S. W.** 2000. *Fire Ants*. Texas A&M University Press. U.S.A. 308 p.
- **Tinaut, A. y F., Ruano.** 1999. Parasitismo social. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*. 26: 727-740.
- **Trager, J. C.** 1984. A revision of the genus *Paratrechina* (Hymenoptera: Formicidae) of the continental United States. *Sociobiology*. 9(2): 51- 162.
- **Trager, J. C.** 1991. A revision of the Fire ants, *Solenopsis geminata* group (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). *Journal of the New York Entomological Society*. 99(2): 141- 198.
- **Varela Hernández, F. y G., Castaño-Meneses.** 2010. Checklist, Biological Notes and distribution of Ants (Hymenoptera: Formicidae) from Barranca de Metztitlán Biosphere reserve, Hidalgo, Mexico. *Sociobiology*. 56(2): 397- 434.
- **Vogt, J. T.; R. A., Grantham; E., Corbett; S. A., Rice; R. E., Wright.** 2002. Dietary Habits of *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) in Four Oklahoma Habitats. *Environmental Entomology*. 31: 47-53.
- **Ward, P. S.** 2003. Subfamilia *Pseudomyrmecinae*. En: Fernández, F. (Ed.) *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Smithsonian institution press. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 331- 333 p.
- **Ward, P. S.** 2005, A synoptic review of the ants of California (Hymenoptera: Formicidae). *Zootaxa* (936): 1-68.
- **Ward, P. S.** 2007. Edward O. Wilson and his contributions to ant Systematics. En: Snelling, R. R., B. L. Fisher, and P. S. Ward (eds). *Advances in ant systematics (Hymenoptera: Formicidae): homage to E. O. Wilson – 50 years of contributions*. Memoirs of the American Entomological Institute, 80. Pp. 3-7.
- **Watkins II, J. F.** 1972. The taxonomy of the *Neivamyrmex texanus*, n. sp., *N. texanus* and *N. californicus* (Formicidae: Dorylinae), with distributions maps and

keys of the species of *Neivamyrmex* of the United States. *Journal of the Kansas Entomological Society*. 45(3): 347-372.

- **Watkins II, J. F.** 1982. The Army Ants of Mexico. *Journal of the Kansas Entomological Society*. 55(2): 197-247.
- **Wheeler, W. M.** 1914. Ants collected by W. M. Mann in the state of Hidalgo, Mexico. *Journal of the New York Entomological Society*. 22(1): 35-61.
- **Whitcomb, W. H.; H. A., Denmark; W. F., Buren; J. F., Carrol.** 1972. Habits and represent distribution in Florida of the exotic ant *Pseudomyrmex mexicanus* (Hymenoptera: Formicidae). *The Florida Entomologist*. 55: 31-33.
- **Wild, A. L.** 2004. Taxonomy and Distribution of the Argentine Ant, *Linepithema humile* (Hymenoptera: Formicidae). *Annals of the Entomological Society of America*. 97(6): 1204-1215.
- **Wild, A. L.** 2007. Taxonomic Revision of the Ant Genus *Linepithema* (Hymenoptera: Formicidae). *Entomology*. University of California Press. U.S.A. 126: 1-151.
- **Wilson, E. O.** 1955. A monographic revision of the ant genus *Lasius*. *Bulletin of the Museum Comparative Zoology*. 113 (1): 2-199.
- **Wilson, E. O.** 2000. *Foreword* En: Agosti, D., J. D., Majer, L. E., Alonso y T. R., Schultz (Eds.). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. 280 p.
- **Wilson, E. O.** 2003. *Pheidole in the New World: a dominant, hyperdiverse ant genus*. Harvard University Press. E.U.A. 794 p.
- **Wilson, E. O. y B., Hölldobler.** 2005. The rise of the ants: A phylogenetic and ecological explanation. *PNAS*. 102(21): 7411-7414.

## GLOSARIO PARA LAS CLAVES DE IDENTIFICACIÓN

Los números de esquema indicados en algunos conceptos, hacen referencia a los mismos que aparecen en las claves.

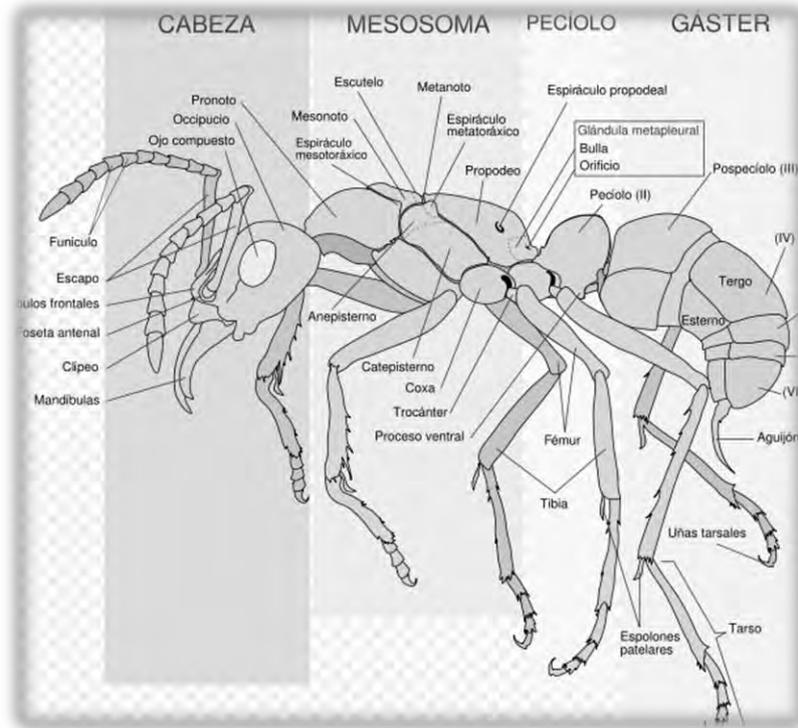


Figura 9. Esquema general de las partes de una hormiga obrera.

**Acidoporo:** Orificio en forma de boquilla ubicado en la parte más apical del gáster (Esquema 7), sin aguijón. Característica diagnóstica de la subfamilia Formicinae. Generalmente siempre es visible y puede estar rodeado de una hilera de sedas.

**Ángulo basal de la mandíbula:** Lugar donde se interceptan el margen apical y el margen basal de la mandíbula. Ver *mandíbula*.

**Antena:** En las hormigas es el segmento en el margen anterior de la cabeza, está compuesto por un **escapo** (Figura) en la parte más basal, unido a la **inserción antenal** (Esquema 16 y 17), seguido de 3 a 11 artejos más pequeños cuyo conjunto se le llama, **funiculo** (Figura). Algunas veces, la parte más apical del funículo, los artejos 1 a 4, pueden ensancharse para formar un **mazo antenal** (Esquemas 24 y 25).

**Cara dorsal del propodeo:** Ver *propodeo*.

**Cara posterior del propodeo:** Ver *propodeo*.

**Cintura:** Región ubicada entre el mesosoma y el gáster, conformada por un segmento, el pecíolo (Esquema 1) en algunas subfamilias o por dos segmentos, el pecíolo y el postpecíolo, en otras (Esquema 2).

**Clípeo:** Región anterior de la parte dorsal de la cabeza, debajo de las inserciones antenales. Se divide, hacia los lados por las **porciones laterales del clípeo** y hacia el centro por la **porción media del clípeo**, que puede extenderse entre las inserciones antenales. Está delimitada hacia el resto de la cabeza por una sutura llamada **margen posterior del clípeo**, y hacia las mandíbulas por el **margen anterior del clípeo**. Es muy variable en cuanto a morfología y características entre los grupos, presentando varias especializaciones.

**Decumbente:** Ver *seda*.

**Dentículos:** Dientes muy reducidos (Esquema 11).

**Diastema:** Ausencia natural en una hilera de dientes en la mandíbula.

**Diente apical:** Es el primer diente de la mandíbula, ubicado en la parte más anterior o distal (Figura ).

**Diente subapical:** Es el segundo diente de la mandíbula, posterior al diente apical (Figura ).

**Dimórfica:** Es aquello que presenta dos formas, para esta clave, son las especies de hormigas que en la casta obrera presentan obreras mayores y obreras menores, que se distinguen porque varían en tamaño y forma.

**Escapo:** Ver *Antena*.

**Funículo:** Ver *Antena*.

**Gáster:** Parte posterior del cuerpo de la hormiga, comienza en el segmento posterior al pecíolo si la cintura es de un solo segmento, o al postpecíolo si la cintura es de dos segmentos (Figura 9).

**Gena:** Región frontal de la cabeza delimitada anteriormente por el margen posterior del clípeo, posteriormente por el margen anterior del ojo y hacia la parte media por las inserciones antenales.

**Inserción antenal:** Ver *Antena*.

**Mandíbula:** Son los apéndices que sobresalen de la parte anterior de la cabeza (Figura 9), son muy variables interespecíficamente en forma, tamaño y dentición. En vista frontal, están delimitadas, en la mayoría de las especies, hacia la parte más posterior, por el **margen basal de la mandíbula** (Figura 10), que en posición cerrada,

se esconde detrás del margen anterior del clípeo; y hacia el centro, por el **margen apical o mandibular** (Figura 10), mismo donde se encuentran los dientes. Cuando estos dos márgenes se encuentran en un ángulo definido, éste se conoce como **ángulo basal de la mandíbula** (Figura 10).

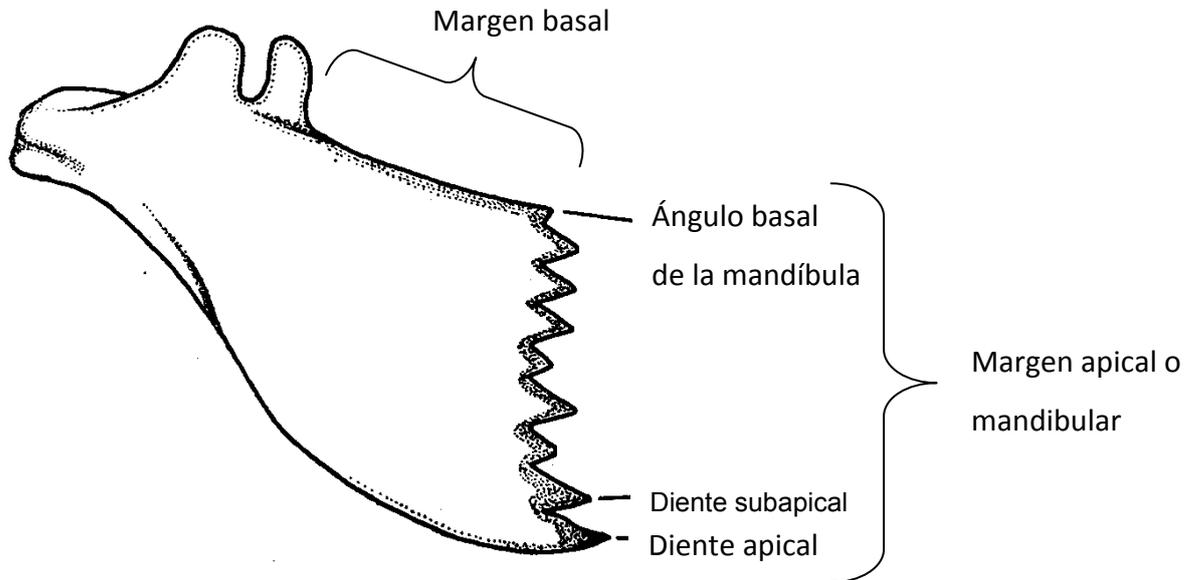


Figura 10. Esquema general de la mandíbula de una obrera. Modificado de Wilson (1955).

**Margen anterior del clípeo:** Ver *clípeo*.

**Margen apical de la mandíbula/ Margen basal de la mandíbula:** Ver *mandíbula*.

**Margen posterior del clípeo:** Ver *clípeo*.

**Mazo antenal:** Ver *antena*.

**Mesosoma:** Es la parte media del cuerpo de una hormiga, se encuentra entre la cabeza y la cintura (Figura 9), morfológicamente y a grandes rasgos se conforma por tres segmentos: protórax, mesotórax y propodeo.

**Monomórfica:** Aquello que presenta una forma, para esta clave, son las especies de hormigas que en la casta obrera todas tienen el mismo tamaño y forma.

**Occipucio:** Región posterior de la cabeza, donde se inserta la misma al mesosoma (Figura 9).

**Ocelos:** Estructuras ópticas simples presentes en algunas castas y/o especies hacia la parte central de la cabeza.

**Ojo compuesto:** Principal órgano visual de algunos grupos de invertebrados, incluidos, la mayoría de los grupos de artrópodos (Figura 9).

**Omatidio:** Unidad funcional del ojo compuesto.

**Palpo maxilar:** Palpos sensoriales segmentados de la maxila, pueden tener hasta seis segmentos aunque no siempre son visibles. Se observan en la parte ventral de la mandíbula, en la cavidad bucal.

**Peciolo:** Primer segmento de la cintura siempre presente y que, dependiendo del grupo, puede ser el único segmento de esta región (Esquema 1, Figura 9).

**Porción lateral del clípeo:** Ver *clípeo*.

**Porción media del clípeo:** Ver *clípeo*.

**Postpeciolo:** Segundo segmento de la cintura (Esquema 2), no todos los grupos lo presentan.

**Pronoto:** Es el terguito de la parte superior del protórax, ubicado en la parte anterior del mesosoma (Figura 9) y generalmente, el más visible ya que suele cubrir la parte dorsal y laterales del mismo.

**Propodeo:** Morfológicamente, es el primer segmento abdominal, que se ha fusionado con el metatórax (Figura 9). Forma la parte posterior del mesosoma y presenta varias formas según la especie: Algunas especies presentan un par de espinas hacia la parte dorsal del mismo (Esquema 26), otras pueden no presentarlo (Esquema 27) y en vista lateral, si forman un ángulo bien definido o semidefinido, presenten o no espinas, se pueden distinguir una ***cara dorsal***, sobre la parte dorsal del mesosoma y una ***cara lateral***, hacia la parte dorsal del mesosoma (Esquemas 20 y 21).

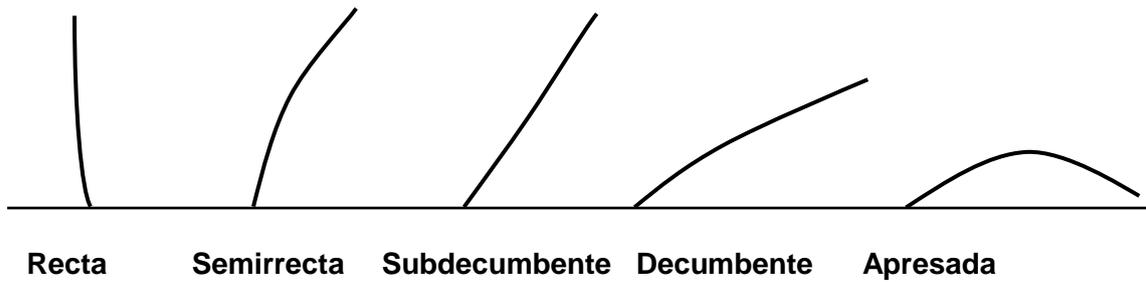
**Psamóforo:** Serie de sedas largas y curvadas hacia adelante que surgen de la parte ventral de la cabeza y mandíbula en algunas especies de hormigas desérticas.

**Pubescencia:** Proyecciones de la cutícula pequeñas a muy pequeñas que semejan cabellos y pueden dar una apariencia sedosa a la superficie de alguna parte del cuerpo.

**Sedas:** También denominadas “quetas”, son formaciones filiformes semejantes a un pelo o cabello, a diferencia de la pubescencia, son notablemente más grandes y alargadas y no se encuentran tan juntas una de otra. Cuando una seda forma un ángulo recto conforme al plano de la parte del tagma del cual emerge, se dice que está

en posición **recta**, si el ángulo que forman es menor a  $90^\circ$  pero mayor a  $45^\circ$ , se dice que están en posición **semirrecta**, si forman un ángulo de  $45^\circ$ , se le denomina **subdecumbente**, si el ángulo es menor a  $45^\circ$ , se denomina a esta posición: **decumbente**, si en cambio, la seda está prácticamente pegada al plano del tagma del cual emerge, se dice que está **apresada**. Ver siguiente esquema.

*Clasificación de las sedas, según su posición.*



**Subdecumbente:** Ver seda.

**Sutura promesonotal:** Sutura o depresión transversal que separa al pronoto del resto del mesosoma hacia su parte anterior (Esquemas 1, 6, 26 y 27). En algunas especies es muy conspicua y en otras puede estar ausente.

**Tagma:** Cualquier segmento del cuerpo de un artrópodo.

**Terguito:** Esclerito superior de un segmento, puede ser plano o curvo y cubrir la parte dorsal y en ocasiones extenderse lateralmente en el segmento.

**Vértex:** Margen posterior de la cabeza en vista frontal.

Fotos de la fauna de hormigas de la REPSA



Foto 1. *Dorymyrmex smithi*

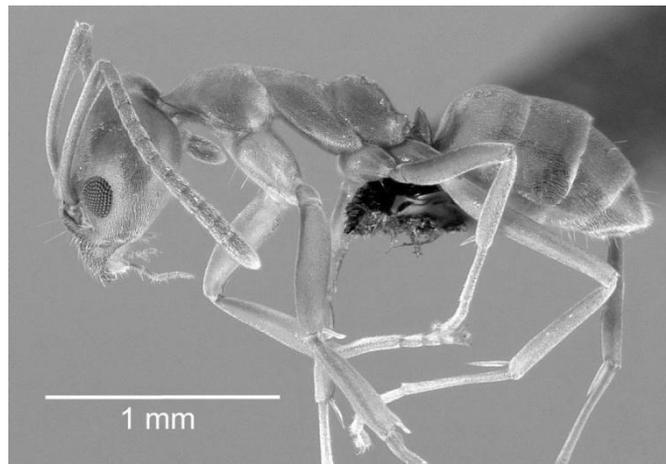


Foto 2. *Linepithema humile*. Tomado de AntWeb ([www.antweb.org](http://www.antweb.org)).



**Foto 3. *Liometopum apiculatum*.**



**Foto 4. *Neivamyrmex texanus*.**



**Foto 5. *Camponotus atriceps*.**



**Foto 6. *Formica montana*.**



**Foto 7. *Formica proapatula*.**



**Foto 8. *Lasius niger*.**



Foto 9. *Paratrechina bruesii*.



Foto 10. *Cardiocondyla* sp. gpo. *stambuloffii*.



Foto 11. *Crematogaster nocturna*.



Foto 12. *Temnothorax manni*.



Foto 13. *Temnothorax nitens*.



Foto 14. *Pheidole* sp. 1



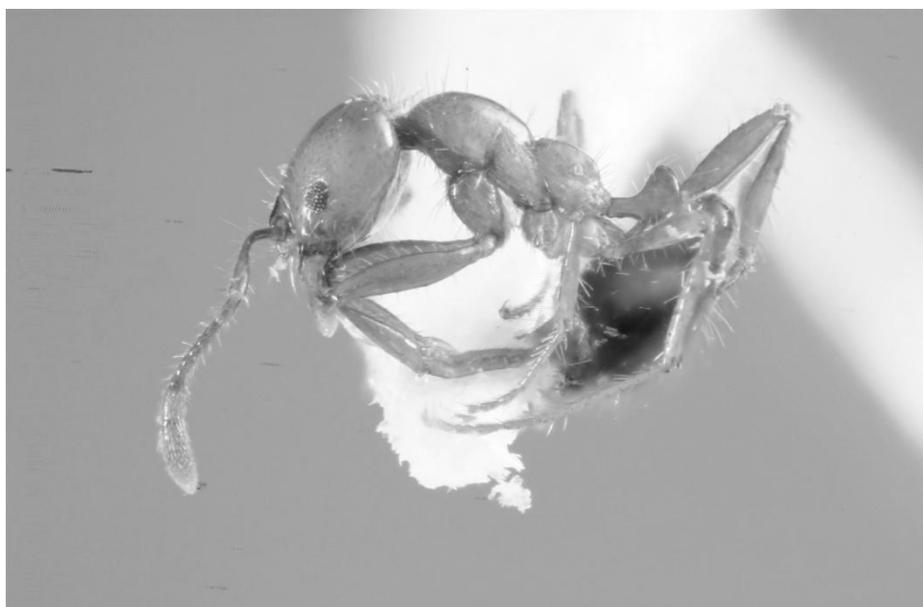
Foto 15. *Pheidole* sp. 2



Foto 16. *Monomorium minimum*.



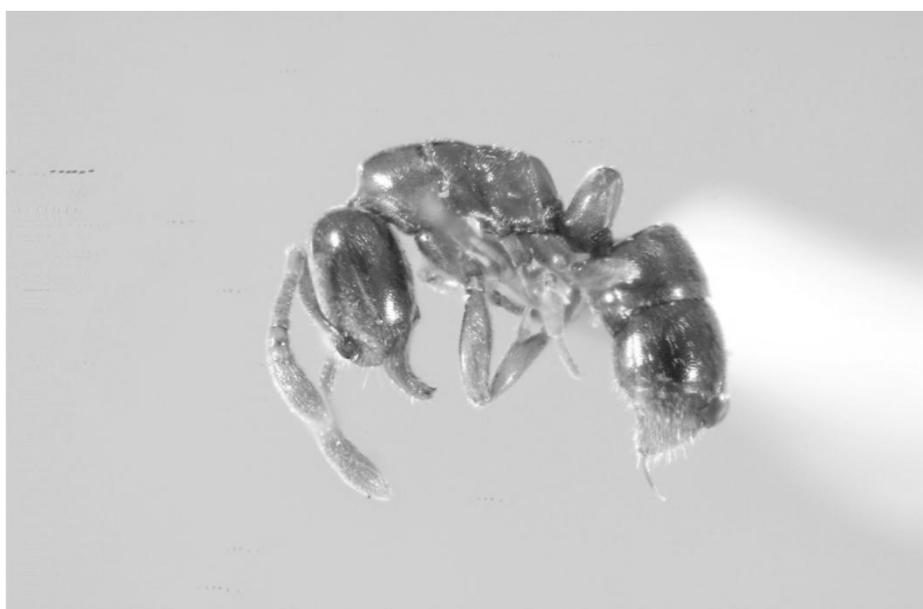
**Foto 17. *Monomorium pharaonis*.**



**Foto 18. *Solenopsis geminata*.**



**Foto 19. *Solenopsis* sp. aff. *picea*.**



**Foto 20. *Hypoponera* sp. complejo *Punctatissima***



**Foto 21. *Pseudomyrmex championi*.**