



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

LAS HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)
DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA BARRANCA
DE METZTITLÁN, HIDALGO, MÉXICO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

DOCTOR EN CIENCIAS

P R E S E N T A

FERNANDO VARELA HERNÁNDEZ

DIRECTORA DE TESIS: DRA. ROSA GABRIELA CASTAÑO MENESES

MEXICO, D.F.

DICIEMBRE, 2011



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

OFICIO FCIE/DEP/578/11

ASUNTO: Oficio de Jurado

Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
P r e s e n t e

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día **22 de agosto de 2011**, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **DOCTOR EN CIENCIAS** del (la) alumno (a) **VARELA HERNANDEZ FERNANDO** con número de cuenta **88253907** con la tesis titulada: "**Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México**", realizada bajo la dirección del (la) **DRA. ROSA GABRIELA CASTAÑO MENESES**:

Presidente:	DR. JOSE GUADALUPE PALACIOS VARGAS
Vocal:	DR. ATILANO CONTRERAS RAMOS
Secretario:	DR. HARRY BRAILOVSKY ALPEROWITZ
Suplente:	DRA. ALICIA CALLEJAS CHAVERO
Suplente	DR. SANTIAGO ZARAGOZA CABALLERO

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, D.F. a 14 de octubre de 2011.

María del Coro Arizmendi
Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga
Coordinadora del Programa



MCAA/MJFM/ASR/grf*

Agradecimientos

Agradezco al Posgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

A CONACyT por el apoyo económico durante todo el período de doctorado sin el cual hubiese sido realmente difícil lograr mis objetivos.

A los miembros del comité tutorial y miembros del jurado:

Dra. Rosa Gabriela Castaño Meneses

Dr. Harry Urad Brailovsky Alperowitz

Dr. Santiago Zaragoza Caballero

Dr. Efraín Tovar Sánchez

Dr. Atilano Contreras Ramos

Dra. Alicia Callejas Chavero

Dr. José Guadalupe Palacios Vargas

Agradecimientos

Quiero agradecer también a todas las personas que de una u otra manera dedicaron parte de su tiempo para ayudarme a realizar este trabajo, sin el cual, en verdad, hubiese sido muy difícil haberlo hecho.

A mi mamá, Lucha, quien siempre ha visto por el bienestar de sus hijos y no cesa su obstinación en esa empresa.

A Gaby Castaño, mi asesora directa, quien desde el principio estuvo con la mejor disposición de orientarme y ayudarme a resolver todas mis dudas, además de apoyarme en las publicaciones de lo obtenido en este proyecto.

A todos mis amigos que me acompañaron y ayudaron en las colectas de campo y más, mucho más, Gaby Díaz, José “Mac”, Dany, Sergio Reynaud, Jorge Calónico, Aldo, que sin su ayuda y disposición incondicional, simplemente nada se hubiese obtenido.

A mis compañeros de laboratorio que también han contribuido a la culminación de este trabajo: Ángela, Blanquita, Carmen, Arturo, Paty Hernández Ruiz.

Contenido

Resumen/Abstract.....	1
Capítulo 1. Introducción general	
1.1 Ubicación taxonómica de Formicidae	4
1.2 Importancia ecológica de las hormigas en zonas áridas	5
1.3 Factores que modifican la estructura de las comunidades de hormigas.....	7
1.4 Justificación del trabajo.....	10
1.5 Planteamiento de objetivos e hipótesis	11
1.6 Zona de estudio.....	12
Capítulo 2. Lista anotada, notas biológicas y distribución de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México.	
Capítulo 3. Variación temporal de las comunidades de hormigas en matorral xerófilo con dominancia de <i>Cephalocereus senilis</i> y <i>Stenocereus dumortieri</i> de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México.	
3.1 Introducción.....	17
3.2 Materiales y métodos.....	19
3.2.1 Zona de estudio.....	19
3.2.2 Diseño de muestreo.....	21
3.2.3 Análisis estadísticos.....	22
3.3 Resultados.....	23
3.3.1 Riqueza de especies.....	23
3.3.2 Diversidad.....	24
3.3.3 Efecto de la vegetación y estación sobre la abundancia.....	25
3.3.4 Efecto de la precipitación sobre la abundancia de hormigas.....	25
3.3.5 Efecto de la temperatura sobre la abundancia de hormigas.....	27
3.3.6 Efecto de la época del año sobre la biomasa de hormigas.....	29

3.4	Discusión.....	29
3.5	Conclusiones.....	32
<p>Capítulo 4. Estructura de las comunidades de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) asociadas a matorral xerófilo con dominancia de <i>Bursera morelensis</i> y vegetación riparia de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México.</p>		
4.1	Introducción.....	33
4.2	Materiales y método.....	35
4.2.1	Zona de estudio.....	35
4.2.2	Diseño de muestreo.....	36
4.2.3	Análisis estadísticos.....	37
4.3	Resultados.....	38
4.3.1	Riqueza de especies.....	38
4.3.2	Abundancia.....	40
4.3.3	Diversidad.....	40
4.3.4	Gremios de hormigas.....	42
4.3.5	Composición taxonómica de plantas.....	43
4.3.6	Variación en la biomasa entre tipos de vegetación.....	47
4.3.7	Diversidad beta.....	48
4.4	Discusión.....	48
4.5	Conclusiones.....	52
5.1	Capítulo 5. Discusión general.....	53
6.1	Literatura citada.....	56

Resumen

Las hormigas forman un grupo muy diverso en la mayoría de los ecosistemas terrestres del mundo, incluyendo las zonas áridas. México es considerado uno de los países megadiversos del mundo y gran parte de su territorio está formado por zonas áridas. Sin embargo, pocos estudios a nivel de comunidades de hormigas se han realizado en ecosistemas áridos. En este trabajo se abordaron tres puntos sobre las hormigas de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México, considerada como una zona árida. El primero consistió de un listado taxonómico de la mirmecofauna del lugar, donde se incluyeron claves de identificación a nivel de subfamilias, géneros y especies, así como una diagnosis para cada una de estas últimas con algunas anotaciones biológicas. El segundo punto fue una comparación de la variación temporal de la estructura de las comunidades de hormigas en dos sitios de matorral xerófilo, uno dominado por *Cephalocereus senilis* y otro por *Stenocereus dumortieri*. Para cumplir este objetivo, las hormigas se colectaron bimestralmente, de marzo de 2008 a enero de 2009, mediante trampas pitfall dispuestas en transectos lineales, además de colecta manual. Finalmente, se comparó la estructura de comunidades de hormigas en dos tipos de vegetación, uno de matorral xerófilo con dominancia de *Bursera morelensis* y otro de vegetación riparia. Se siguió el mismo protocolo de colecta, excepto que se muestrearon tres sitios de cada tipo de vegetación en el intervalo de una semana en octubre de 2009. En el listado taxonómico se registraron 34 especies de hormigas pertenecientes a 6 subfamilias y 21 géneros. Se encontraron 7 nuevos registros de especies para el estado. La variación

temporal en las comunidades de hormigas no resultó diferente estadísticamente, lo que sugiere que las hormigas hacen uso de los recursos de manera homogénea entre ambos sitios en el tiempo. La estructura de las comunidades de hormigas entre los dos tipos de vegetación tampoco resultó diferente estadísticamente, concluyéndose que las diferencias entre tipos de vegetación no influyen sobre los atributos de las comunidades de hormigas. En trabajos sobre comunidades de hormigas de zonas áridas se ha sugerido que la vegetación tiene efectos sobre las comunidades de hormigas. Sin embargo, en este trabajo se ha considerado que la escala a la que se llevó el estudio influyó sobre los resultados, lo que sugiere que los atributos de las comunidades de hormigas sólo podrían ser percibidos a escalas mayores.

Palabras clave: *Cephalocereus senilis*, comunidades, Formicidae, hormigas, Metztitlán, matorral xerófilo, mirmecofauna, *Stenocereus dumortieri*, zonas áridas.

Abstract

Ants form a diverse group on most of the World's terrestrial ecosystems, including arid zones. Mexico is considered one of the World's most megadiverse countries and arid ecosystems occupy most of its territory. However, just a few studies on ants' communities in these ecosystems in Mexico have been performed. In this work, three studies on the ants of the Barranca of Metztitlan Biological Reserve are presented. The former was a taxonomic checklist of the ants inhabiting the Reserve, including subfamilies, genera and species identification keys, as well as descriptions and biological notes of the species found in the Reserve. The second study was a comparative analysis of the temporal variation on the ants' community

structure in two different sites of a shrubland, one dominated by *Cephalocereus senilis* and the other dominated by *Stenocereus dumortieri*. To carry out this aim, ants were collected every two months from March 2008 to January 2009 by pitfall trapping and manually. Finally, a spatial comparative analysis on the ants' community structure on two types of vegetation (shrubland dominated by *Bursera morelensis* and riparian vegetation) was done. Ants were collected following the same method, but in this case three sites for every type of vegetation were chosen for sampling, and it was carried out once in October 2009. Thirty four ants belonging to 6 subfamilies, 21 genera and 7 new records for the State were reported on the checklist. There was not any statistical difference on ants' communities in time in shrubland. It was concluded that ants' community attributes are not affected by differences in sites nor time. There was not any statistical difference on ants' community attributes in different types of vegetation, suggesting that ants' communities behave homogeneously irrespective of vegetation. Some works suggest that ants' communities respond differentially to vegetation in several ways, but in this work it was discussed that the absence of statistical difference was due to the local level in which these studies were performed. This rise the question if ants' community structure attributes are different at a more global comparative study. Keywords: Ants, arid zones, *Cephalocereus senilis*, communities, Formicidae, Metztitlan, mirmecofauna, shrubland, *Stenocereus dumortieri*

Capítulo 1

Introducción general

1.1 Ubicación taxonómica de Formicidae.

La familia Formicidae se encuentra ubicada dentro del Orden Hymenoptera, grupo de insectos con dos pares de alas membranosas, un par posterior más corto que el anterior y un mecanismo de determinación del sexo haplo-diploide (Nieves-Aldrey y Fontal-Cazalla, 1999). Este Orden se ha dividido en dos subórdenes, Symphyta y Apocrita. Apocrita, a su vez, en los llamados grupos Parasítica y Aculeata (Ibid). Los Aculeata se distinguen por la presencia de aguijón (Gauld y Bolton, 1988). Dentro de este grupo se encuentran tres superfamilias, Chrysoidea, Apoidea y Vespoidea (Formicidae incluida en esta última), cada una de ellas monofilética. Formicidae es considerada como un grupo monofilético dentro de Hymenoptera (Fernández, 2003), aunque las relaciones entre los grupos menos inclusivos dentro de la familia no están bien delimitados taxonómicamente.

Así, se ha intentado resolver su filogenia tanto a nivel morfológico (Brown 1954; Wilson *et al.*, 1967; Hermann, 1969; Taylor, 1978) como a nivel molecular (Ohnishi *et al.*, 2003; Brady *et al.*, 2006; Moreau *et al.*, 2006; Ward, 2007a, b). En términos generales, las últimas propuestas filogenéticas, sobre todo a nivel molecular, han demostrado una estabilidad más o menos robusta entre las subfamilias. Sin embargo, la posición de ciertos clados como Leptanillinae, pone en duda sobre todo los eventos evolutivos de Formicidae. Algunas de las causas que impiden la resolución de las relaciones filogenéticas de Formicidae son la

ausencia de un registro fósil completo y la diversidad de formas y comportamientos, lo que dificulta llegar a un consenso sobre la historia evolutiva de las hormigas.

1.2 Importancia ecológica de las hormigas en zonas áridas.

Dentro de los ecosistemas de zonas áridas y semiáridas, las hormigas constituyen un grupo de organismos con una alta riqueza y diversidad de especies (Mackay, 1991; Bestelmeyer y Schooley, 1999; Andersen, 2007), además tienen gran importancia en las interacciones biológicas que establecen con otros animales y plantas (Ríos-Casanova *et al.*, 2004). Se ha propuesto que las interacciones planta-hormiga se establecieron entre las primeras angiospermas y las hormigas más primitivas (Beattie, 1985). Una de las interacciones más importantes es la relación planta-semilla. Se ha considerado que la dispersión o depredación de semillas son mutualistas o perjudiciales, pero no ambas. Sin embargo, hay evidencias de que las hormigas depredadoras también pueden tener efectos benéficos para la planta (Retana *et al.*, 2004).

Las plantas mirmecócoras, por definición, son aquellas que se benefician de la relación que establecen con las hormigas. En este sentido, las plantas se benefician de la dispersión de sus semillas en varios sentidos; expanden su área de distribución geográfica, es decir, las hormigas depositan la mayoría de las semillas fuera de sus nidos, cerca de sus “basureros” ricos en nutrientes o a lo largo de sus trayectos, favoreciendo las probabilidades de germinación al evitar el efecto de sombra de semilla, es decir, el área de dispersión de las semillas de la

planta madre (Gómez *et al.*, 2005) y con ello aumentan las probabilidades de supervivencia al alejar las semillas de la planta madre (Handel y Beattie, 1990). También evitan la depredación por otros organismos, por ejemplo, *Veromessor pergandei* y *Pogonomyrmex californicus* modifican la sombra de semilla de *Datura discolor* (Solanaceae), y de manera indirecta afectan las tasas de depredación de estas semillas de ciertos roedores y, con ello, la planta adquiere una ventaja selectiva para su supervivencia (O'Dowd y Hay, 1980).

El beneficio para las plantas no siempre es debido a la mirmecocoria, y plantas no mirmecócoras se pueden beneficiar debido a la dizoocoria, es decir, la germinación de algunas semillas que se pierden accidentalmente durante el transporte por hormigas a sus nidos. Milesi y López de Casanave (2004) concluyen que varias especies de hormigas cortadoras de hojas se alimentan de semillas de *Prosopis flexuosa* (Fabaceae), pero algunas de las semillas que son transportadas a los nidos para su consumo, se pierden en el camino, siendo éstas las que tienen mayores probabilidades de germinar. Por otro lado, las hormigas se benefician de las plantas al consumir el eleosoma para alimentar a sus larvas (Servigne y Detrain, 2008).

Entre los efectos negativos, las hormigas consumen el embrión de las semillas por lo que las plantas se ven desfavorecidas en términos de supervivencia y reproducción (Bas *et al.*, 2009). En algunos estudios se ha demostrado que las hormigas de zonas áridas son el grupo más importante dentro de los organismos

granívoros, en cuanto al número de semillas que consumen (Vásquez *et al.*, 1995; Ibáñez y Soriano, 2004).

Diferentes trabajos sobre la remoción y depredación de semillas muestran que las especies con las que se han trabajado pueden presentar o no ciertas tendencias a la selectividad de las especies de semillas que consumen (Detrain y Tasse, 2000; Hensen, 2002). Un ejemplo de lo anterior es el de Pirk y López de Casanave (2006), quienes han calculado que el 100% de las semillas de *Aristida* spp. (Poaceae) son removidas por *Pogonomyrmex rastratus*, generando un impacto importante en la estructura de las comunidades de plantas en esas zonas.

Por otro lado, las hormigas son consideradas como “ingenieros de ecosistemas”, debido a los efectos que producen en la estructura del suelo (Folgarait, 1998), ya que modifican sus propiedades físicas y químicas (Wagner *et al.*, 2003), generando nuevas condiciones que permiten el establecimiento y crecimiento de diversos organismos alrededor de sus nidos (Petal, 1978; Anderson y MacMahon, 2001; Rojas, 2001).

1.3 Factores que modifican la estructura de las comunidades de hormigas.

Diversos factores tanto físicos como biológicos afectan la estructura de las comunidades de hormigas. Entre los biológicos se puede mencionar la heterogeneidad del ambiente en términos de la complejidad de la vegetación (Calcaterra *et al.*, 2010), lo que implica, por ejemplo, que las hormigas responden a la diversidad de estratos vegetales, encontrándose mayor diversidad y riqueza de especies en hábitats estructuralmente más complejos. Andersen (1986) y

Lassau y Hochuli (2004) han propuesto que la riqueza de especies está asociada a la complejidad del hábitat, aunque con resultados opuestos, ya que el primero afirma que existe mayor riqueza de especies a mayor complejidad del hábitat mientras que los segundos afirman que existe mayor riqueza de especies a menor complejidad del hábitat.

Algunos trabajos realizados sobre la estructura de las comunidades de hormigas de zonas áridas (Nash *et al.*, 2000; Bestelmeyer, 2005) demuestran cómo la vegetación influye sobre la estructura de las comunidades de hormigas. Estos trabajos incluyen zonas alteradas por el hombre o zonas naturales relativamente intactas, y se ha demostrado, por ejemplo, cómo en zonas áridas el reemplazo de la composición de una vegetación por otra está directamente relacionado con la composición de las comunidades de hormigas.

Otros trabajos analizan la estructura de las comunidades de hormigas en función de diferentes factores, por ejemplo, la complejidad del hábitat (Andersen, 1986; Lassau y Hochuli, 2004), la PPN (productividad primaria neta) (Kaspari *et al.*, 2000a) o el tipo de vegetación (Vasconcelos *et al.*, 2008). Vasconcelos *et al.*, (2008) encontraron, por ejemplo, que cambios en la composición y/o cobertura vegetal benefician la presencia de una u otra especie de hormiga, afectando a su vez la composición de hormigas entre diferentes sitios. Así, el crecimiento de pastos en espacios desprovistos de vegetación influye en las condiciones microclimáticas necesarias para el establecimiento de *Solenopsis subnitida*, una

especie dominante, la cual, con su ausencia, permite el establecimiento de otras especies de hormigas subordinadas.

Dentro de los factores abióticos, la temperatura y la precipitación, por su parte, influyen sobre la abundancia y riqueza de especies de hormigas (Díaz-Castelazo y Rico-Gray, 2004) que utilizan los nectarios extraflorales, ya sea porque los cambios de estos factores afectan la presencia o ausencia de los recursos disponibles para las hormigas o porque de manera directa (fisiológicamente) disminuyen la actividad y densidad de forrajeo de éstas (Abril *et al.*, 2008). Sanders (2002) y Sanders *et al.* (2003), sostienen que la riqueza de especies de hormigas en una comunidad es dependiente de factores como la precipitación, temperatura y tamaño del área disponible en un gradiente altitudinal de zonas áridas.

Los efectos de los factores bióticos y abióticos pueden actuar simultáneamente y no de manera independiente. El estudio del cambio en la composición de la mirmecofauna a través de diferentes etapas sucesionales o la comparación mirmecológica entre diferentes sitios demuestran cómo la presencia o ausencia de ciertas especies de hormigas está determinada por la presencia o ausencia de otros organismos que modifican el ambiente. Por ejemplo, en etapas tempranas de la sucesión, se encuentran espacios abiertos dominados por pastizales, cuya temperatura es mayor que en etapas sucesionales más avanzadas, donde la presencia de árboles modifica la temperatura y por lo tanto la composición de la mirmecofauna (Osorio-Pérez *et al.*, 2007). Algo similar sucede en el caso de la

comparación de las comunidades entre diferentes sitios donde los factores físicos como la temperatura y la estructura vegetal en conjunto, determinan las diferencias en composición y/o abundancia de hormigas (Ramesh *et al.*, 2010; Torchote *et al.*, 2010). En términos de la PPN, Kaspari *et al.* (2000b), señalan que la densidad y riqueza de especies de hormigas aumentan en función de ésta, la que a su vez, viene determinada por los eventos discontinuos (“pulsos”) de precipitación característicos de estos ecosistemas (Noy-Meier, 1973). Como consecuencia, el flujo de energía en estos ecosistemas está relacionado con dichos pulsos y la intensidad en la actividad de forrajeo de ciertas especies de hormigas granívoras está limitada a los períodos de mayor disponibilidad de semillas (Whitford y Jackson, 2007).

1.4 Justificación del trabajo.

La importancia de las hormigas en los ecosistemas terrestres mencionada anteriormente, puede enfatizarse aún más si se considera, sólo por mencionar un ejemplo, que la mirmecocoria ha evolucionado repetidas veces, encontrándose en al menos 11, 000 especies de plantas pertenecientes a 77 Familias (Dunn *et al.*, 2007; Lengley *et al.*, 2010). Lo que implica que tan sólo el mutualismo (desde el punto de vista de las relaciones planta-hormiga), como una de las varias interacciones biológicas, influye notablemente en el funcionamiento de los ecosistemas.

No obstante, el conocimiento de las hormigas en México es relativamente reciente y no muy profundo, ya que han sido estudiadas principalmente por investigadores

extranjeros (Rojas, 1991), lo que coloca a México como el país menos conocido del Nuevo Mundo (Mackay y Mackay, 1989). Como resultado de esto, también se cuenta con pocos trabajos sobre comunidades de hormigas en zonas áridas de México (Rojas y Fragoso, 1994; Bestelmeyer y Schooley, 1999, Ríos-Casanova *et al.*, 2004, 2006), por lo que se requiere de más estudios a este nivel de organización biológico, y que, a través de éstos, se obtenga un mejor entendimiento del impacto que las hormigas tienen en dichos ecosistemas.

1.5 Planteamiento de objetivos e hipótesis.

Este trabajo tiene como objetivo general, contribuir al conocimiento de la mirmecofauna de México por medio del estudio de las hormigas que habitan en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México, una zona árida cuya mirmecofauna no ha sido estudiada. En este sentido, el capítulo 2 trata sobre este tema y en él se presenta un listado taxonómico con algunas notas biológicas, de distribución y claves de identificación a niveles de subfamilia, género y especie de las hormigas que habitan en la Reserva. En los capítulos 3 y 4 se abordan los temas de la variación temporal y espacial, respectivamente, de las comunidades de hormigas de la Reserva. El capítulo 3 tiene como objetivo determinar la variación temporal de la estructura de las comunidades de hormigas en dos sitios de matorral xerófilo, uno con dominancia de *Cephalocereus senilis* y otro con *Stenocereus dumortieri*. El capítulo 4 abordará la variación espacial de la estructura de las comunidades de hormigas en dos tipos de vegetación

contrastantes (matorral xerófilo con dominancia de *Bursera morelensis* y selva baja caducifolia).

En este trabajo se plantea la hipótesis que si las comunidades de hormigas varían en función de la estructura de las comunidades vegetales, entonces a escala local la composición y abundancia de la mirmecofauna variará significativamente en diferentes tipos de vegetación cuya composición proporcione diferentes recursos a las comunidades de hormigas. De la misma manera, si la estructura de las comunidades de hormigas está relacionada a las comunidades vegetales, y éstas a su vez responden de manera diferencial (por la heterogeneidad local de la barranca misma) a los eventos de precipitación y temperatura anual (Noy-Meier, 1973), entonces las comunidades de hormigas variarán significativamente en el tiempo en un mismo tipo de vegetación pero en dos sitios diferentes con dominancia de dos especies de cactáceas columnares, las que se espera, proporcionarán diferentes recursos a las hormigas.

1. 6 Zona de estudio.

Localización.

La zona de estudio se ubica dentro de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (de aquí en adelante referida como RBBM). Debido a su representatividad biogeográfica de varios ecosistemas terrestres, su grado de conservación y endemismos, además de su riqueza cultural se le concedió como área natural protegida el 27 de noviembre de 2000 (CONANP, 2003).

Esta área protegida se encuentra entre la Sierra de Pachuca y la Sierra de Zacualtipán, en la parte centro-este del estado de Hidalgo (Fig. 1), con una elevación que va de los 1, 000 a los 2, 000 m snm (Rocha, 2006). Su área es de 96 042 ha y se localiza entre los 20° 14'15'' y 20° 45'26'' de latitud N y 98° 23'00'' y 98° 57'08'' de longitud W (CONANP, 2003).

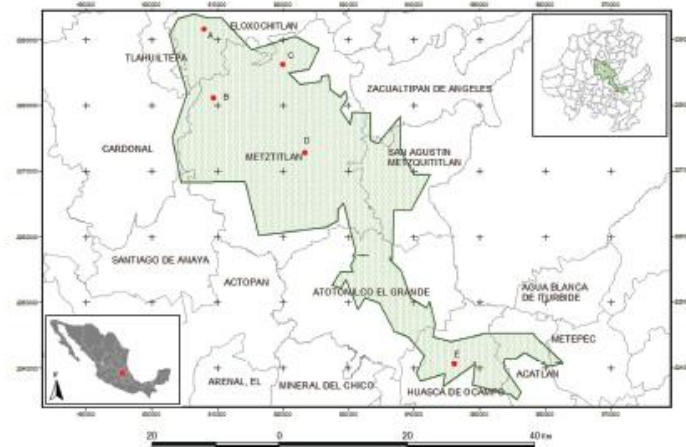


Figura 1. Ubicación y límites de la RBBM en el estado de Hidalgo. Tomado de Cornejo-Latorre *et al.* (2011)

Clima.

En general, las zonas áridas son aquellas tierras donde la precipitación es menor a la evaporación de ésta (Smith y Smith, 2001), por lo que la RBBM está incluida en esta categoría, considerándose semiárido del tipo BSw", según la clasificación de Köppen (Armella, 1990). La precipitación en la RBBM se produce en un lapso corto del año, mientras que el periodo de sequía es muy largo (Sánchez-Mejorada, 1978), La precipitación media anual no es mayor a los 500 mm, aunque en las zonas más altas algunas veces se alcanzan los 700 mm. La temperatura dentro de

la RBBM es variable (debido a la orografía accidentada y el rango de altitud que va desde los 1100 a los 2600 m s n m) encontrándose un rango entre los 18 a 22 ° C.

Geología.

Estudios paleográficos indican que durante el Mesozoico esta región se encontraba cubierta por las aguas del mar, lo que se comprueba por la presencia de rocas sedimentarias como calizas, lutitas y areniscas, así como la presencia de fósiles de amonites (Sánchez-Mejorada, 1978). Esta zona geográfica es importante porque es considerada como refugio plesitocénico de la biota desértica mexicana, ya que presenta afinidades que muestran la intensa relación que existió en el pasado con el desierto sonorense y chihuahuense (CONANP, 2003).

Tipos de vegetación.

La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán presenta una gran heterogeneidad en cuanto a los tipos de vegetación (Ortíz-Calderón, 1980). Por su parte, Ortíz-Pulido *et al.*, (2010) reconocen los siguientes tipos de vegetación:

1. Bosque tropical caducifolio: este tipo de vegetación está formado por especies de plantas que se encuentran entre los 8-12 metros de altura, tales como *Bursera morelensis*, *Prosopis laevigata*, *Myrtillocactus geometrizans* y *Acacia* spp.
2. Matorral xerófilo: está formado por plantas arbustivas espinosas de hasta 4 m de altura, ramificándose desde la base. Puede estar dominado por diferentes especies como *Stenocereus dumortieri* y *Cephalocereus senilis*.

3. Matorral submontano: es el tipo de vegetación dominante que cubre cerca del 47% de la superficie de la RBBM. Las especies dominantes son *Celtis pallida*, *Cordia boissieri*, *Gochnatia hypoleuca*, *Harpalyce arborescens*, *Helietta parvifolia*, *Karwinskia* spp. y *Neopringlea integrifolia*.
4. Bosque de coníferas: está constituido por varias comunidades vegetales tales como el bosque de *Juniperus*, pino-encino y encino.
5. Pastizal: este tipo de vegetación se presenta por la eliminación de los árboles nativos.
6. Vegetación ribereña: este tipo de vegetación se restringe a especies que soportan inundación temporal, tal como *Salix humboldtiana*.

Importancia biológica de la RBBM.

Esta zona representa un corredor biológico entre la regiones neártica y neotropical donde confluye la vegetación de ambas partes, además de que en la RBBM se presenta un alto grado de endemismo de especies de plantas (Challenger, 1998). También presenta una gran riqueza de especies animales, por ejemplo, se han registrado alrededor de 38 especies de anfibios y reptiles (Vite-Silva *et al.*, 2010), mientras que cerca del 60% de las especies de aves registradas para el estado de Hidalgo se encuentran dentro de la RBBM (Ortíz-Pulido *et al.*, 2010).

Rzedowski (1978) considera que por sus características físicas, los matorrales xerófilos (vegetación importante de las zonas áridas), son los ecosistemas menos

afectados por las actividades del ser humano, haciendo de estos sitios adecuados para el estudio de sus comunidades biológicas.

Por otro lado, la RBBM forma parte del desierto queretano-hidalguense, uno de los cuatro desiertos de México (Briones, 1994). Sin embargo, su mirmecofauna no ha sido estudiada, por lo que la convierte en un lugar apropiado para comparar su composición con la de otras zonas áridas de México.

Checklist, Biological Notes and Distribution of Ants (Hymenoptera: Formicidae) from Barranca de Metztitlán Biosphere Reserve, Hidalgo, Mexico

by

Fernando Varela Hernández¹ & Gabriela Castaño-Meneses^{1,2}

ABSTRACT

A checklist of ants recorded from the Barranca de Metztitlán Biosphere Reserve, an arid zone in Hidalgo State, Mexico, is presented. Some remarks about their biology, local and regional geographic distribution are given. A total of thirty four species were found, seven of them constituted new records for Hidalgo State (*Neivamyrmex leonardi*, *N. opacithorax*, *Brachymyrmex musculus*, *Camponotus atriceps*, *Apterostigma pilosum*, *Pheidole callens* and *Ph. obtusospinosa*) and three for Mexico (*Paratrechina arenivaga*, *Temnothorax schmittii* and *T. terrigena*). Most of the species are generalist foragers and predators. Among all the species, four of them: *Neivamyrmex leonardi*, *Paratrechina arenivaga*, *Temnothoraxschmittii* and *Temnothorax terrigena* had been reported only for the Nearctic region, while the remaining species have been recorded both for the Nearctic and Neotropical regions. Identification keys to subfamilies, genera and species found in the locality are given.

Key words: Arid zone, composition, distribution, identification keys, myrmecofauna, species richness.

INTRODUCTION

Ants show a remarkably high diversity and species richness in arid zones (Bestelmeyer & Schooley 1999; Rojas 2001). Andersen (2007) has shown that in Australia most of the megadiverse groups of ants have diversified in arid ecosystems. Besides their great species richness, ants are very important

²Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Boulevard Juriquilla 3001, C.P. 76230, Querétaro, Querétaro, México.

e-mail: gcm@hp.fciencias.unam.mx

¹ Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Coyoacán 04510, México, D. F. México, e-mail: ferdherd@yahoo.com.mx

because of their relationships with other organisms (Mackay 1991; Rios-Casanova *et al.* 2004). For example, they have direct and indirect influence on seed predation (Anderson & MacMahon 2001; Boyd 2001; Avgar *et al.* 2008) and/or myrmecochory (Vasquez *et al.* 1995; Christianini *et al.* 2007). In some arid and semiarid regions, seed consumption rates by ants are higher than those of other seed predators such as birds and rodents (Folgarait & Sala 2002; Ibanez & Soriano 2004).

In Mexico, about 83% of the land corresponds to areas with xerophytic or sub-humid hydric conditions (Lobo *et al.* 2005) and arid zones occupy about 40 to 60% of the territory (de Alba & Reyes 1998). But despite the importance of ants in arid zones, few studies have been performed in Mexico (Rojas & Fragoso 1994; Bestelmeyer & Schooley 1999; Rios-Casanova *et al.* 2004, 2006).

The present work gives data about the composition and distribution of ant communities from the Barranca de Metztitlan Biosphere Reserve (hereafter referred to as the RBBM, from the initials in Spanish), an arid zone belonging to the Queretaroan-Hidalgoan desert (states of Queretaro and Hidalgo), one of the four deserts in Mexico (Briones 1994). The RBBM comprises most of the area of the Metztitlan municipality in Hidalgo State. This area is biologically important for at least two reasons: this area functions as a corridor between Nearctic and Neotropical vegetation, and it has been shown to have a high degree of species endemism, mainly of cacti (Challenger 1998), which makes it an interesting place for the study of other organisms.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The RBBM (20° 14'15" - 20° 45'26" N - 98° 23'00" - 98° 57'08" W) is located in the Central-East part of Hidalgo State, between the Sierra of Pa-chuca and the Sierra of Zacualtipan, with an elevation range from 1000 to 2000 m asl (Rocha 2006). The Reserve occupies an area of about 96 042 ha (CONANP-SEMARNAT 2003). The precipitation pattern is bimodal in which the rainy season occurs in a short period while the dry season comprise smost part of the year (Sanchez-Mejorada 1978).

Sampling

Sampling was carried out bimonthly from February to December 2008. Five localities were chosen into the area, four belonging to arid tropical scrub with different dominant plant species (*Bursera* sp., *Myrtillocactus* sp., *Cephalocereus senilis* Pfeiff. and *Stenocereus dumortieri* (Scheidw.) Buxb.), plus one riparian vegetation zone. Ant collecting in each of the five areas was through straight transects with 20 pitfall traps separated about 10 meters from each other (Agosti & Alonso 2000). Traps were active for one week in areas dominated with *C. senilis* and *S. dumortieri*, while in the remaining areas they were activated only for three days. Additional manual collecting was performed in each studied zone, with a collection effort of 1 hr/individual in all vegetation types. All the ants obtained were isolated morphologically and each morphospecies was stored in vials with 70% alcohol with the corresponding collecting data. Identification to subfamilies and generic level was made using keys from Mackay & Mackay (1989). Specific level identification was performed using the available bibliographic keys for each genus. Comparisons with material deposited in the Colección Entomológica del Centro de Estudios en Zoología de la Universidad de Guadalajara (CZUG) and Colección de Insectos del Instituto de Ecología de Jalapa (IEXA) were performed.

RESULTS

A total of 6966 specimens were obtained, representing 6 subfamilies, 21 genera and 34 ant species (Table 1). The best-represented subfamily in terms of species richness was Myrmicinae with 17, followed by Formicinae (6); Ecitoninae (5) and Dolichoderinae, Ponerinae and Pseudomyrmecinae (2 each).

The list of ant species found in the RBBM is presented, including a diagnosis and some notes about genera and species characteristics. Identification keys to subfamilies, genera and species are included. Data about their distribution in Mexico and RBBM is given. The distribution information is based on Rojas (2001) and Quiroz-Robledo & Valenzuela-González (1993), and is indicated by * and **, respectively.

Table 1. Ant species found in Barranca de Metztitlan Biosphere Reserve, collection habitat and feeding guilds (according to Brown 2001). 1= Xerophic shrub with STENOCEREUS; 2= Xerophic shrub with CEPHALOCEREUS; 3= Xerophic shrub with BURSERIA; 4= Xerophic shrub with

Taxa	Habitat	Feeding guild
Subfamily Myrmicinae		
<i>Apterostigma pilosum</i> <i>Atta mexicana</i>	1	Fungus growing
<i>Cardiocondyla emeryi</i>	1, 2, 3, 5	Fungus growing and predator
<i>Cardiocondyla</i> sp.	2, 5	Generalized forager
<i>Crematogaster opaca</i>	1	Generalized forager
<i>Crematogaster</i> sp.	1, 2, 3	Generalized forager
<i>Monomorium minimum</i>	2	Generalized forager
<i>Pheidole callens</i>	1, 2, 3, 4	Generalized forager
<i>Pheidole obtusospinosa</i>	2, 4	Omnivorous and granivorous
<i>Pheidole</i> sp.	1, 2, 3, 4, 5	Omnivorous and granivorous
<i>Pogonomyrmex barbatus</i>	1	Omnivorous and granivorous
<i>Solenopsis geminata</i>	2	Granivorous
<i>Solenopsis</i> sp.	1, 2, 3, 4, 5	Generalized forager
<i>Strumigenys</i> sp.	1	Generalized forager
<i>Temnothorax schmittii</i>	2	Predator
<i>Temnothorax terrigena</i>	1, 2, 3, 4	Generalized forager
<i>Tetramorium spinosum</i> Subfamily	1, 2, 4	Generalized forager
Formicinae	1, 2	Generalized forager Generalized forager
<i>Brachymyrmex musculus</i>	1, 2, 3, 4, 5 1, 2, 3,	Generalized forager
<i>Camponotus atriceps</i>	4, 5	
<i>Camponotus planatus</i>	1, 2, 3, 4	Generalized forager
<i>Camponotus pudorosus</i>	1, 2, 3, 4, 5	Generalized forager
<i>Paratrechina arenivaga</i>	1	Generalized forager
<i>Paratrechina</i> sp. Subfamily	4 1 1	Generalized forager
Ecitoninae		Predator
<i>Neivamyrmex leonardi</i>		Predator
<i>Neivamyrmex melanocephalus</i>		
<i>Neivamyrmex opacithorax</i>	1, 2	Predator
<i>Neivamyrmex texanus</i>	2	Predator
<i>Nomamyrmex esenbeckii</i>	2	Predator
Subfamily Dolichoderinae	1, 2, 3, 4 1, 2, 3, 4	Generalized forager Generalized forager
<i>Dorymyrmex insanus</i> <i>Forelius</i> sp.	1, 2, 5 1, 4 5 2	forager Predator and nectivorous
Subfamily Pseudomyrmecinae		Predator and nectivorous
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>		Generalized forager Predator
<i>Pseudomyrmex pallidus</i> Subfamily		
Ponerinae <i>Hypoponera</i> sp.		
<i>Odontomachus clarus</i>		

Formicidae Diagnosis

According to Longino & Hanson (1995), Formicidae is defined as "alated (males and queens at least a short period of their lives after hatching) or apterans (workers) organisms. Queens and workers prognathous, antenna geniculate with basal segment (scape) elongated. Females with 4 to 12 segments, males with 9 to 13 segments. When wings are present, the hind pair lacks lobule (except in some Ponerinae) and none or 1 to 2 closed cells. Metapleural gland present in female mesosoma, opening above metacoxa, rarely reduced or absent. First metasomal segment always reduced and isolated from the remaining metasomal segments, constituting a differentiated node (petiole); in other cases the second metasomal node is also reduced or isolated (postpetiole). Males are different from females, frequently smaller and with small head and ocelli relatively big".

KEY TO ANT SUBFAMILIES OF THE RBBM, HIDALGO, MEXICO (MODIFIED FROM BOLTON 1994).

1. Body with only one segment isolated or reduced (petiole) between alitrunk and gaster .. 2
 - Body with two segments isolated or reduced (petiole and postpetiole) between alitrunk and gaster. Postpetiole as reduced as petiole or bigger than this one, but in any case smaller than first segment of gaster and separated by a defined constriction 3
 2. Apex of gaster with a circular or semicircular acidopore formed from the hypopygium usually projecting as a nozzle and fringed with setae. Propodeum often rounded or softly angulated in profile view Formicinae
 - Apex of gaster without acidopore. Sting present or absent; when present it is usually visible but when is reduced or vestigial the hypopygium forms a smooth posterior margin . 4
 3. Frontal lobes absent or reduced and verticals; antennal sockets completely exposed in frontal view, no covered by frontal lobes 5
 - Frontal lobes present and horizontally aligned or elevated; antennal sockets partially or completely concealed by the frontal lobes in frontal view and never exposed totally ... Myrmicinae
- Sting vestigial or absent, in any case not visible without dissection. Tergite of helcium in dorsal projection U or V-shaped on its anterior margin.

- Tergite of fifth segment of gaster small and usually not visible. Propodeum sometimes angulated with conical protuberances Dolichoderinae
- Sting present and functional, Tergite of helcium entire, its anterior margin not U or V-shaped . Ponerinae
 - 5 Eyes present and well-developed.....Pseudomyrmecinae
 - Eyes absent or represented by only one ommatidium..... Ecitoninae

Dolichoderinae Forel, 1878

Workers and queens are recognized by the presence of petiole, usually reduced or covered by the first segment of gaster. Acidopore absent but instead there is an orifice in the form of a transversal notch. Sting absent. Body usually soft (Cuezzo 2003).

KEY TO DOLICHODERINAE GENERA OF THE RBBM (MODIFIED FROM MACKAY & MACKAY 1989).

- Posterior portion of propodeum finishing in a distinct projecting cone; maxillary palps long, with 6 segments *Dorymyrmex* Mayr
- Posterior portion of propodeum never finishes in a distinct projecting cone; pronotum usually with two erect and long hairs; mandibles with 5 to 6 teeth; curved seta over the clypeus *Forelius* Emery

Dorymyrmex Mayr, 1866

Genus endemic to America, comprising more than 80 described species, 72 of them distributed in the Neotropical region. All *Dorymyrmex* species nest in soil in arid and semiarid regions on open sites with poor vegetal coverage. This group has an important ecological role whenever found. Workers always with psammophore; third maxillary palp segment elongated, about equal to combined lengths of segments 4 through 6; prododeum with a spine or conical tubercle (Cuezzo 2003).

Dorymyrmex insanus (Buckley, 1866)

Morphological characteristics: Brown pale mandibles with 6 black teeth, longitudinally striated. Anterior margin of the clypeus straight, with four long hairs, fine, golden, two located centrally and two at the edges of the clypeus. Frontal carina undeveloped, frontal lobes covering half of the antennal sock-

ets. Antennae 12 segmented, without antennal club; scape approximately 1/4 of its length surpassing the occipital border of the head. Eyes located in the anterior half part of the head not exceeding its lateral borders in frontal view. Pronotum slightly curved in lateral view. Mesonotum curved, without promesonotal groove but with a complete and well differentiated suture. Propodeum with an angle well differentiated; promesonotal suture complete and defined with a conical projection forward up between the anterior and posterior margins of propodeum. Petiole dorsoventrally depressed. Body and gaster dark brownish, mandibles pale yellow.

Geographic distribution in Mexico: Hidalgo** Durango and Nuevo León*

Distribution in RBBM: This species was found in all vegetation types, except in riparian vegetation.

Observations: A total of 261 workers were collected. Nesting in soil.

Forelius Emery, 1888

Ants inhabiting arid zones, rarely found in humid areas (Guerrero & Fernández 2008). Workers forage on soil and vegetation in search of sugar secretions or arthropods. Their activity peaks are during the hottest hours of the day, foraging in columns or solitary.

This genus is recognized by their 5-toothed mandibles; clypeus with two long setae (in lateral view), close to its anterior margin. Pronotum with a pair of long setae and 1 to 14 short hairs. Metanotal impression slightly marked; mesonotum and propodeum not in a continuous curve in profile (Cuezzo 2000).

Forelius sp.

Morphological characteristics: Mandibles with five teeth. Clypeus shiny, flattened at the middle portion. Frontal carina undeveloped. Antenna with 12 segments, without antennal club; scape slightly surpassing the occipital border of the head. Eyes situated at the middle anterior part of the head, not surpassing the lateral borders of it. Pronotum curved in lateral view, with two dorsally erected hairs. Mesonotum curved. Propodeum convex not forming an angle. Petiole small (scale), directed obliquely to the anterior part of the body. Gaster pale brownish. Anterior coxas with one erect hair found anteriorly; body sculpture finely striated, shiny brown-yellowish colored.

Distribution in RBBM: This species was found in all vegetation types except in riparian vegetation.

Observations: A total of 1191 workers were collected by pitfall traps and manually. Nesting in soil.

Ecitoninae

This subfamily comprises about 150 exclusively American species, distributed from the Central US to North of Argentina. Nevertheless, they are more common in tropical regions (Rojas & Cartas 1997). Army ants are characterized by their predaceous and nomadic behavior (Gotwald 1995). As nomads, army ants do not construct permanent nests, in doing so, their colonies present a stationary and a nomadic phase in its cycle. In the nomadic phase the whole colony moves on, feeding and carrying out the larvae of the new generation, this phase ends when larvae start to pupate, then the stationary phase starts with the establishment of the colony in a secure site, remaining there for about 20 days approximately. At the middle of stationary phase the queen begins the oviposition of thousands of eggs renewing the cycle (Rojas 1991).

KEY TO ECITONINAE GENERA OF THE RBBM (MODIFIED FROM MACKAY & MACKAY 1989).

1. Tarsal claws without tooth..... *Neivamyrmex* Borgmeier
- Tarsal claws with tooth in the inner part; scape wide; basal margin of mandibles without tooth *Nomamyrmex* Borgmeier

Neivamyrmex Borgmeier, 1940

This is the richest species army ants genus. There are nearly 115 species known in the Neotropical region. The species are recognized by the absence of a tarsal claw, which is only present in the minor workers of *Eciton*, *Labidus* and *Nomamyrmex* (Palacio 2003).

KEY TO *NEIVAMYRME*x SPECIES OF THE RBBM (MODIFIED FROM WATKINS 1982).

1. Head smooth with scarce punctuation 2
- Head finely or densely granulated; basal internal surface of mandible

- curving to the masticatory surface without distinct angle; union of dorsal surface and declination surfaces of propodeum forming a slight angle in profile view*N. texanus* Watkins
2. Eyes with at least one distinct cornea3
- Eyes without a single distinct cornea or absent; mesonotal suture incomplete; lamella wide; scape as long as half the length of the head or less ...
- N. leonardi* (Wheeler)
3. Head and gaster black, alitrunk brown reddish; anterovental process of petiole small and directed forward down*N. melanocephalus* (Emery)
- Head and alitrunk equally colored (brown reddish), gaster slightly paler; posterior dorsal half of promesonotum flattened and propodeum longer than the node of the petiole.....*N. opacithorax* (Emery)

Neivamyrmex leonardi (Wheeler, 1915).

Morphological characteristics: Mandibles stretched. Clypeus with the anterior margin straight, short. Frontal carinas straight and stretched not covering the antennal sockets. Antenna 12 segmented; without antennal club; scape short, just reaching the middle part of the head length. Eyes absent. Pronotum with a slight curvature at its most anterior part, then completely straight, without promesonotal groove; promesonotal suture reaching the pleures. Mesonotum almost totally fused with pronotum. Pronotum straight in profile view, fused with mesonotum without metanotal suture. Petiole well-developed, node robust, peduncle very short. Gaster smooth and shiny. Body pale, bright yellow.

Geographic distribution in Mexico: Baja California, Durango and Tamaulipas.*

Distribution in RBBM: Found in *S. dumortieri* vegetation. **Observations:** Only one specimen by pit-fall trap. New record to Hidalgo state.

Neivamyrmex melanocephalus (Emery, 1895).

Morphological characteristics: Mandibles wide, longitudinally striated; apical apex overlapping. Clypeus stretched, anterior margin straight. Frontal carina slender, undeveloped towards the upper part of the head. Antenna with 12 segments; scape long, reaching the occipital border of the head. Eyes with

one ommatidium close to the lateral border of the head in frontal view and located in the middle part of the head. Pronotum flat in profile view without promesonotal suture; cuticle texture granulated. Mesonotum fused to pronotum with a curved declination posteriorly, granulated. Propodeum straight in lateral view, granulated. Petiole with tergite and sternite differentiated; peduncle short node well-developed; petiolar process acuminate, curved. Gaster smooth, shiny. Scape, head and gaster black, alitrunk in pale tones.

Geographic distribution in Mexico: Durango, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit and Nuevo León.*

Distribution in RBBM: Found only in *S. dumortieri* vegetation.

Observations: A total of 97 workers were obtained manually from a column carrying out insects as prey.

Neivamyrmex opacithorax (Emery, 1894).

Morphological characteristics: Triangular mandibles. Clypeus narrow with its anterior margin straight. Frontal carinas very narrow, short, just exceeding the antennal socket level. Antenna with 12 segments, antennal club indistinct, scape approximately 3/4 the length of the head. Eyes with one ommatidium, close to the lateral border of the head in frontal view and located in the middle part of the head. Pronotum straight in profile view, without promesonotal groove; promesonotal suture short. Mesonotum fused to pronotum, straight without promesonotal suture. Petiole well-developed, peduncle very short; with two carinas at the base of the anterior part of the tergite. Gaster smooth and shiny. Gaster and legs with coloration clearer than head and alitrunk.

Geographic distribution in Mexico: Baja California, Jalisco and Tamaulipas.*

Distribution in RBBM: This species was collected in vegetation with *S. dumortieri* and *C. senilis*.

Observations: Three workers were collected by pit-fall traps. New record to Hidalgo State.

Neivamyrmex texanus Watkins, 1972.

Morphological characteristics: triangular mandibles, wide; with very small teeth. Clypeus narrow with its anterior margin straight. Frontal cari-

nas very narrow, just surpassing the antennal socket level. Antenna with 12 segments, scape approximately as long as the length of the head. Eyes with one ommatidium, close to the lateral border of the head in frontal view and located in the middle part of the head. Pronotum slightly curved in profile view, promesonotal groove absent; promesonotal suture short. Mesonotum fused to pronotum, slightly curved. Petiole with tergite and sternite differentiated; peduncle short, node developed; petiolar process differentiated, not acuminate. Gaster smooth and shiny. Head and alitrunk granulated.

Geographic distribution in Mexico: Hidalgo, Jalisco and San Luis Potosí.*

Distribution in RBBM: Found only in *C. senilis* vegetation. **Observations:** two workers collected by pitfall traps.

Nomamyrmex borgmeier, 1936.

This is the less diverse genus in the Subfamily with only two species. These are predators of other ant species. Usually with hypogean habits but sometimes they also can be found as epigeal or arboreal foragers, including attacks on social wasp nests (Palacio 2003).

Nomamyrmex esenbeckii Westwood, 1842.

Morphological characteristics: triangular mandibles, wide; with very small teeth. Clypeus narrow with anterior margin straight. Frontal carinas very narrow, just exceeding the antennal sockets level in length. Antenna with 12 segments, scape short, wider towards the apex, as long as 2/3 the length of the head. Eyes with one ommatidium close to the lateral border of the head in frontal view and located in the middle part. Pronotum curved in profile view, promesonotal groove absent; promesonotal suture incomplete. Mesonotum fused to pronotum, without suture and groove. Propodeum straight in profile; with a pair of teeth or spines directed posteriorly. Petiole with tergite and sternite differentiated; peduncle extremely short, petiolar process differentiated, hook-like at the edge. Gaster shiny, covered with small golden hairs. Head and alitrunk opaque, granulated, reddish colored.

Geographic distribution in Mexico: Colima, Chiapas, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Sonora, Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz.

Distribution in RBBM: Found in *C. senilis* vegetation. **Observations:** Twelve specimens were collected directly from a column.

Formicinae Latreille, 1809

The subfamily Formicinae includes 49 genera distributed all around the World (Hólldobler & Wilson 1990). The main characteristic of this taxon is the presence of an acidopore (a circular opening at the apex of the gaster). This structure is usually surrounded by a fringe of hairs. Members of this group have diverse habits, some are arboricolous (*Camponotus*, *Myrmelachista*), other are soil inhabiting (*Paratrechina*, *Gigantiops*, *Lasiophanes*), litter inhabiting (*Brachymyrmex*) or subterranean (*Acropyga*) (Fernández 2003).

KEY TO FORMICINAE GENERA OF THE RBBM (MODIFIED FROM MACKAY & MACKAY 1989).

1. Antenna with 9 segments *Brachymyrmex* Mayr
 - Antenna with 12 segments 2
2. Antenna base located far away from the posterior margin of the clypeus; alitrunk convex in lateral view *Camponotus* Mayr
 - Antenna base located closed to the posterior margin of the clypeus; eyes usually located at the anterior middle part of the head; mesonotal region not so slender; protonotum usually with coarse setae
Paratrechina Motschoulsky

Brachymyrmex Mayr, 1868

This is an American genus (Hólldobler & Wilson 1990). Small ants recognized by their antennae with nine segments and undifferentiated antennal club. Thirty-five species are widely distributed in the Neotropics (Fernández 2003). This genus is hard to study due to its difficult taxonomy, as it is a tiny species with a very soft and fragile cuticle (Rojas & Fragoso 1994).

Brachymyrmex musculus Forel, 1899.

Morphological characteristics: Mandibles triangular, shiny and smooth with anterior margin concave, with four teeth. Frontal carinas undeveloped, short; frontal lobes not covering antennal sockets completely. Antenna with 9 segments without antennal club, scape extending far from the occipital

border of the head about 1/3 of its length. Eyes situated at the middle part of the head in frontal view. Pronotum concave, smooth and shiny, with a pair of small and erect hairs near to the humerus borders. Mesonotum also with a pair of small and erected hairs; promesonotal and metanotal sutures well-developed, V-shape like in lateral view; both sutures few deep. Petiole small. Gaster smooth and shiny, with scarce short hairs. **Geographic distribution in Mexico:** Morelos **** Distribution in RBBM:** Found in all vegetation types. **Observations:** A total of 372 workers were collected by pitfall traps and directly. This species was observed nesting in soil, under rocks and foraging on cacti and *Acacia*. New record to Hidalgo state.

Camponotus Mayr, 1861

Ants with a great range of sizes. Posterior margin of the clypeus far from the alveoles. Without metapleural gland opening. Mesosoma with great morphological variation, with or without spines and angles. Most species are dimorphic or polymorphic. Usually are considered omnivorous with colonies varying in size; nesting in soil, bases of trees or in the canopy (Fernández 2003).

KEY TO *CAMPONOTUS* SPECIES OF THE RBBM (MODIFIED FROM [HTTP://WWW.UTEP.EDU/LEB/ ANTS/MEXICANCAMP.DOC](http://www.utep.edu/leb/ants/mexicancamp.doc))

1. Clypeus with a longitudinal carina at the medial part 2
 - Clypeus without a carina; head and mesosoma reddish; head rounded; posterior side of propodeum flattened *C. planatus* Roger
2. Tibia covered with erect and suberect hairs *C. atriceps* (smith)
 - Tibia not covered with erect and suberect hairs, mesosoma reddish
..... *C. pudorosus* Emery

Camponotus atriceps smith, F., 1858.

Morphological characteristics: Mandibles foveate; with short, erect fine golden hairs; with six teeth, successively longer towards the apex. Clypeus with a longitudinal carina at the medial part. Antenna with 12 segments without antennal club; scape long, extending beyond the occipital border of the head

as much as half of its length, with erect hairs. Eyes relatively large, situated near the occipital border in frontal view. Pronotum straight in profile view, with curved long hairs, directed anteriorly; promesonotal suture well differentiated; without groove. Mesonotum concave, with long and curved hairs directed anteriorly. Anterior part of propodeum longer than the posterior one, forming a sharp angle; depressed dorsally in upper view. Petiole rounded at the apex. Gaster finely transversely striated, black colored with long and curved golden hairs directed to the posterior part of the body.

Geographic distribution in Mexico: Nuevo León, Quintana Roo and Tamaulipas.*

Distribution in RBBM: Found in all the studied vegetation types. **Observations:** A total of 97 workers collected by pitfall traps and directly. New record to Hidalgo State.

Camponotusplanatus roger, 1863.

Morphological characteristics: Mandibles smooth with many small white-yellowish hairs; anterior margin straight, with 5 to 6 teeth. Clypeus with a carina running longitudinally in the middle part. Frontal carinas well-developed but not forming frontal lobes covering the antennal sockets totally. Antenna 12-segmented; antennal club indistinct; scape extending beyond the occipital border of the head as much as a quarter of its length. Eyes relatively big, situated near the occipital border of the head in frontal view. Pronotum slightly curved with flattened lateral borders. Mesonotum slightly curved, fused to pronotum, with promesonotal suture incomplete, with long curved hairs. Petiole well-developed, slender at the base, apex rounded in posterior view. Gaster black colored, shiny, with fine granulation.

Geographic distribution in Mexico: Hidalgo.**

Distribution in RBBM: Found in almost all types of vegetation except in riparian vegetation.

Observations: A total of 19 workers were collected by pitfall traps and manual collection. They were observed foraging in *Agave* and *Acacia*.

Camponotuspudorosus Emery, 1925.

Morphological characteristics: Mandibles almost smooth, with some very fine fovea; with erect fine setae. Clypeus with a longitudinal carina, long and

numerous hairs all along the anterior margin of the clypeus. Frontal carinas not forming lobes, leaving the sockets exposed. Antenna 12-segmented; antennal club indistinct; scape long, extending to the occipital border of the head more than half of its length, with erect and suberect hairs. Eyes relatively big, situated near the occipital border in frontal view. Pronotum almost straight in lateral view, with curved hairs directed to the head. Mesonotum slightly curved, without promesonotal groove but with complete suture, fused to pronotum without suture or defined groove. Anterior and posterior part of pronotum forming an angle, upper part more than twice the length of the posterior one. Petiole well-developed, wider at the base, not pedunculated. Gaster with transverse striations, fine, black colored as head. **Geographic distribution in Mexico:** Hidalgo.* **Distribution in RBBM:** Present in all vegetation types in the area. **Observations:** Quiroz-robledo & Valenzuela-González (1993) recorded the species as *C. picipes pudorosus* in Hidalgo State, but Snelling (2006) proposed it to species level. A total of 50 workers were collected directly and by pitfall traps.

Paratrechina Motschoulsky, 1863.

This genus is differentiated from other ants by the presence of long coarse setae on all the body (scape, head, mesosoma and gaster). Nevertheless, the species from this genus constitute a complex group, with many designed as subspecies (Fernández 2000).

KEY TO IDENTIFY *PARATRECHINA* SPECIES AT RBBM.

1. Scapes with some erect long hairs, head completely smooth without sculpture, eyes relatively small*P. arenivaga* (Wheeler, W.M.)
- Scapes with abundant short and decumbent hairs, head with foveas in lateral borders, eyes big .. *Paratrechina* sp.

Paratrechina arenivaga (Wheeler, W. M, 1905).

Morphological characteristics: Mandibles triangular, relatively stretched, with six teeth. Clypeus well-developed, prominent in lateral view. Frontal carinas short; frontal lobes undeveloped, antennal sockets exposed. Antenna 12-segmented; antennal club indistinct; scape slender and long, extending

beyond the occipital border of the head at least a half of the head length. Eyes relatively small, situated at the middle of the head. Pronotum slightly convex with promesonotal suture defined; promesonotal groove present, not very deep. Mesonotum convex in lateral view, with metanotal suture; metanotal groove deep. Propodeum concave in lateral view, with a pair of carinas directed obliquely forward up and anteriorly. Petiole scaly. Gaster smooth and shiny, dark brownish. Head and alitrunk smooth, pale yellow, shiny.

Geographic distribution in Mexico: There are no records in Mexico.

Distribution in RBBM: Found in *S. dumortieri* vegetation.

Observations: One worker collected by pit-fall trap. New record to Mexico.

Paratrechina sp.

Morphological characteristics: Mandibles triangular, relatively stretched, with six teeth. Clypeus well-developed, prominent in lateral view. Frontal carinas undeveloped; frontal lobes undeveloped leaving the antennal sockets exposed. Antenna 12-segmented; antennal club indistinct; scape with abundant decumbent short fine hairs. Eyes relatively big, located at the middle of the head in frontal view. Pronotum slightly convex with promesonotal suture defined; promesonotal groove present, not very deep. Mesonotum convex in lateral view, with metanotal suture, deep metanotal groove. Propodeum convex in lateral view. Petiole scaly. Head and thorax smooth, head laterally foveated; head and gaster brown, darker than the rest of the body.

Distribution in RBBM: Found in *Myrtillocactus* vegetation.

Observations: A total of 179 specimens (workers and males) collected directly. Nesting under rocks.

Myrmicinae Lepeletier de Saint-Fargeau, 1835.

The species of this subfamily present petiole and postpetiole; pronotum and mesonotum firmly fused together and immobile with respect to each other, promesonotal suture weakly impressed or absent. Functional sting. Clypeus well-developed, widely extended between frontal carinas so the antennal sockets are separated from the anterior margin of the head. Eyes are usually well-developed, relatively big. Frontal lobes covering at least partially the antennal sockets (www.antweb.org).

KEY TO MYRMICINAE GENERA OF THE RBBM (MODIFIED FROM MACKAY & MACKAY 1989).

1. Ants with 6 antennal segments..... *Strumigenys* Fr. Smith
 - Ants with 10 to 12 antennal segments.....2
2. Antenna with 10 segments, the apical and subapical forming a strong and conspicuously differentiated club, usually dimorphic; pronotum unarmed with spines; clypeus bicarinated *Solenopsis* Westwood
 - Antenna with 11 to 12 segments3
3. Antenna with 11 segments; head with a pair of spines or occipital tubercles; dorsal mesonotum with 2 to 3 pairs of acuminate spines; polymorphic
 - Atta* Fabricius
 - Antenna with 12 segments ... 4
4. Postpetiole articulated on dorsal surface of first gastral segment, the gaster in dorsal view roughly heart-shaped *Crematogaster* Lund
 - Postpetiole not articulated on dorsal surface of first gastral segment, the gaster in dorsal view not heart-shaped.....5
5. Antenna ending in a conspicuously differentiated 2 or 3-segmented club
 - 6
 - Antenna never ending in a conspicuously differentiated club; ventral surface of the head with psammophore well-developed, propodeum usually armed with a pair of spines *Pogonomyrmex* Mayr
6. Antennal club with 2 segments; dorsal surface of mesonotum without spines or tubercles, but with many flexuous hairs; no common ants.....
 - *Apterostigma* Mayr
 - Antennal club with 3 segments.....7
7. Propodeum with one pair of spines in the posterior portion 8
 - Propodeum without spines or tubercles; clypeus bicarinate, usually with two teeth, carines extended over mandibles base; small ants (1.5 - 2.5 mm), usually shiny black colored.....*Monomorium* Mayr
8. Clypeus extended over mandibles in lateral view; small ants (1.6-2.5 mm)..... *Cardiocondyla* Emery
 - Clypeus not extended over mandibles
9. Dimorphic or polymorphic, head of soldiers at least twofold the length of the gaster; petiole pedunculated; scape of minor workers extending beyond

- the posterior margin of head..... *Pheidole* Westwood
- Monomorphic, scape not extending beyond the posterior margin of the head 10
10. Antennal scrobes present..... *Tetramorium* Mayr
- Without antennal scrobes; mesonotum horizontal in lateral view
- *Temnothorax* Mayr

Apterostigma Mayr, 1865.

This genus together with *Mycocetopus* is one of the oldest clades of the Attini tribe. The genus comprises 45 species, three of them found in Mexico (Vasquez-Bolanos 2003b). Ants nesting in soil, fungus-growing (Brown 2000).

Apterostigma pilosum Mayr, 1865.

Morphological characteristics: Triangular mandibles. Clypeus with anterior margin rounded. Frontal carinas well-developed, extending almost to the occipital margin of head; frontal lobes well-developed, covering the antennal sockets completely. Antennae with 11 segments; antennal club 2-segmented; scape large, extending beyond the occipital margins of the head. Eye large located at the middle of the length of the head. Pronotum curved, with a pair of longitudinal carinas or protuberances seen in upper view. Peduncle of petiole large, node short; postpetiole with sternite well-differentiated. Gaster with two longitudinal carinas (one by side) all along the first tergite. Body covered by numerous flexuous hairs.

Geographic distribution in Mexico: Tamaulipas. *

Distribution in RBBM: Found in *S. dumortieri* vegetation.

Observations: One worker collected by pitfall trap. New record for Hidalgo State.

Atta Fabricius, 1804.

Ants of this genus are characterized by the presence of spines on the head lobes and thorax, and are highly polymorphic (Jaffe 2004). The species of this genus nest in soil and are fungus-growing and predaceous (Brown 2000).

Atta mexicana (Smith 1858).

Morphological characteristics: Triangular mandibles, long and overlapping between them. Clypeus widely inserted between the frontal carinas; anterior margin discontinuous with a notch at the medial part; posterior margin rounded. Frontal carinas directed to the anterior part of the head, frontal lobes covering antennal sockets completely. Antennae with 11 segments; no differentiated club. Scape large, extending beyond the occipital margin of the head. Eyes located anteriorly at the lateral borders of the head in frontal view. Pronotum concave without promesonotal groove; with a pair of spines directed to the anterior part of body. Mesonotum concave following the pronotum; one pair of spines directed to the posterior part of the body, without mesonotal groove. Propodeum with a pair of spines directed to the posterior part of the body. Petiole and postpetiole with a well-developed node with protuberances in the tergites. Gaster smooth and shiny.

Geographic distribution in Mexico: Aguascalientes, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas and Veracruz*. Chiapas, Colima, Guerrero, Puebla, Oaxaca, Sinaloa and Zacatecas (Vásquez-Bolaños 2003a).

Distribution in RBBM: This species was found in all the vegetation types studied.

Observations: A total of 170 workers were collected by pitfall traps and manual collecting. Ants were observed cutting the apex of branches of *S. dumortieri*.

Cardiocondyla Emery, 1869.

These are cryptic species so there is little information about their biology. Some species are predators, scavengers or attend honeydew homopterans (Mackay 1995).

KEY TO *CARDIOCONDYLA* SPECIES OF THE RBBM (MODIFIED FROM MACKAY 1995).

1. Propodeal spines relatively sharp and spinose, length about V distance between tips; anterior clypeal border straight or slightly convex with parallel

lateral borders; gaster smooth, shiny, covered by short hairs

.....*Cardiocondyla emeryi* Forel

- Propodeal spines relatively sharp and spinose, length about V distance between tips; anterior clypeal border straight or slightly convex with no parallel lateral borders; gaster smooth, shiny without hairs on sternites ..

.....*Cardiocondyla* sp.

Cardiocondyla emeryi Forel, 1869.

Morphological characteristics: Smooth mandibles with a pair of hairs on each, close to the apical tooth. Clypeus prominent in lateral view, stretched at its medial portion, lateral margins parallel in frontal view; anterior margin of clypeus with three large and strong setae in the middle part. Frontal carina short; lobes covering the antennal sockets completely. Antennas with 12 segments; antennal club 3-segmented. Scape short, not exceeding the occipital margin of the head. Eyes near the posterior border of the clypeus. Pronotum concave, with promesonotal suture incomplete. Mesonotum with a mesonotal suture well-marked. Propodeum with a pair of short spines. Node of petiole well-developed, pedunculated. Sculpture of head and alitrunk punctuated. Gaster black, shiny and smooth, with setae on tergites and sternites.

Geographic distribution in Mexico: Hidalgo.**

Distribution in RBBM: Specimens were found in xerophytic shrub *C. senilis* and riparian vegetation.

Observations: Five workers were collected by pitfall traps.

Cardiocondyla sp.

Morphological characteristics: Triangular mandibles smooth with a pair of hairs on each, near the apical tooth. Clypeus prominent in lateral view but stretched at its medial portion with lateral margins not parallel in frontal view, anterior margin with three large strong setae. Frontal carina short; frontal lobes covering the antennal sockets completely. Antennas with 12 segments; antennal club 3-segmented. Scape short, not surpassing the occipital margin of the head. Eyes close to the posterior border of the clypeus. Pronotum concave, with promesonotal suture incomplete. Mesonotum with a mesonotal suture well-developed. Propodeum with a pair of short spines. Node of petiole well-developed, pedunculated. Head sculpture finely punctuated; alitrunk

with sculpture punctuated on the pleures. Gaster black, smooth, opaque, without setae on sternites.

Distribution in RBBM: This species was found only in *S. dumortieri* vegetation.

Observations: Only one specimen collected by pitfall traps.

Crematogaster Lund, 1831.

Genus distributed worldwide. The species of this genus show a high morphological variation so that it is considered a complex group, in that sense similar to other groups such as *Pheidole*, *Camponotus* and *Solenopsis* (Rojas 2001). Most of the species are mainly arboreal, nesting in trunks or branch holes of trees. Generalized foragers (Brown 2000).

KEY TO *CREMATOGASTER* SPECIES OF THE RBBM (MODIFIED FROM MACKAY;
WWW.UTEP.EDU/LEB/ANTS/CREMATOGASTERNEOTROPICAL.DOC).

1. Scape with appressed hairs; hind femora smooth without striae

C. opaca Mayr

- Scape with decumbent hairs; hind femora longitudinally striated

Crematogaster sp.

Crematogaster opaca Mayr, 1870.

Morphological characteristics: Mandibles narrow, longitudinally striated. Anterior margin of the clypeus straight, posterior margin concave, with longitudinal striae. Frontal carinas well-developed but not covering the antennal sockets completely. Antennas with 11 segments; antennal club 3-segmented; scape reaching past the occipital border of the head. Eyes in the anterior middle part of the head. Pronotum notably concave in lateral view and spheric in upper view, granulose. Mesonotum granulose, black, opaque, with promesonotal groove. Propodeum with a pair of spines oblique respective to the longitudinal axis of the body. Petiole wider on its anterior edge in upper view, with a setae on each side on the dorsal surface; postpetiole with a longitudinal sulcus, with a pair of short hairs dorsally. Gaster almost smooth, black, shiny.

Geographic distribution in Mexico: Hidalgo.**

Distribution in RBBM: Found in almost all the studied zones, except riparian vegetation and xerophic shrub of *Myrtillocactus*.

Observations: A total of 12 workers were collected by pitfall traps and direct sampling. One found foraging on *C. senilis* trunk.

Crematogaster sp.

Morphological characteristics: Mandibles narrow, longitudinally striated. Anterior margin of clypeus straight, posterior margin slightly concave, almost straight, granulated. Frontal carinas well-developed but not covering the antennal sockets completely. Antennas with 11 segments; antennal club 3-segmented; scape reaching out the occipital border of the head. Eyes relatively big, situated at the anterior half of the head. Pronotum notably concave in lateral view and spheric in upper view, granulose. Mesonotum black, shiny, promesonotal groove defined. Propodeum with a pair of spines oblique respective to the longitudinal axis of the body. Petiole wider on its anterior edge in upper view, heart-shaped in upper view; postpetiole with a longitudinal sulcus. Gaster almost smooth, black, shiny. Hind femora with longitudinal carinas.

Distribution in RBBM: Found in xerophytic shrub with *C. senilis*.

Observations: Two workers collected by pitfall traps.

Monomorium Mayr, 1855

Ants with 12 antennal segments (except *orientale* group, with 11), antennal club usually 3 segmented; clypeus bicarinate, with carinas acuminate or rounded; promesonotal suture distinguished in the pleurum only in the spiracle position; metanotal notch always present; petiolar peduncle well-developed, node of petiole high and rounded (Ettershank 1966). Ants with wide tolerance ranges to many environments (Creighton 1950). Generalized foragers, harvesters (Brown 2000).

Monomorium minimum Buckley, 1867.

Morphological characteristics: Anteromedial portion of the clypeus notably elevated and bicarinate. Frontal carina short, not covering the antennal sockets completely. Antenna with 12 segments; antennal club 3-segmented. Scape close to the occipital border of the head but never surpassing it. Eyes

relatively big, situated at the middle part of the head, surpassing the lateral borders of the head in frontal view. Pronotum notably curved. Mesonotum fused with pronotum and curved, following the pronotum margin with promesonotal suture incomplete in lateral view; promesonotal groove well marked. Petiole node well-developed, as long as its base. Gaster smooth. Body completely smooth and shiny, black colored.

Geographic distribution in Mexico: Hidalgo,** Durango and Nuevo Leon*.

Distribution in RBBM: This species was found in all the vegetations studied, except riparian vegetation.

Observations: A total of 238 workers collected by pitfall traps and manually.

Pheidole Westwood, 1839.

One of the most diverse genus of Formicidae. Comprising about 900 species around the world; 624 species distributed in the New World (Wilson 2003). Antennal sockets separated by the middle part of the clypeus. Castes in *Pheidole* are represented by small and slender workers (minors) and stronger and wide-headed soldiers (majors). Antenna with 12 segments both in queens and workers (rarely 10 or 11); antennal club 3-segmented (rarely 4 or 5). All species show high morphological and adaptative variation occupying a great diversity of ecological niches (Wilson 2003).

KEY TO *PHEIDOLE* SPECIES OF THE RBBM (MODIFIED FROM WILSON, 2003)

1. Ants with a well-differentiated promesonotum groove2
- Ants without a well-differentiated promesonotum groove; pronotum and mesonotum continuous in lateral view *P. callens* Forel
2. Head, pronotum and gaster smooth, shiny yellow pale colored; anterior margin of clypeus continuous..... *P. obtusospinosa* Pergande
- Ants with granulocyte sculpture in all the body; anterior margin of the clypeus with a well-developed notch in the middle part..... *Pheidole* sp.

Pheidole sp.

Morphological characteristics: Minor workers: triangular mandibles. Clypeus well-developed; anterior border straight, with a small notch in the

middle. Frontal carinas short; frontal lobes not covering the antennal sockets completely. Antennas with 12 segments, antennal club 3- segmented; scape large, exceeding almost 1/3 of its length the posterior border of the head. Eyes located at the middle part of the head, surpassing the lateral borders in lateral view. Pronotum convex in lateral view, suture and promesonotal groove well differentiated. Propodeum with a pair of small spines; metanotal suture defined but without metanotal groove. Nodes of petiole and postpetiole well-developed; petiole peduncle long and slender. Gaster shiny, finely punctuated. Head and alitrunk fine granulated, blackish, not so shiny.

Distribution in RBBM: Found in *S. dumortieri* vegetation.

Observations: Collected 11 workers by pitfall traps.

Pheidole callens Forel, 1901.

Morphological characteristics: Minor workers: triangular mandibles. Clypeus well-developed, widely inserted between the frontal carinas. Frontal carina short; frontal lobes well-developed, covering the antennal sockets completely. Antennas with 12 segments, antennal club 3 -segmented, the apical segment longer than the other two; scape large, surpassing the posterior border of the head. Eyes located at the middle part of the head, exceeding the lateral borders of the head in lateral view. Pronotum convex in lateral view, shiny and smooth; suture and promesonotal groove well marked. Propodeum with a pair of small spines; promesonotal suture well defined, without groove. Mesonotum with well defined suture and metanotal groove, sculpture punctuated. Propodeum with a pair of short spines. Petiole pedunculated; petiolar node higher than the postpetiolar one. Gaster smooth and shiny.

Geographic distribution in Mexico: Aguascalientes. *

Distribution in RBBM: The specimens were found in *C. senilis* and *Myrtillocactus* vegetation.

Observations: A total of 41 workers were collected by pitfall traps. New record to Hidalgo State

Pheidole obtusospinosa Pergande, 1896.

Morphological characteristics: Minor workers: Triangular mandibles. Clypeus well-developed, inserted widely between the frontal carinas; anterior margin straight at the middle of it. Antenna 12-segmented; antennal club

with 3 segments, the apical one longer than the remaining two; scape large, surpassing almost 1/3 of its longitude the posterior border of the head; funiculus quite slender. Eyes located at the middle part of the head, exceeding the lateral borders of the head in lateral view. Pronotum granulate, with a pair of small spines; suture and promesonotal groove well-differentiated. Petiole pedunculate; petiolar and postpetiolar nodes differentiated. Gaster smooth and shiny. Body slender.

Geographic distribution in Mexico: Durango, Nayarit and Nuevo León.*

Distribution in RBBM: Found in all the studied areas. **Observations:** A total of 42 major and minor workers were collected by pitfall traps. New record to Hidalgo state.

Pogonomyrmex Mayr, 1868.

This genus is usually found in arid and semiarid areas, nevertheless, it can also be found in tropical deciduous forests, grasslands or crops. Its geographic distribution ranges from Canada to Argentina and comprises about 69 species. Twenty species have been recorded in Mexico, most of them distributed in the north of the country (Vásquez-Bolaños & Mackay 2004).

Pogonomyrmex barbatus (Smith, 1804).

Morphological characteristics: Mandibles wide, longitudinally striated. Clypeus well-differentiated, anterior margin with a deep depression in the middle, posterior margin well-inserted between the frontal carinas, rounded at the apex. Frontal carinas short; frontal lobes covering the antennal sockets completely. Antennas with 12 segments; antennal club not differentiated; segments of the funiculus longer towards the apex; scape not reaching out the posterior part of the head. Eyes located at the middle of the head, surpassing the lateral borders of the head in frontal view. Pronotum distinctly convex in lateral view; promesonotal suture well differentiated, without promesonotal notch. Mesonotum fused to propodeum. Propodeum with a pair of long spines. Both petiole and postpetiole with strong nodes, petiole long, pedunculate with an acuminate process directed forward-down; postpetiole with tergite and sternite differentiated. Gaster smooth and shiny. Head, alitrunk, petiole and postpetiole striated; body shiny.

Geographic distribution in Mexico: Aguascalientes, Chihuahua, Colima, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz and Zacatecas. *

Distribution in RBBM: The specimens were collected in *C. senilis* vegetation.

Observations: Thirty-two workers collected by pitfall traps.

Solenopsis Westwood, 1840

Small ants, monomorphic or polymorphic, usually inhabitants of leaf litter (Fernández, 2003). Clypeus bicarinate with at least two tiny teeth on the anterior margin of the clypeus. Mandibles with four teeth. Antennae of workers with 10 segments and antennal club 2-segmented, club longer than the remaining segments of the funicule; scape short, rarely reaching out the borders of the head. Promesonotal suture well defined. Petiole and postpetiole well-developed (Moreno-González 2001).

KEY TO *SOLENOPSIS* SPECIES OF THE RBBM (MODIFIED FROM CREIGHTON, 1950)

1. Ants longer than 2 mm of length; funicule longer than antennal club
 *S. geminata* (Fabricius, 1804)
- Small ants, smaller than 2 mm of length; antennal club at least as long as
 the rest of the funicule; shiny, pale yellow *Solenopsis* sp.

Solenopsis geminata (Fabricius, 1804)

Morphological characteristics: Minor workers: Mandibles triangular. Clypeus inserted widely between the antennal sockets, bicarinate. Frontal carina short; frontal lobes not covering the antennal sockets completely. Antenna 10-segmented; apical club 2-segmented, the apical one twice as long as the other one; scape reaching out the anterior margin of the head. Small eyes located at the middle part of the head exceeding the lateral borders in frontal view. Pronotum curved, smooth, with no protuberances. Mesonotum fused with pronotum, without promesonotal groove. Propodeum concave unarmed; suture and mesonotal groove well defined. Petiole well-developed with a prominent node. Body smooth and shiny.

Geographic distribution in Mexico: Chiapas, Colima, Hidalgo, ** Jalisco, Morelos, Nuevo León, Quintana Roo, Tamaulipas, Veracruz and Yucatán*.

Distribution in RBBM: Distributed in all studied areas.

Observations: It is the most abundant and widely distributed species in the RBBM. A total of 3924 workers were collected.

Solenopsis sp.

Morphological characteristics: Worker: small ants less 2 mm in length. Triangular mandibles, smooth and shiny. Clypeus not inserted between frontal lobes, bicarinate. Frontal carina short, with frontal lobes covering the antennal sockets completely. Antenna with 10 segments; 2-segmented club, the apical one approximately four fold longer than the other one; scape short, not reaching the anterior margin of the head. Small eyes, not prominent, located at the middle part of the head. Pronotum curved, smooth, without protuberances. Mesonotum fused with pronotum, without promesonotal groove. Propodeum concave unarmed; suture and mesonotal groove well-defined. Petiole well-developed, node strong. Gaster surface smooth and shiny. Body smooth and shiny, pale yellow colored.

Distribution at RBBM: Found in *S. dumortieri* vegetation.

Observations: Three workers collected by pitfall traps.

Strumigenys sp.

Small ants, living usually in litter. Predators of springtails and other small arthropods (Fernández 2003). This genus comprises a very diverse group. Brown (1962) recognized 12 different groups in the Neotropics, eight of them are found in Mexico.

Strumigenys sp.

Morphological characteristics: Workers: mandibles long and triangular, with three apical teeth. Anterior border of the clypeus wide and straight, posterior margin inserted between the frontal carinas in the form of an inverted "V". Frontal carinas well-developed, extending from the base of the antennal sockets to the external border of the head, forming more or less deep scrobes; frontal lobes well-developed covering the antennal sockets. Antenna with 6 segments, antennal club 2-segmented; scape smaller than the funiculus. Small

eyes located at the middle part of the head between the scrobes. Pronotum concave. Mesonotum fused with the pronotum. Propodeum with a pair of spines, metanotal groove slightly deep without metanotal suture. Petiole and postpetiole well-developed; the former with a long and slender peduncle with a pair of hairs on the apical part of the node. Gaster smooth and covered by spatulate hairs on the dorsal surface. Body covered with spatulate hairs, finely sculptured, yellow colored.

Distribution in RBBM: Found in *C. senilis* vegetation.

Observations: Only one worker was collected by pitfall traps.

Temnothorax Mayr, 1861

The species belonging to this genus are relatively small, with elongated head; mandibles with five teeth; clypeus with a medial longitudinal carina. Antenna 12-segmented (rarely 11) and a 3-segmented antennal club. Propodeum usually armed with a pair of spines (Radchenko 2004). Nest in a great diversity of microenvironments, for example, on soil, under rocks, plant cavities, branches or shrubs. In general they form small colonies. Even though there is not much information about their feeding habits, they have been observed collecting dead arthropods and seeds (Mackay 2000).

KEY TO *TEMNOTHORAX* SPECIES OF THE RBBM (MODIFIED FROM CREIGHTON,
1950).

1. Thorax completely smooth and shiny without sculpture
T. schmittii (Wheeler)
- Head strong or moderately punctuated, with no rugosity or striae; surface
completely opaque; pale yellow colored *T. terrigena* (Wheeler)

Temnothorax schmittii (Wheeler, 1903).

Morphological characteristics: Mandibles smooth and shiny, with some foveas. Clypeus straight at the central portion of the anterior margin, then oblique towards the edges. Frontal carina well-developed, extending longitudinally just to eye level; frontal lobes covering the middle part of the antennal sockets. Antenna with 12 segments; 3-segmented club; scape extending just to the occipital border of the head. Eyes located in the middle part of the head surpassing the lateral borders in frontal view. Pronotum curved in its

anterior part. Mesonotum fused with pronotum, straight and horizontal in lateral view, without promesonotal groove and mesonotal suture or groove. Petiole well-developed with a prominent node. Gaster surface smooth and shiny, black colored, granulated in the area of the metapleures.

Geographic distribution in Mexico: There are no records for this species in Mexico.

Distribution in RBBM: The species was found in *C. senilis*, *S. dumortieri*, *Bursera* sp. and *Myrtillocactus* sp. vegetation

Observations: 16 workers collected. First record for Mexico.

Temnothorax terrigena (Wheeler, 1903).

Morphological characteristics: Mandibles longitudinally striated; with five teeth. Clypeus straight on its anterior margin, inserted in between the frontal lobes in the form of a triangle. Antenna with 12 segments; 3-segmented club, the apical one longer than the other two; scape not reaching the occipital border of the head. Eyes located at the middle part of head. Pronotum slightly concave in lateral view. Mesonotum straight and horizontal, without promesonotal groove and metanotal suture. Pronotum straight in lateral view, with a pair of spines. Petiole with a strong node but smaller than that of the postpetiole; peduncle acuminate with a sharp anteroventral projection. Gaster surface smooth and shiny.

Geographic distribution in Mexico: There are no records for this species in Mexico.

Distribution in RBBM: Distributed in *C. senilis*, *S. dumortieri* and *Myrtillocactus* sp. vegetation.

Observations: 123 workers collected by pitfall traps and manually on *Hechtia* branches. First record for Mexico.

Tetramorium Mayr, 1855.

This is a diverse genus with more than 457 species in the World. Most species in the New World have been introduced, only five are native: *T. bicolorum*, *T. hispidum*, *T. mexicanum*, *T. placidum* and *T. spinosum*. They are distinguished by the number of antennal segments: native species present only eleven and introduced species present twelve (Vasquez-Bolanos 2007).

Tetramorium spinosum (Pergande, 1896).

Morphological characteristics: Triangular mandibles, wide, longitudinally striated. Clypeus developed; anterior margin straight with a small notch at its medial part; posterior margin convex. Frontal carinas well-developed, forming not very deep scrobes; carinas extended to the posterior part of the head beyond eye level. Antenna with 11 segments, funiculus segments increasing in length from the base to the apex, except the first, longer than the second; antennal club 3-segmented, scape extended just to the anterior border of the head. Pronotum convex in lateral view; promesonotal suture differentiated but without promesonotal groove. Mesonotum fused to pronotum, slightly convex in profile. Propodeum with a pair of spines obliquely directed to the anterior part of the body. Petiole and postpetiole well-developed; petiole with a long peduncle. Gaster smooth and shiny. Head longitudinally striated; alitrunk, petiole and postpetiole with a marked rugoreticulated sculpture. Body covered by long erect yellowish hairs.

Geographic distribution in Mexico: baja California, Colima, Durango, Hidalgo, **Jalisco, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Sonora and Zacatecas.* Coahuila, Puebla, San Luis Potosí and tamaulipas (Vásquez-bolaños 2007).

Distribution in RBBM: Found in *C. senilis* and *S. dumortieri* vegetation.

Observations: Quiroz-Robledo & Valenzuela- González (1993) recorded it as *T. spinosus*, synonymus of *T. spinosum*. A total of 42 workers were collected.

Ponerinae Lepeletier de Saint-Fargeau, 1835.

This Subfamily is distinguished by the external border of frontal lobes forming semicircles or short triangles; the promesonotal suture is flexible and present a well marked constriction between segments 3 and 4 of the gaster (www.antweb.org).

KEY TO PONERINAE GENERA OF THE RBBM (MODIFIED FROM MACKAY & MACKAY 1989 AND GOMEZ & ESPADALER 2007)

1. Mandibles long, with 3 apical teeth; nuchal carina (structure that separates the dorsal surface of the head from posterior one) converging in a "V" at the midline, with a dark line in the sharp medial-dorsal groove of the vertex.....*Odontomachus* Latreille
- Mandibles not as above; maxilar palps with only one segment; petiole simple lacking a ventral fenestra; in profile subpetiolar process simple, not dentated.....*Hypoponera* Santschi

Hypoponera sp.

Morphological characteristics: Alate female: mandibles long and triangular, with three small serrate teeth. Anterior margin of the clypeus concave, depressed laterally, anterior margin "M" - shaped. Frontal carinas undeveloped; lobes well-developed covering the antennal sockets. Antenna with 12 segments; funicule segments increasing in size from the base to the apex; scape wide, surpassing the occipital border of the head, antennal club indistinct. Eyes large, located at the middle part of the head, close to the posterior border of the clypeus; three ocelli between the occipital borders of the head. Pronotum curved without promesonotal groove but with a marked suture. Mesonotum curved. Anterior border of the propodeum following the outline of mesonotum in lateral view. Petiole wide and prominent. Gaster with a constriction between the third and fourth abdominal segments (gastral's first and second). Body covered by small, appressed yellowish hairs.

Distribution in RBBM: The specimen was collected directly in riparian vegetation.

Observations: Only one winged female was collected.

Odontomachus Latreille, 1804

The genus is recognized by its elongated head, which is wide at the eyes level; long mandibles with three (rarely two) apical teeth. Nuchal carina V-shaped; mesosoma usually depressed dorsoventrally; petiole apex elongated and sharp as a spine.

Odontomachus clarus Roger, 1861

Morphological characteristics: Long mandibles with three apical teeth. Clypeus undeveloped in the form of a rhombus. Frontal carina well-developed, directed to the anterior part of the head, covering the antennal sockets. Antenna with 12 segments; scape long, slender, surpassing just the posterior margin of the head. Eyes close to the lateral borders of the head; located at the anterior middle part in frontal view. Pronotum convex in lateral view, promesonotal groove and suture present, longitudinally striated. Mesonotum slightly convex in lateral view; metanotal groove and suture well-differentiated, transversally striated. Propodeum slightly convex, transversally striated. Node of petiole prominent, high, apex acuminate. Gaster smooth and shiny.

Geographic distribution in Mexico: Colima, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Morelos and Nuevo León.*

Distribution in RBBM: Found in xerophytic shrub with *C. senilis*.

Observations: Three workers and 2 wingless females collected.

Pseudomyrmecinae Smith, M. R., 1952

Slender ants, arboreal, very agile; mandibles short; clypeus not extended between frontal carinas; scape short, less than 1/2 the length of the head; pronotum not fused to mesonotum; posterior tibia with two apical spines; both postpetiole and sting well-developed (Ward 1990).

Pseudomyrmex Lund, 1831

Workers with 11-segmented antenna; metabasitarsal sulcus absent. Many species of this genus have mutualistic associations with plants, particularly those of the *Acacia* genus (Ward 2003).

KEY TO *PSEUDOMYRMEX* SPECIES OF THE RBBM (TAKEN FROM [HTTP://ENTOMOLOGY.UCDAVIS.EDU/FACULTY/WARD/PSNEA.HTML](http://entomology.ucdavis.edu/faculty/ward/psnea.html)).

1. Erect hairs conspicuous on most part of the body, including mesonotum and propodeum; large ant, bicolored (orange and black); petiole with long anterior peduncle *P. gracilis* (Fabricius)

- Pilosity erect and sparse, lacking on mesonotum and propodeum; small ant; medial portion of anterior clypeal margin usually straight
.....*P. pallidus* (Smith)

Pseudomyrmex gracilis (Fabricius, 1804).

Morphological characteristics: Triangular mandibles. Clypeus differentiated; anterior margin with a deep notch at the middle of it in frontal view; anterior margin inserted between the frontal carinas, rounded at the apex. Frontal carinas undeveloped; frontal lobes covering the antennal sockets completely. Antenna with 12 segments; scape short, not exceeding the half of the length of the head. Eyes large, longer than half of the head length, situated in the middle part of the head and surpassing the lateral borders of it; three ocelli between the eyes. Pronotum slightly convex in lateral view, in upper view, lateral borders perpendicular to the upper part forming straight angles; promesonotal suture present, without promesonotal groove. Mesonotum differentiated, promesonotal and metanotal sutures fused in a "V" shape. Pronotum curved down. Petiole and postpetiole with tergum and sternum differentiated; petiole with long peduncle. Gaster smooth and shiny, covered by short appressed hairs. Body yellow and black colored.

Geographic distribution in Mexico: Jalisco (Vasquez-Bolanos 2009), Hidalgo.**

Distribution in RBBM: Found in vegetation with *S. dumortieri*, *C. senilis* and riparian vegetation.

Observations: Six workers were collected by pit-fall traps and directly on *Acacia* sp.

Pseudomyrmex pallidus (Smith, 1855)

Morphological characteristics: Mandibles curved at the edges. Clypeus narrow with external margins located at the same level of the frontal lobes in frontal view, inserted deep between the frontal lobes, with a medial carina. Frontal carinas undeveloped, narrow; frontal lobes undeveloped, leaving the antennal sockets exposed. Antenna with 12 segments, antennal club undifferentiated; funiculus segments getting longer towards the apex; scape short, not surpassing the first half of the head length. Eyes large, covering more than half of the head length; three ocelli between the eyes. Pronotum slightly convex;

promesonotal suture present but with no promesonotal groove. Mesonotum differentiated, promesonotal and metanotal sutures fused in a "V" shape. Pronotum rounded at the apex. Petiole and postpetiole with tergum and sternum differentiated; petiole with flattened lateral borders in upper view, node not pedunculated. Gaster smooth and shiny. Body yellow and shiny.

Geographic distribution in Mexico: Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guerrero, Hidalgo, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz (Ward 1985).

Distribution in RBBM: Found in *C. senilis* and *Myrtillocactus* vegetation.

Observations: Five workers collected in pit-fall traps and directly on *Agave*.

DISCUSSION

According to the feeding guilds proposed by Brown (2000), we found 18 species (53 %) to be generalized forager ants. These results are similar to those obtained by Ríos-Casanova *et al.* (2004) in Tehuacán, Puebla, Mexico. Nevertheless, in that study the granivorous guild constituted an important group of the community, while in our study predators are better represented than granivorous ants. The similarity between the ant community composition in Tehuacán and Los Horcones, Sonora (Bestelmeyer & Schooley 1999), according to Ríos-Casanova *et al.* (2004) can be explained by the influence of a tropical climate in both sites. Thus, the differences in vegetal communities between RBBM and Tehuacán can also explain the differences in ant communities. For example, almost 100% of ants found in Tehuacán have both Neotropical and Nearctic affinity. Only one species has been recorded for the Nearctic region, while in the RBBM four species have been found to be exclusively from the Nearctic region (*Neivamyrmex leonardi*, *Paratrechina arenivaga*, *Temnothorax schmittii* and *Temnothorax terrigena*) indicating that the RBBM could be less influenced by a tropical climate than Tehuacán. Additionally, the presence of these exclusive Nearctic species can reflect the past connection between the Queretaroan-Hidalgoan desert and the Chihuahuan.

ACKNOWLEDGMENTS

We recognize the invaluable help of Luis N. Quiroz Robledo (IEXA) and Miguel Vásquez Bolaños (CZUG) for the access to their entomological collections. Miguel Vásquez and José G. Palacios-Vargas (FC-UNAM) kindly reviewed the manuscript and gave us valuable suggestions. FVH acknowledges Posgrado en Ciencias Biológicas Program (UNAM) for the grant and support during his PhD studies.

REFERENCES

- Agosti, D. & L.E. Alonso. 2000. The ALL Protocol, a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. *In*: Agosti, D., J.D. Majer, L.E. Alonso & T.R. Shultz (eds.): Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Smithsonian Institution, Washington, D.C., USA: 204-206.
- Andersen, A.N. 2007. Ant diversity in arid Australia: a systematic overview. in: 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: 19-51.
- Anderson, C.J. & J.A. MacMahon. 2001. Granivores, exclosures and seed banks: harvester ants and rodents in sagebrush-steppe. *Journal of Arid Environments* 49: 343-355.
- Avgar, T., I. Gilaldi & R. Nathan. 2008. Linking traits of foraging animals to spatial patterns of plants: social and solitary ants generate opposing patterns of surviving seeds. *Ecology Letters* 11: 224-234.
- Bestelmeyer, B.T. & R.L. Schooley. 1999. The ants of the southern Sonoran desert: community structure and the role of trees. *Biodiversity and Conservation* 8: 643-657.
- Bolton, B. 1994. Identification guide to the ant genera of the World. Harvard University Press. Cambridge.
- Boyd, R. S. 2001. Ecological benefits of myrmecochory for the endangered chaparral shrub *Fremontodendron decumbens* (Sterculiaceae). *American Journal of Botany* 88: 2342-41.
- Briones, O.L. 1994. Origen de los desiertos mexicanos. *Ciencia* 45: 263-279.
- Brown, W.L. 1962. The neotropical species of the ant genus *Strumigenys* Fr. Smith: synopsis and keys to species. *Psyche* 69: 238-267. Brown, W.L. 2000. Diversity of ants. in: Agosti, D., J.D. Majer, L.E. Alonso & T.R. Schultz (eds.): Ants. Standard Methods for measuring and monitoring bio diversity. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., USA: 45-79. Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO, Instituto de Biología-UNAM, Agrupación Sierra Madre S. C., México.

- Christianini, A.V., A.J. Mayhé-Nunes & P.S. Oliveira. 2007. The role of ants in the removal of non-myrmecochorous diaspores and seed germination in a Neotropical savanna. *Journal of Tropical Ecology* 23: 343-351. CONANP-SEMARNAT. 2003. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Instituto Nacional de Ecología, México, D. F. Creighton, W.S. 1950. The ants of North America. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology of Harvard College* 104: 1-585. Cuezco, F. 2000. Revisión del género *Forelius* (Hymenoptera: Formicidae: Dolichoderinae). *Sociobiology* 35: 197-277. Cuezco, F. 2003. Subfamilia Dolichoderinae. In: Fernández, F. (ed.): *Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia: 291-298. de Alba, E. & M.E. Reyes. 1998. Contexto físico. In: *La diversidad biológica de México: Estudio del País*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Mexico City, Mexico: 4-22. Ettershank, G. 1966. A generic revision of the world Myrmicinae related to *Solenopsis* and *Pheidologeton* (Hymenoptera: Formicidae). *Australian Journal of Zoology* 14: 73-171.
- Fernández, F. 2000. Notas taxonómicas sobre la "hormiga loca" (Hymenoptera: Formicidae: *Paratrechina fulva*) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 26: 145-149. Fernández, F. 2003. Subfamilia Myrmicinae. In: Fernández, F. (ed.): *Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia: 307-330. Folgarait, P.J. & O.E. Sala. 2002. Granivory rates by rodents, insects, and birds at different microsites in the Patagonian steppe. *Ecography* 25: 417-427. Gómez, K. & X. Espadaler. 2007. Hormigas ibéricas. <http://www.hormigas.org/xGeneros/Hypoconera.htm>.
- Gotwald Jr., W.H. 1995. *The army ants: The biology of social predation*. Cornell University Press, Ithaca, USA.
- Guerrero, R.J. & F. Fernández. 2008. A new species of the ant genus *Forelius* (Formicidae: Dolichoderinae) from the dry forest of Colombia. *Zootaxa* 1958: 51-60.
- Holldobler, B. & E.O. Wilson. 1990. *The ants*. Harvard University Press, Cambridge, USA.
- Ibáñez, J. & P.J. Soriano. 2004. Hormigas aves y roedores como depredadores de semillas en un ecosistema semiárido andino de Venezuela. *Ecotropicos* 17: 38-51.
- Jaffé, K. 2004. *El mundo de las hormigas*. Equinoccio, Caracas, Venezuela.
- Lobo D., D. Gabriels, F.V. Ovalles, F. Santibáñez, M.C. Moyano, R. Aguilera, R. Pizarro, C. Sangüesa & N. Urra. 2005. Guía metodológica para la elaboración del mapa de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas de América Latina y el Caribe. UNESCO-CAZALAC. Documentos Técnicos del PHI-LAC 3: 13-21.
- Longino, J.T. & P.E. Hanson. 1995. The ants (Formicidae). In: Hanson, P.E & I.D. Gauld (eds.): *The Hymenoptera of Costa Rica*. Oxford University Press, Oxford: 588-620.

- MacKay, W.P. 1991. The role of ants and termites in desert communities. In: Polis, G.A. (ed.): *The Ecology of Desert Communities*. The University of Arizona Press, Tucson: 113-150.
- Mackay, W.P. 1995. New distributional records for the ant genus *Cardiocondyla* in the New World (Hymenoptera: Formicidae). *Pan-Pacific Entomologist* 71: 169-172.
- Mackay, W.P. 2000. A review of the New World ants of the subgenus *Myrafant* (Genus *Leptothorax*) (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 36: 265-444.
- Mackay, W.P. & E.E. Mackay. 1989. Clave de los géneros de hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae). *Memoria del II Simposio Nacional de Insectos Sociales*. Sociedad Mexicana de Entomología, Oaxtepec, Morelos: 1-82.
- Moreno González, I. 2001. Systematics of the thief ants of North America (Hymenoptera: Formicidae: *Solenopsis*). Dissertation. ETD Collection for University of Texas, El Paso. Paper AAIEP05540. <http://digitalcommons.utep.edu/dissertations/AAIEP05540>.
- Palacio, E.E. 2003. Subfamilia Ecitoninae. In: Fernández, F. (ed.): *Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia: 281-285.
- Quiroz-Robledo, L.N. & J.E. Valenzuela-González. 1993. Contribución al conocimiento de la mirmecofauna del estado de Hidalgo, México (Hymenoptera: Formicidae). In: Villavicencio, M.Y. (ed.): *Investigaciones recientes sobre la flora y fauna de Hidalgo, México*. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma de Hidalgo, México: 339-393.
- Radchenko, A. 2004. A review of the ant genera *Leptothorax* Mayr and *Temnothorax* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) of the eastern paleartic. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 50: 109-137.
- Ríos-Casanova, L., A. Valiente & V. Rico. 2004. Las hormigas del Valle de Tehuacan (Hymenoptera: Formicidae): una comparación con otras zonas áridas de México. *Acta Zoológica Mexicana* 20: 37-54.
- Ríos-Casanova, L., A. Valiente-Banuet & V. Rico-Gray. 2006. Ant diversity and its relationship with vegetation and soil factors in an alluvial fan of the Tehuacán Valley, Mexico. *Acta Oecologica* 29: 316-323.
- Rocha, M.G. 2006. Ecología evolutiva comparada en cinco especies de *Agave*. Doctoral Thesis Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rojas, P. 1991. Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la reserva de la biosfera de Mapimí, Durango. Master Thesis Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rojas, P. 2001. Las hormigas del suelo en México: diversidad, distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), Número especial 1: 189-238.
- Rojas, P. & A. Cartas. 1997. Ecitoninae (Hymenoptera: Formicidae). In: González, E., R. Dirzo & R. Vogt (eds.): *Historia Natural de Los Tuxtlas*. UNAM-CONABIO, México: 349-353.

- Rojas, P. & C. Fragoso. 1994. The ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) of the Mapimi Biosphere Reserve, Durango, Mexico. *Sociobiology* 24: 47-75
- Sánchez-Mejorada, H. 1978. Manual de campo de las cactáceas y suculentas de la barranca del Metztitlán. Sociedad Mexicana de Cactología, México.
- Snelling, R. 2006. Taxonomy of the *Camponotus festinus* complex in the United States of America (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecologische Nachrichten* 8: 83-97.
- Vásquez, R.A., R.O. bustamante & J.A. Simonetti. 1995. Granivory in the Chilean matorral: extending the information on arid zones of South America. *Ecography* 18: 403-409.
- Vásquez-bolaños, M. 2003a. *Atta mexicana* (F. Smith, 1858). *Dugesiana* 10: 37-38.
- Vásquez-bolaños, M. 2003b. Primer registro de *Apterostigma mexicanum* Latke, 1997 (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) para los estados de Querétaro y San Luis Potosí, México. *Dugesiana* 10: 47-48.
- Vásquez-bolaños, M. 2007. Una especie nueva del género *Tetramorium* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) de Mascota, Jalisco, México. *Dugesiana* 14: 93-97.
- Vásquez-bolaños, M. 2009. Variación espacial y temporal de la comunidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del suelo en cinco tipos de vegetación de Jalisco, México. Doctoral Thesis (Ecology). Centro Universitario de Ciencias biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.
- Vásquez-bolaños, M. & W.P. MacKay. 2004. Una nueva especie de la hormiga cosechadora del género *Pogonomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) de México. *Sociobiology* 44: 283-287.
- Ward, P.S. 1985. The Nearctic species of the genus *Pseudomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). *Quaestiones Entomologicae* 21: 209-246.
- Ward, P.S. 1990. The ant subfamily Pseudomyrmecinae (Hymenoptera: Formicidae): generic revision and relationship to other formicids. *Systematic Entomology* 15: 449-489.
- Ward, P.S. 2003. Subfamilia Pseudomyrmecinae. In: Fernández, F. (ed.): Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical. Instituto de Investigaciones de Recursos biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia: 331-336.
- Watkins, J.F. 1982. The army ants of Mexico (Hymenoptera: Formicidae: Ecitoninae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 55: 197-247.
- Wilson, E.O. 2003. *Pheidole* in the New World: a dominant, hyperdiverse ant genus. Harvard University Press, Cambridge, MA.



Capítulo 3

Variación temporal de las comunidades de hormigas en matorral xerófilo con dominancia de *Cephalocereus senilis* y *Stenocereus dumortieri* de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México.

3.1 Introducción.

En los ecosistemas de zonas áridas, los flujos de energía e interacciones bióticas se ven afectados por la gran heterogeneidad ambiental de dichos ecosistemas (Noy-Meier, 1973; Aguiar y Sala, 1999). La heterogeneidad de estos ecosistemas genera una respuesta diferencial en la productividad primaria neta (PPN), siendo mayor en sitios donde la vegetación es más abundante (Chen y Stark 2000). Las comunidades de hormigas, en este sentido, dependen de los recursos disponibles, de las consecuentes interacciones con otros organismos (Bucher, 1987) y de los factores abióticos y/o ambientales en dichos ecosistemas (Sanders y Gordon, 2004).

Con respecto al efecto de los factores ambientales, existen diversos trabajos sobre hormigas que evalúan los diferentes atributos de las comunidades en función de estos factores, como la precipitación y la temperatura, analizando diferentes hipótesis. Kaspari *et al.* (2000a), demostraron una relación positiva entre la abundancia de hormigas y la precipitación a diferentes escalas geográficas en términos de la productividad primaria neta (PPN). Otros trabajos han encontrado variaciones en términos de abundancia (Kaspari *et al.*, 2001; Kaspari y O'Donnell, 2003), forrajeo (Whitford y Jackson, 2007), mortalidad a nivel de colonias (Sanders y Gordon, 2004) y sincronización en su apareamiento (Kaspari y Valone, 2002), también relacionados con los eventos de precipitación.

Sin embargo, en zonas áridas de México no hay muchos trabajos que evalúen la variación temporal de las comunidades de hormigas en función de variables abióticas. Algunos trabajos previos son los de Whitford (1978), Davidson (1977) y Sanders *et al.* (2003), quienes encuentran una relación positiva entre la precipitación, diversidad, riqueza y abundancia de especies sobre comunidades de hormigas de zonas áridas de los Estados Unidos de América. Otros trabajos se han enfocado generalmente en estudios sobre los rangos de tolerancia a determinados factores ambientales como la temperatura (Cerdá, 2001; Holway *et al.*, 2002).

El objetivo es evaluar el efecto de la estacionalidad (considerando la precipitación media mensual y la temperatura media mensual) sobre la estructura de las comunidades de hormigas (riqueza de especies, diversidad, composición, biomasa) a una escala local en un mismo tipo de vegetación (matorral xerófilo), pero en dos sitios diferentes, uno con dominancia de *Stenocereus dumortieri* (A. Berger) Riccob. (Cactaceae) y otro con *Cephalocereus senilis* (Haw.) Pfeiff. (Cactaceae).

En este trabajo se propone que la heterogeneidad ambiental presenta diferencias estructurales en la composición vegetal que generarán diferencias espacio-temporales en la estructura de las comunidades de hormigas a una escala local, considerando esta última a un mismo tipo de vegetación con dominancia de dos especies de cactáceas columnares.

3.2 Materiales y métodos.

3.2.1 Zona de estudio.

La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán se encuentra en la parte centro-este del estado de Hidalgo, México. Es una zona protegida de gran importancia porque es considerada como refugio plesitocénico de la biota desértica mexicana, ya que presenta afinidades que muestran la intensa relación que existió en el pasado con el desierto sonorense y chihuahuense. El área representa en la actualidad un corredor biológico entre las regiones neártica y neotropical, donde confluye la vegetación de ambas regiones, además de que en la RBBM se presenta un alto grado de endemismo de especies de plantas (Challenger, 1998) y hay gran variedad de microambientes para ser explotados por los organismos.

Se eligieron dos sitios de colecta de un mismo tipo de vegetación en la RBBM. El primer sitio ($20^{\circ} 27.99' N$, $98^{\circ} 40' W$; 1, 344 m snm), presenta dominancia del cactus columnar candelabroforme *Stenocereus dumortieri* (Fig. 1), mientras que el segundo ($20^{\circ} 29' N$, $98^{\circ} 41.48' W$; 1, 317 m snm) está dominado por *Cephalocereus senilis* (Fig. 2). La distancia entre ambos sitios es de 5 km aproximadamente.



Fig. 1. Matorral xerófilo con presencia de *S. dumortieri*.

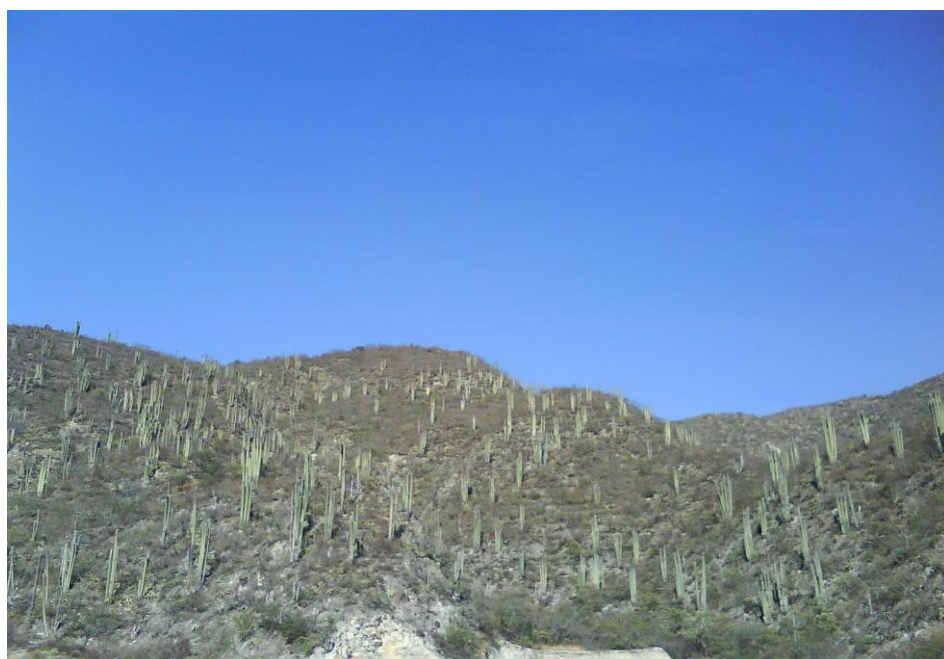


Fig.2.Matorral xerófilo con dominancia de *C. senilis*.

3.2.2 Diseño de muestreo.

Con el objetivo de conocer las variaciones en los atributos de las comunidades de hormigas se realizaron colectas bimestrales entre marzo de 2008 y enero de 2009. Para ello, en cada uno de los sitios se colocaron 20 trampas pitfall en transectos lineales, separadas aproximadamente 10 m entre sí (Agosti y Alonso, 2000). Todas las trampas permanecieron en los mismos sitios durante el año de colecta, siendo activadas durante siete días en cada ocasión de colecta.

Las trampas consistieron en recipientes de plástico de 13 cm de diámetro y 6.5 cm de profundidad. Una vez instaladas las trampas a ras de suelo, se les vertió una mezcla de 50-50 de alcohol al 70% y anticongelante para autos para retrasar la evaporación. Siete días después (excepto en la última colecta, que fue de 4 días) se recuperó el contenido y el material fue procesado en el laboratorio, lo cual consistió en lo siguiente.

Todas las hormigas de cada colecta se separaron de en viales con alcohol al 70% a nivel de género usando las claves de Mackay y Mackay (1989), mientras que para nivel de especies se utilizaron las claves correspondientes. Para la identificación a nivel de especies, se montaron según los estándares internacionales (Lattke, 2003).

Para determinar las relaciones de los atributos de las comunidades de hormigas antes mencionados, con la precipitación y la temperatura, los datos de estos factores se obtuvieron de la base de datos de la Comisión Nacional del Agua, Subdirección Técnica, Unidad del Servicio Meteorológico Nacional, Proyecto de Bases de Datos Climatológicos (Comunicación personal).

3.2.3 Análisis estadísticos.

Para conocer la diversidad de la mirmecofauna entre cada uno de los sitios muestreados, se usó el índice de diversidad de Shannon-Wiener y equitatividad de Pielou mediante el programa Biodiversity Pro 2.0 (McAleece, 1997). Para estimar la riqueza se usó el método de Jackknife de primer orden mediante el programa Biodiversity Pro 2.0 (McAleece, 1997). La determinación del efecto de la vegetación y el mes de colecta sobre la abundancia de hormigas, se realizó mediante un análisis de varianza de medidas repetidas utilizando el programa Statistica 6.0 (Statsoft, 1995). Para saber si existe una relación lineal entre la precipitación y la temperatura y la abundancia de las hormigas en términos del número de individuos, se realizó un análisis de regresión utilizando el programa Xlstat-Pro 2011 (Addinsoft, 2011).

Se evaluaron las diferencias entre la abundancia, riqueza, H-max y equitatividad de Pielou mediante una prueba de t student, utilizando el programa Xlstat-Pro (Addinsoft, 2011). Se realizó una prueba de t (Magurran, 2004) para estimar las diferencias entre los índices de diversidad de Shannon-Wiener entre los dos sitios de colecta. Para el cálculo de la biomasa de las hormigas, se consideraron sólo las dos especies más abundantes (*Solenopsis geminata* y *Forelius* sp.), de las que se tomó una muestra de cada uno de los sitios de colecta, excepto la última. Primeramente, las muestras de hormigas en viales de vidrio se secaron en un horno a una temperatura constante de 60° C durante 48 horas (Kaspari y Weiser, 1999a). Posteriormente, las hormigas se pesaron en una balanza analítica Sartori y finalmente se calculó la biomasa en función de la cantidad de hormigas en cada sitio

Posteriormente se aplicó una prueba de *U* Mann-Whitney a los resultados de la biomasa para comprobar diferencias significativas entre los sitios. También se realizó una regresión para determinar si la variación en la biomasa de *Forelius* sp. se explica a través del efecto de la precipitación. No se utilizó a *S. geminata* porque ésta no apareció en la última colecta.

3.3 Resultados.

3.3.1 Riqueza de especies.

En total se encontraron 28 especies pertenecientes a 18 géneros y 6 subfamilias. El sitio con *C. senilis* presentó una mayor riqueza de especies (25) que el sitio con *S. dumortieri* (18) (Tabla 1). El número de especies estimado para el sitio con *S. dumortieri* de acuerdo con el estimador de Jackknife fue de 22 especies, es decir, se encontró el 81.81% de las especies. Por otro lado, la riqueza de especies estimada para el sitio con *C. senilis* fue de 32 especies, o sea, se encontró el 78.12 % de las especies estimadas.

Tabla. 1. Subfamilias y especies de hormigas encontradas en dos sitios de colecta en la RBBM

Subfamilia	Especie	<i>S. dumortieri</i>	<i>C. senilis</i>
Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex insanus</i>	X	X
Dolichoderinae	<i>Forelius</i> sp.	X	X
Ecitoninae	<i>Neivamyrmex leonardi</i>	X	
Ecitoninae	<i>N. opacithorax</i>		X
Ecitoninae	<i>N. texanus</i>		X
Formicinae	<i>Brachymyrmex musculus</i>	X	X
Formicinae	<i>Camponotus atriceps</i>	X	X
Formicinae	<i>C. planatus</i>	X	X
Formicinae	<i>C. pudorosus</i>	X	X
Formicinae	<i>Paratrechina arenivaga</i>		X
Myrmicinae	<i>Atta mexicana</i>	X	X
Myrmicinae	<i>Cardiocondyla emeryi</i>	X	
Myrmicinae	<i>Cardiocondyla</i> sp.		X
Myrmicinae	<i>Crematogaster opaca</i>	X	X
Myrmicinae	<i>Crematogaster</i> sp.		
Myrmicinae	<i>Monomorium minimum</i>	X	X
Myrmicinae	<i>Pheidole callens</i>		X

Myrmicinae	<i>Ph. obtusospinosa</i>		X
Myrmicinae	<i>Pogonomyrmex barbatus</i>		X
Myrmicinae	<i>Solenopsis geminata</i>	X	X
Myrmicinae	<i>Solenopsis</i> sp.	X	X
Myrmicinae	<i>Strumigenys</i> sp.	X	
Myrmicinae	<i>Temnothorax schmittii</i>	X	X
Myrmicinae	<i>T. terrigena</i>	X	X
Myrmicinae	<i>Tetramorium spinosum</i>	X	X
Ponerinae	<i>Odontomachus clarus</i>		X
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex gracillis</i>	X	X
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex pallidus</i>		X

Simbología: X = presencia de la especie en el sitio de colecta

3.3.2 Diversidad.

Los índices totales de diversidad de Shannon (H') fueron 0.498 y 0.65 para *S.dumortieri* y *C.senilis*, respectivamente. La tabla 2 muestra los valores de los índices de diversidad de Shannon (H') equitatividad de Pielou (J') y H' max para cada colecta por vegetación.

Tabla 2. Valores de abundancia (número de individuos), riqueza de especies, índice de Shannon-Weiner, equitatividad de Pielou (J') y H' max para cada colecta por vegetación.

	Número de individuos	Riqueza de especies	Índice de Shannon	Shannon Hmax Log Base 10.	Shannon J'
S. dumortieri/No. colecta					
1	292	10	1.024	1	0.388
2	1311	10	0.054	1	0.582
3	403	9	1.074	0.954	0.397
4	681	11	1.444	1.041	0.292
5	498	11	.749	1.041	0.425
6	86	6	1.679	0.778	0.420
Media (d.e)	545.16 (424.80)	9.5 (1.8)	1.004 (0.23)	0.969 (0.9)	0.417 (0.09)

C. senilis/No.colecta

1	903	15	1.766	1.176	0.384
2	400	18	0.766	1.255	0.5
3	169	12	0.044	1.079	0.732
4	240	10	1.616	1	0.458
5	575	13	2.261	1.114	0.277
6	40	5	1.236	0.699	0.763
Media (d. e)	387.83 (313.46)	12.16 (4.4)	1.281 (0.32)	1.054 (0.19)	0.519 (0.19)
Prueba de $t_{4,0.025}$	n.s	n. s	n. s	n. s	n.s

3.3.3 Efecto de la vegetación y estación sobre la abundancia.

No se encontró un efecto significativo del tipo de vegetación sobre la abundancia total de hormigas ($F_{1,38} = 0.0085$, $p > 0.05$), ni del mes de colecta ($F_{5,190} = 1.27$, $p > 0.05$), ni de la interacción entre ambas variables ($F_{5,190} = 1.063$, $p > 0.05$).

3.3.4 Efecto de la precipitación sobre la abundancia de hormigas.

La abundancia de las hormigas entre ambos sitios de colecta siguió un patrón diferente para cada uno de ellos. La abundancia de hormigas en *C. senilis* alcanzó su máximo pico en los primeros meses del año (febrero-marzo), meses en los que la precipitación total mensual fue cero. Sin embargo, a partir de marzo, la abundancia comenzó a decrecer y se mantuvo relativamente baja en

los meses intermedios del año (mayo-septiembre), meses durante los cuales llovió en ese año. Finalmente, la abundancia volvió a aumentar después del período de lluvias, alcanzando un nuevo pico en noviembre, antes de volver a decrecer hasta sus niveles más bajos en diciembre- enero (Fig. 3).

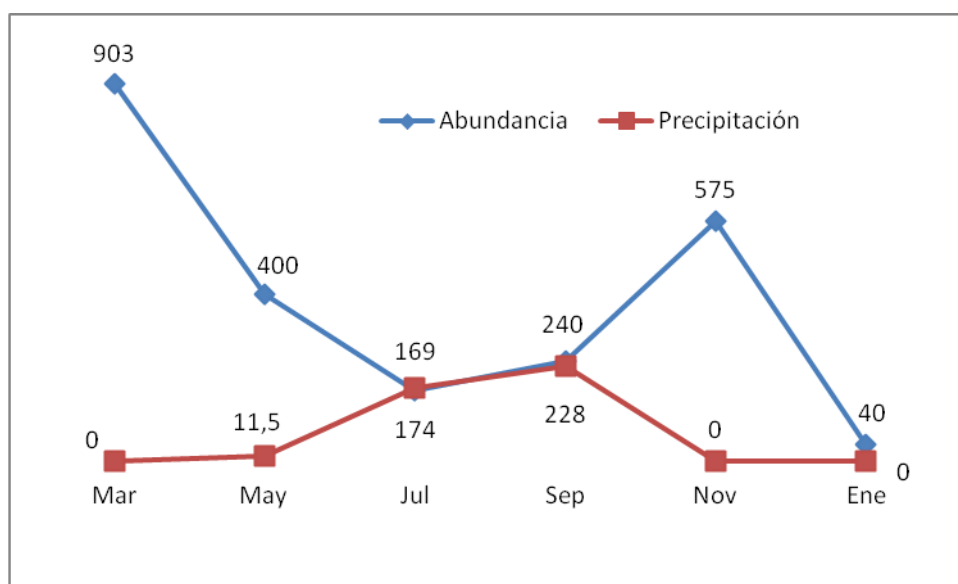


Fig. 3. Valores de la abundancia (número de individuos) de las hormigas en matorral xerófilo con presencia de *C. senilis* y precipitación media mensual (mm) dentro de la RBBM.

El análisis de regresión lineal simple entre la precipitación y la abundancia en *C. senilis* no resultó significativo ($R^2 = 0.194$; $p > 0.05$).

La abundancia de hormigas en *S. dumortieri* fue menor en los primeros meses en comparación con *C. senilis*, pero ésta aumentó rápidamente en el mes de mayo, alcanzando ahí su máxima abundancia, posteriormente en los meses intermedios del año (junio-septiembre), su abundancia se mantuvo relativamente baja, coincidiendo con la precipitación máxima en ese año. Posteriormente, la abundancia de hormigas comenzó a decrecer hasta los niveles más bajos en los últimos meses del año, donde la precipitación fue nula (Fig. 4).

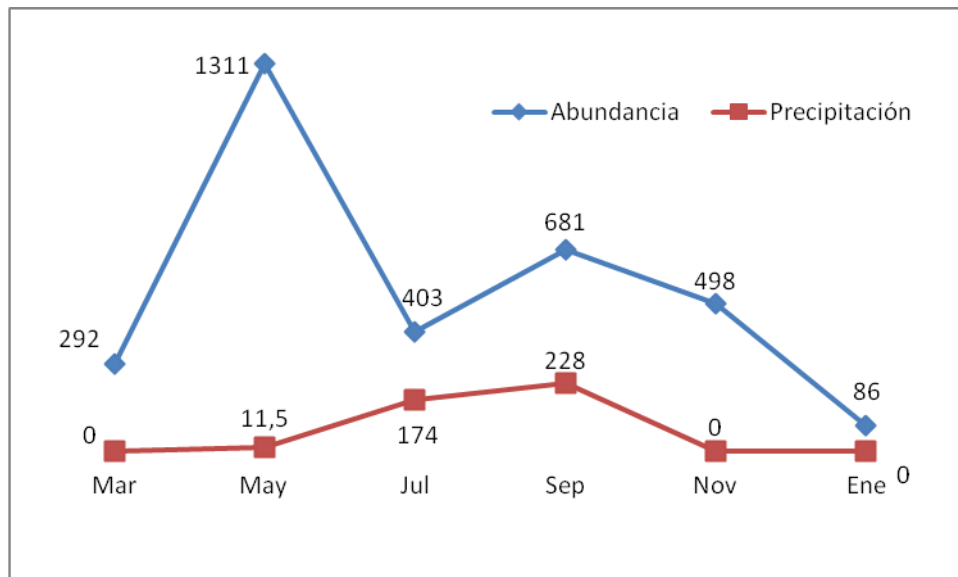


Fig. 4. Valores de la abundancia (número de individuos) de las hormigas en matorral xerófilo con presencia de *S. dumortieri* y precipitación media mensual (mm) dentro de la RBBM.

El análisis de regresión lineal simple ($R^2 = 0.004$; $p > 0.05$) entre la precipitación y la abundancia de hormigas en *S. dumortieri* no fue significativo.

3.3.5 Efecto de la temperatura sobre la abundancia de hormigas.

La Fig. 5 muestra los patrones de distribución de la abundancia de hormigas encontrados en *C. senilis* y de la temperatura media mensual ($^{\circ}\text{C}$) en la RBBM. La temperatura media mensual osciló entre los 19 y los 22.8 $^{\circ}\text{C}$. La primera colecta en marzo coincidió con la mayor abundancia de hormigas y una temperatura de 21.43 $^{\circ}\text{C}$, posteriormente la temperatura y la abundancia disminuyeron alcanzando esta última uno de sus puntos más bajos en julio. En el transcurso del año la temperatura siguió descendiendo mientras que la abundancia incrementó nuevamente hasta alcanzar un segundo pico en noviembre donde coincidió con el punto más bajo de la temperatura. Finalmente, la abundancia decreció hasta alcanzar su número más bajo mientras que la temperatura volvió a incrementar.

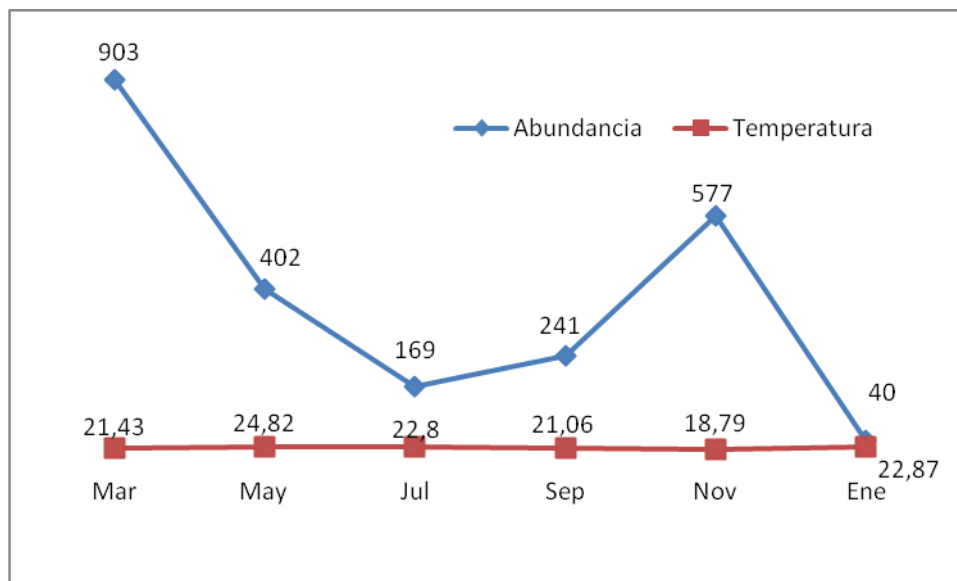


Fig. 5. Valores de la abundancia (número de individuos) de las hormigas en matorral xerófilo con presencia de *C. senilis* y temperatura promedio mensual (°C) dentro de la RBBM.

No existió una relación significativa entre la temperatura media mensual y la abundancia de hormigas encontradas en matorral xerófilo con *C. senilis* ($R^2 = 0.14$; $p > 0.05$).

La Fig. 6 muestra los patrones de distribución de la abundancia de hormigas encontrados en *S. dumortieri* y de la temperatura media mensual (°C) en la RBBM. La abundancia de hormigas durante la primera colecta (marzo) fue relativamente baja a los 21.43 °C, después, el patrón de abundancia presentó su pico más alto el cual coincidió con la temperatura más alta del año. Posteriormente, la temperatura descendió constantemente desde mayo hasta noviembre, no obstante, la abundancia bajó drásticamente en julio, incrementó en septiembre y volvió a decrecer en noviembre. Finalmente, mientras la temperatura ascendió en enero hasta el punto más alto, la abundancia volvió a decrecer hasta su punto más bajo.

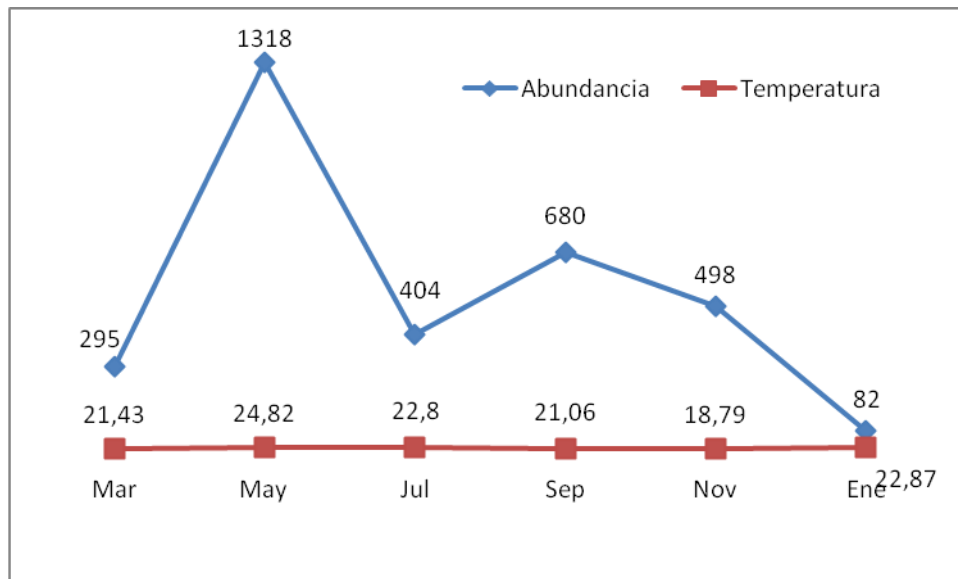


Fig. 6. Valores de la abundancia (número de individuos) de las hormigas en matorral xerófilo con presencia de *C. senilis* y temperatura media mensual (°C) dentro de la RBBM.

La abundancia de hormigas en función de la temperatura media mensual también presentó una relación positiva aunque no fue diferente estadísticamente ($R^2 = 0.17$; $p > 0.05$).

3.3.6 Efecto de la época del año sobre la biomasa de hormigas.

De acuerdo con las prueba de U de Mann-Whitney no se encontró ningún efecto significativo entre la biomasa de *Forelius* sp. $U = 15$, $p > 0.05$; ni la de *S. geminata* $U = 14$, $p > 0.05$; y las épocas de colecta entre ambos sitios. Tampoco existió una relación significativa entre la biomasa y la precipitación anual entre ambos sitios de colecta ($R^2 = 0.461$; $p > 0.05$) para la biomasa de *Forelius* sp. en *S. dumortieri* y ($R^2 = 0.012$; $p > 0.05$) para *Forelius* sp. en *C. senilis*.

3.4 Discusión.

La similitud en los atributos de la estructura de las comunidades (riqueza, diversidad, abundancia, biomasa) de hormigas encontrada en *C. senilis* y *S.*

dumortieri, se puede deber a que ambos sitios pertenecen al mismo tipo de vegetación y las diferencias en la heterogeneidad entre ambos lugares no son significativas para mantener patrones diferentes en dichos atributos en las hormigas. Bestelmeyer y Schooley (1999) encontraron diferencias en cuanto a la composición y abundancia de hormigas de Los Horcones, una zona árida de Sonora. Dichos autores atribuyeron esas diferencias a la heterogeneidad del hábitat. Ríos-Casanova *et al.* (2006), concluyen que la dominancia (en términos de abundancia) de *Pogonomyrmex barbatus* en el Valle de Tehuacán se debe a la estructura vegetal, entre otros factores. Si en una determinada zona existen diferencias microambientales que permiten las diferencias en la composición y riqueza de especies como lo mencionan Bestelmeyer y Schooley (1999) y Ríos-Casanova *et al.* (2006), entonces la ausencia de diferencias en la riqueza de especies entre ambos sitios estudiados se puede deber a que las hormigas hacen uso de los recursos de manera similar entre sitios. La presencia de especies vegetales dominantes como *C. senilis* o *S. dumortieri* se puede deber a que éstas sí responden a diferencias ambientales como el tipo de suelo o la orientación de las laderas, por ejemplo. Sin embargo, a nivel de comunidades de hormigas, al menos en la escala espacial y temporal a la que se llevó a cabo el estudio, éstas no responden de manera similar a las plantas y su distribución es más homogénea. En cuanto a la riqueza total de especies, en este trabajo se tiene un total de 28. Ríos-Casanova *et al.* (2004), comparan la riqueza de especies en tres zonas áridas de México. La relación entre ellas viene dada como sigue: 39 especies para el desierto sonorense (Los Horcones, Sonora), 35 especies para Tehuacán (Puebla) y 32 especies para el desierto chihuahuense (Mapimí, Durango), no

obstante, el área total muestreada en cada uno de ellos varía enormemente, por lo que es difícil obtener patrones concluyentes sobre la riqueza específica en zonas áridas de México.

La baja relación lineal entre la precipitación y la abundancia de las hormigas en los dos sitios de colecta se puede explicar por la presencia de especies dominantes pertenecientes a las hormigas generalistas, por ejemplo, *Solenopsis geminata*, *Dorymyrmex insanus* y *Forelius* sp. (Brown, 2000). Estas podrían utilizar diferentes recursos y mantener sus poblaciones con variaciones independientes a las comunidades vegetales como resultado de la precipitación sin afectar su presencia (Ríos-Casanova *et al.*, 2006). Cuautle *et al.* (1999), mencionan cómo inclusive *Camponotus rubrithorax* mantiene poblaciones más abundantes en épocas de secas que en épocas de lluvia en una zona semiárida del Valle de Tehuacán, Puebla. Esta especie utiliza la ambrosía que proporcionan los cóccidos durante todo el año, de manera que su fenología es independiente y no relacionada de manera lineal a la precipitación.

Respecto a la relación entre la temperatura y la abundancia, no resultó estadísticamente significativa en ambos sitios. Las hormigas son organismos ectotermos (Cokendolpher y Francke, 1984) por lo que dependen de la temperatura del medio para desempeñarse óptimamente. Mackay (1991), menciona que la temperatura del suelo es uno de los factores más importantes en la actividad de forrajeo de las hormigas de zonas áridas, de hecho, se postula que los rangos de tolerancia a las fluctuaciones de la temperatura del suelo de zonas áridas permite la coexistencia y mantenimiento de las comunidades de hormigas como resultado de la diferenciación de nichos (Hunt,

1974; Cerdá, 2001). Tomándose en consideración a las hormigas en su conjunto para determinar su patrón de variación temporal, no se encontraron patrones claros en su comportamiento. Una razón puede ser el efecto de las escalas, las que, en estudios comparativos con hormigas y plantas, se ha demostrado que los atributos de las comunidades de hormigas no difieren tanto como los de las plantas a escalas locales (Englisch *et al.*, 2005). De esta manera, se esperaría que los cambios en las comunidades de hormigas se vieran reflejados en escalas más amplias. En este sentido, el lapso de un año puede ser insuficiente para encontrar patrones a este nivel. Sanders y Gordon (2004), concluyen, por ejemplo, que la mortalidad de colonias de hormigas de *Pogonomyrmex barbatus* está relacionada con la cantidad de lluvia presentada el año anterior a sus registros, mismo que se llevó a cabo durante varios años.

3.5 Conclusiones.

A escalas locales, las comunidades de hormigas dentro de la RBBM no presentan patrones diferenciales en cuanto a su diversidad y abundancia en el tiempo que se llevó a cabo el estudio ni en el espacio. Las especies generalistas son las más abundantes. Las hormigas granívoras son más abundantes en los desiertos del norte de México, no obstante en la RBBM son mucho menos conspicuas, esto implica un cambio en las condiciones físicas y biológicas que favorecen la presencia de los gremios generalistas. Para comprender estos patrones a mayor profundidad es necesario incorporar otros estudios más allá de los ecológicos, tales como la filogenia de las hormigas presentes en la RBBM y patrones históricos y/o biogeográficos

Capítulo 4

Estructura de las comunidades de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) asociadas a matorral xerófilo con dominancia de *Bursera morelensis* y vegetación riparia de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México.

4.1 Introducción.

Las hormigas forman un grupo de insectos muy importante en los ecosistemas terrestres, en primer lugar, por su riqueza específica y la biomasa que comprenden, ya que alrededor de una tercera parte de la biomasa global de insectos corresponde a las hormigas (Hölldobler y Wilson, 1990; Wilson y Hölldobler, 2005), en segundo lugar, por el papel que juegan ecológicamente formando múltiples interacciones con otros organismos como depredadoras (Marone *et al.*, 2000; LaPolla *et al.*, 2002; Kaspari y O'Donnell, 2003; Albert *et al.*, 2005; Espigares y López-Pintor, 2005), mutualistas (Janzen, 1966; Bello y Bello, 1997; Bronstein, 1998; Oliveira *et al.*, 1999; Blüthgen *et al.*, 2001; Heil y Mckey, 2003; Edwards *et al.*, 2007) y/o competidoras (Yanoviak y Kaspari, 2000; Blüthgen y Fiedler, 2004). También son importantes por sus interacciones con el medio físico, debido a que cambian, por ejemplo, las propiedades fisico-químicas del suelo al hacer sus nidos (Dauber y Wolters, 2000) afectando con ello la filtración y/o acumulación de agua alrededor de éstos (Gorosito *et al.*, 2006) y consecuentemente la distribución de los nutrientes en los ecosistemas (Jouquet *et al.*, 2006; Leroy *et al.*, 2009).

A pesar de su importancia biológica en los ecosistemas, las propiedades básicas de las comunidades biológicas (composición, riqueza, abundancia,

densidad y diversidad de especies) de las hormigas en zonas áridas de México no han sido ampliamente estudiadas, y sobre estos temas se cuenta sólo con algunos trabajos (e. g. Rojas, 1991; Bestelmeyer y Schooley, 1999; Rojas y Fragoso, 2000; Rojas, 2001; Ríos-Casanova *et al.*, 2004).

Uno de los factores que determina la composición de las comunidades de insectos es la estructura vegetal, por ejemplo, los diferentes estratos verticales y/o composición vegetal (Summerville *et al.*, 2003; Tovar-Sánchez y Oyama, 2006; Tovar-Sánchez, 2009). En el desierto de Karoo, la riqueza y diversidad de especies de hormigas está en función de la diversidad y estructura de la vegetación, siendo más rico y diverso donde la estructura vegetal es mayor (Lindsey y Skinner, 2001). En México, en ecosistemas áridos o semiáridos poco alterados, la diversidad y densidad de las comunidades de hormigas permanecen relativamente estables en comparación con áreas alteradas (Hernández-Ruiz *et al.*, 2009). Guzmán-Mendoza *et al.* (2010), sugieren que el cambio en la composición de los grupos funcionales de hormigas en dos localidades del Valle de Zapotitlán, se pueden deber a sus respuestas a la fenología y estructura de la vegetación. Por otro lado, Rojas y Fragoso (2000) mencionan que la presencia de ciertas especies de hormigas se corresponde con determinados tipos de vegetación, por ejemplo, la presencia de *Acromyrmex versicolor* depende de la presencia de *Jatropha dioica* (Euphorbiaceae) y *Larrea tridentata* (Zygophyllaceae) de las que colectan semillas.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la estructura de las comunidades (riqueza, composición, diversidad, abundancia, biomasa y

gremios) de hormigas en dos tipos de vegetación en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM), uno de matorral xerófilo con dominancia de *Bursera morelensis* (Burseraceae) y otro de vegetación riparia. Considerando la gran heterogeneidad ambiental y biológica de las zonas áridas, en este trabajo se postula que las comunidades de hormigas a una escala local variarán en función de los diferentes tipos de vegetación. Se espera encontrar que uno o más de los atributos de las comunidades de hormigas tales como la composición, abundancia, diversidad, riqueza de especies y gremios cambie debido a las diferencias inherentes en la composición vegetal a la que están sujetas, teniendo valores más altos en los sitios con una mayor complejidad de la estructura vegetal.

4.2 Materiales y método.

4.2.1 Zona de estudio.

Se reconocen, siete tipos de vegetación dentro de la RBBM según González y Hiriart, (1978), en CONANP (2003). De los cuales se eligieron dos, y para cada uno de ellos se tomaron tres sitios para la colecta de ejemplares. La elección de los sitios se realizó en función de la accesibilidad, la mayoría de los lugares de fácil acceso están ocupados por los habitantes y los sitios más prístinos son parte de lugares con pendientes muy pronunciadas propios de la barranca y de muy difícil acceso e inapropiados para colocar trampas pitfall. Los tipos de vegetación fueron vegetación riparia y matorral xerófilo con dominancia de *Bursera morelensis* Ramírez (Burseraceae). Los sitios de colecta se encuentran localizados en las siguientes coordenadas geográficas. Sitios de matorral xerófilo con dominancia de *B. morelensis* (Burs1) 20°40'47.9" N,

98°48' 29.7" W, 1400 m snm; (Burs2) 20°33' 06.7" N, 98°44' 01.7" W, 1425 m snm; (Burs3) 20° 34' 58.5" N, 98° 48' 27" W, 1400 m snm. Sitios de vegetación riparia (Sel1) 20°35' 06.5" N, 98°48' 50.3" W, 1475 m snm; (Sel2) 20° 36' 14" N, 98° 44' 16.5" W, 1390 m snm; (Sel3) 20° 32' 35" N, 98° 42' 49.8" W, 1340 m snm.

4.2.2 Diseño de muestreo.

Se realizó una sola colecta para cada uno de los tres sitios de cada tipo de vegetación en octubre de 2009. En cada uno de los sitios se colocaron 20 trampas pitfall en transectos lineales, separadas entre sí 10 m aproximadamente (Agosti y Alonso, 2000). Las trampas consistieron en recipientes de plástico de 13 cm de diámetro y 6.5 cm de profundidad. Una vez instaladas las trampas a ras de suelo, se les vertió una mezcla de 50-50 de alcohol al 70% y anticongelante para autos. Siete días después se recuperó el contenido y el material fue procesado en el laboratorio. Se montaron según los estándares internacionales (Lattke, 2003) e identificaron a género con las claves de Mackay y Mackay (1989) y a especie con las siguientes claves. *Apterostigma* (Lattke, 1997), *Atta* (Brown, 1963), *Brachymyrmex* (Mackay <http://www.utep.edu/leb/ants/Formicinae.htm>) *Camponotus* (Snelling, 2007; Mackay <http://www.utep.edu/leb/ants/Formicinae.htm>), *Cardiocondyla* (Mackay, 1995), *Crematogaster* (Mackay, <http://www.utep.edu/leb/ants/Crematogaster.htm>), *Dorymyrmex* (Snelling, 1995), *Monomorium* (Creighton, 1950), *Neivamyrmex* (Watkins, 1982), *Pachycondyla* (Longino <http://academic.evergreen.edu/projects/ants/genera/Pachycondyla/key.html>),

Pheidole (Wilson, 2003), *Pogonomyrmex* (Olsen, 1934), *Solenopsis* (Creighton, 1950), *Temnothorax* (Creighton, 1950), *Tetramorium* (Vásquez-Bolaños, 2007).

Por otro lado, para cada sitio se realizó una colecta manual a intervalos de 5 trampas durante 12 minutos en cada parada, para un esfuerzo de colecta de una hora/hombre. Para conocer la estructura de las comunidades de hormigas en función de los tipos de vegetación, fue necesario caracterizar, primeramente, las comunidades de plantas. Para ello, en cada transecto lineal, a intervalos de 20 m, se tomaron datos referentes a la composición, abundancia y formas de vida vegetal (Gurevitch *et al.*, 2007). Se tomaron también datos de factores abióticos (temperatura, humedad relativa, concentración de CO₂, orientación de la pendiente, altitud) en cada uno de los sitios de colecta, aproximadamente a la misma hora para no sesgar los resultados de los datos cuantitativos como la temperatura y la humedad relativa.

4.2.3 Análisis estadísticos.

Considerando la composición vegetal de los sitios de muestreo, se realizó un análisis de agrupamiento para conocer las afinidades florísticas y determinar si conformaban dos grupos diferentes (selva baja y matorral xerófilo). Para ello se utilizó como método de agrupación un Bray-Curtis con distancia euclideana usando el programa Biodiversity Pro 2.0 (McAleece, 1997). Posteriormente se realizó un análisis de componentes principales para determinar los factores que explicaran las agrupaciones de la vegetación mediante el programa Xlstat-Pro 2011 (Addinsoft, 2011). La diversidad de las hormigas en cada uno de los sitios de muestreo se calculó mediante el índice de diversidad de Shannon, mientras

que para la equitatividad se utilizó el índice de Pielou, los cálculos se hicieron con el programa Xlstat-Pro (Addinsoft). Debido a que los datos no cumplen con los criterios de normalidad, se aplicó una prueba de *U*-Mann-Whitney para estimar las diferencias entre el número de individuos, riqueza de especies H' y equitatividad de Pielou J' con el programa Xlstat (Addinsoft, 2011). También se realizó una prueba de *U* Mann-Whitney para estimar las diferencias entre los índices de diversidad entre los dos tipos de vegetación. Para calcular la biomasa entre tipos de vegetación, se colocaron pares de muestras de las especies de hormigas más abundantes en términos de número de individuos (*Atta mexicana*, *Dorymyrmex insanus*, *Forelius* sp. y *Solenopsis geminata*) de ambos tipos de vegetación en viales de vidrio, las cuales se secaron en un horno a una temperatura constante de 60° C durante 48 horas (Kaspari y Weiser, 1999a, b). Posteriormente, las hormigas se pesaron en una balanza analítica Sartori y finalmente se calculó la biomasa en función de la cantidad de hormigas en cada sitio de colecta. Posteriormente se aplicó una prueba de *U* Mann-Whitney a los resultados de la biomasa para comprobar diferencias significativas entre los tipos de vegetación. Para estimar si la distancia entre sitios está relacionada con la composición de hormigas, se utilizó una prueba de Mantel (la cual calcula la correlación lineal entre dos matrices de similitud) mediante el programa Xlstat-Pro (Addinsoft, 2011).

4.3 Resultados.

4.3.1 Riqueza de especies.

El sitio con mayor riqueza de especies fue el sitio 1 de matorral xerófilo con dominancia de *B. morelensis* con 19 especies, el sitio 2 del mismo tipo de

vegetación presentó el menor número de especies con 8 y el sitio 3 presentó 17 especies. Los tres sitios de vegetación riparia fueron más homogéneos en este sentido, con un total de 15, 15 y 16 especies para los sitios 1, 2 y 3 respectivamente. En términos de los tipos de vegetación, 15 especies se comparten; tres de ellas (*Atta mexicana*, *Pheidole obtusospinosa* y *Solenopsis geminata*) se encuentran en todos los sitios de colecta. Nueve especies se encuentran en uno o dos de los sitios de matorral xerófilo con *Bursera* (pero no en todos) y ninguno en el otro tipo de vegetación, mientras que 13 especies aparecen en uno o dos sitios de vegetación riparia. Una de estas 13 especies (*Solenopsis* sp. 1) se encuentra en los tres sitios. Ver Tabla 1.

Tabla 1. Número de individuos colectados por especie y por sitio. BurS1, BurS2, BurS3 = Matorral xerófilo con *Bursera*; Rip1, Rip2, Rip3 = Vegetación riparia

Especies/Sitio colecta	BurS1	BurS2	BurS3	RipS1	RipS2	RipS3	Total
<i>Apterostigma pilosum</i>	2			3			5
<i>Atta mexicana</i>	36	225	56	3	36	11	367
<i>Brachymyrmex musculus</i>	38	9	16	16	11		90
<i>C. planatus</i>			3	1		9	13
<i>C. pudorosus</i>	1		1		2	4	8
<i>Camponotus</i> aff. <i>nearticus</i>	1						1
<i>Camponotus</i> aff. <i>rodriguezii</i>	10		2				12
<i>Camponotus atriceps</i>	4		9		8	7	28
<i>Cardiocondyla emeryi</i>	1		4		13		18
<i>Crematogaster opaca</i>	1	1					2
<i>Crematogaster</i> sp. 2						8	8
<i>Dorymyrmex insanus</i>	97	4	221	64	71		457
<i>Dorymyrmex</i> sp. 1				10			10
<i>Forelius</i> sp.	430	1918	131	267	7		2753
<i>Leptogenys mexicana</i>						2	2
<i>Leptothorax</i> aff. <i>nitens</i>				1	1		2
<i>Monomorium minimum</i>	31	13	9	10			63
<i>Neivamyrmex</i> aff. <i>agilis</i>			1	13			14
<i>Neivamyrmex</i> sp. 1				1038		1	1039
<i>Neivamyrmex nigrescens</i>					1		1
<i>Pachycondyla villosa</i>	6						6
<i>Paratrechina</i> sp. 2						1	1
<i>Pheidole calens</i>	4						4
<i>Pheidole obtusospinosa</i>	36	1	17	8	9	7	78
<i>Pheidole</i> sp. 3			79				79
<i>Pheidole</i> sp.1			3		25		28
<i>Pheidole</i> sp.2			6				6
<i>Pogonomyrmex barbatus</i>	14		55				69

<i>Pseudomyrmex brunneus</i>						1	1
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>						1	1
<i>Solenopsis geminata</i>	352	485	343	790	115	219	2304
<i>Solenopsis</i> sp. 1				4	3	2	9
<i>Solenopsis</i> sp. 2						1	1
<i>T. schmittii</i>	6			1	4	1	12
<i>Temnothorax</i> sp. 1						2	2
<i>Temnothorax terrigena</i>	1						1
<i>Tetramorium spinosum</i>						73	73
Total							7568

4.3.2 Abundancia.

Las especies más abundantes fueron *Forelius* sp. con 36.37 % del total, *Solenopsis geminata* (30.43 %) y *Neivamyrmex* sp. 1 (13.72 %). *Atta mexicana* y *S. geminata* se encontraron en todos los sitios de colecta, *Forelius* sp. y *D. insanus* se presentaron en 5 de los 6 sitios (excepto en el sitio 3 de vegetación riparia), mientras que *Neivamyrmex* sp. 2 se encontró sólo en un sitio de vegetación riparia a pesar de su abundancia. Entre las especies raras se encontraron *Camponotus* aff. *nearticus*, *Paratrechina* sp. 2, *Pseudomyrmex gracilis*, *Pseudomyrmex brunneus* con un individuo cada una y *Crematogaster opaca*, *Leptogenys* aff. *mexicana*, *Leptothorax* aff. *nitens* y *Temnothorax* sp. 1 con 2 individuos. No obstante, las especies de *Pseudomyrmex* y *Crematogaster* son de hábitos arbóreos, lo cual puede explicar la baja proporción de ejemplares de estas especies, ya que las trampas pitfall resultan ineficientes para estas especies de hormigas.

4.3.3 Diversidad.

Los valores de abundancia y riqueza de especies en cada uno de los sitios, los valores de los índices de diversidad de Shannon (H), H' max y equitatividad de

Pielou y los resultados de la prueba de *U*- Mann-Whitney para cada uno de los valores se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Diversidad de Shannon (H'), H max y equitatividad de Pielou (J') para las hormigas encontradas en trampas pitfall y colecta manual en dos tipos de vegetación dentro de la RBBM.

	Número de individuos	Riqueza de especies	Índice de Shannon	Shannon H_{max} Log Base 10.	Shannon J'
Matorral xer					
Sitio1	1071	19	0.714	1.279	0.558
Sitio 2	2656	8	0.354	0.903	0.392
Sitio 3	956	17	0.808	1.23	0.657
Media (d.e)	1561 (950.03)	14.66 (5.85)	0.625 (0.24)	1.137 (0.204)	0.536 (0.134)
Selva					
Sitio 1	2229	15	0.544	1.176	0.463
Sitio 2	379	15	0.87	1.176	0.74
Sitio 3	277	16	0.436	1.204	0.362
Media (DS)	961.6 (1098.7)	15.33 (0.57)	0.617 (0.22)	1.185 (0.01)	0.522 (0.196)
Prueba de U	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s

n. s = no significativo;

Como se observa en la tabla anterior, ninguno de los valores resultó estadísticamente diferente cuando se comparan los dos tipos de vegetación.

4.3.4 Gremios de hormigas.

Siguiendo la clasificación hecha por Brown (2000), existen básicamente los mismos gremios de hormigas (a nivel de género) tanto en matorral xerófilo con *Bursera*, como en vegetación riparia (Tabla. 3).

Tabla 3. Gremio alimenticio de las hormigas de la Barranca de Metztitlán en dos tipos de vegetación.

Vegetación riparia	Gremio	Matorral xerófilo (<i>Bursera</i>)	Gremio
<i>Atta mexicana</i>	Cultivadora de hongos	<i>Atta mexicana</i>	Cultivadora de hongos
<i>Apterostigma pilosum</i>	Cultivadora de hongos	<i>Apterostigma pilosum</i>	Cultivadora de hongos
<i>Cardiocondyla emeryi</i>	Depredadora	<i>Neivamyrmex</i> aff. <i>agilis</i>	Depredadora
<i>Leptogenys</i> aff. <i>mexicana</i>	Depredadora	<i>Cardiocondyla emeryi</i>	Depredadoras
<i>Neivamyrmex texanus</i>	Depredadora	<i>Brachymyrmex musculus</i>	Generalista
<i>Neivamyrmex</i> sp. 1	Depredadora	<i>Camponotus atriceps</i>	Generalista
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	Depredadora	<i>C. planatus</i>	Generalista
<i>P. brunneus</i>	Depredadora	<i>C. pudorosus</i>	Generalista
<i>Solenopsis</i> sp. 1	Depredadora	<i>Camponotus</i> aff. <i>nearticus</i>	Generalista
<i>Solenopsis</i> sp. 2	Depredadora	<i>Camponotus</i> aff. <i>rodriguezii</i>	Generalista
<i>Brachymyrmex musculus</i>	Generalista	<i>Crematogaster opaca</i>	Generalista
<i>Camponotus atriceps</i>	Generalista	<i>Dorymyrmex insanus</i>	Generalista
<i>C. planatus</i>	Generalista	<i>Forelius</i> sp.	Generalista
<i>C. pudorosus</i>	Generalista	<i>Pachycondyla villosa</i>	Depredadora
<i>Crematogaster</i> sp. 2	Generalista	<i>Monomorium minimum</i>	Generalista
<i>Dorymyrmex insanus</i>	Generalista	<i>Solenopsis geminata</i>	Generalista
<i>Dorymyrmex</i> sp. 1	Generalista	<i>Pheidole callens</i>	Generalista y/o granívora
<i>Forelius</i> sp.	Generalista	<i>Ph. obtusospinosa</i>	Generalista y/o granívora
		<i>Pheidole</i> sp.1	Generalista y/o granívora
<i>Monomorium minimum</i>	Generalista	<i>Pheidole</i> sp.2	Generalista y/o granívora

<i>Paratrechina</i> sp. 2	Generalista	<i>Pheidole</i> sp. 3	Generalista y/o granívora
<i>Solenopsis geminata</i>	Generalista	<i>Temnothorax terrigena</i>	Generalista y/o parásita
<i>Leptothorax</i> sp. 1	Generalista y/ o parásita	<i>T. schmitti</i>	Generalista y/o parásita
<i>Temnothorax</i> sp. 1	Generalista y/ o parásita	<i>Pogonomyrmex barbatus</i>	Granívora
<i>T. schmitti</i>	Generalista y/ o parásita		
<i>Tetramorium spinosum</i>	Generalista y/ o parásita		
<i>Pheidole obtusospinosa</i>	Generalista y/o granívora		
<i>Pheidole</i> sp.1	Generalista y/o granívora		

El gremio de las generalistas fue el mejor representado en ambos tipos de vegetación. Por otro lado, el gremio de las depredadoras estuvo representado por 8 especies en vegetación riparia, mientras que en matorral xerófilo de *Bursera* se encontraron 3 especies. Finalmente, el gremio de las cultivadoras de hongos estuvo representado en ambos tipos de vegetación por las mismas especies de hormigas.

4.3.5 Composición taxonómica de plantas.

Similitud florística.

De acuerdo con el análisis de agrupamiento de la composición florística (Tabla 4) en los sitios de estudio, se encontró claramente que hay dos grupos, uno compuesto por vegetación riparia y otro por matorral xerófilo (Fig. 2).

Tabla 4. Lista de géneros y especies presentes en cada uno de los sitios de colecta

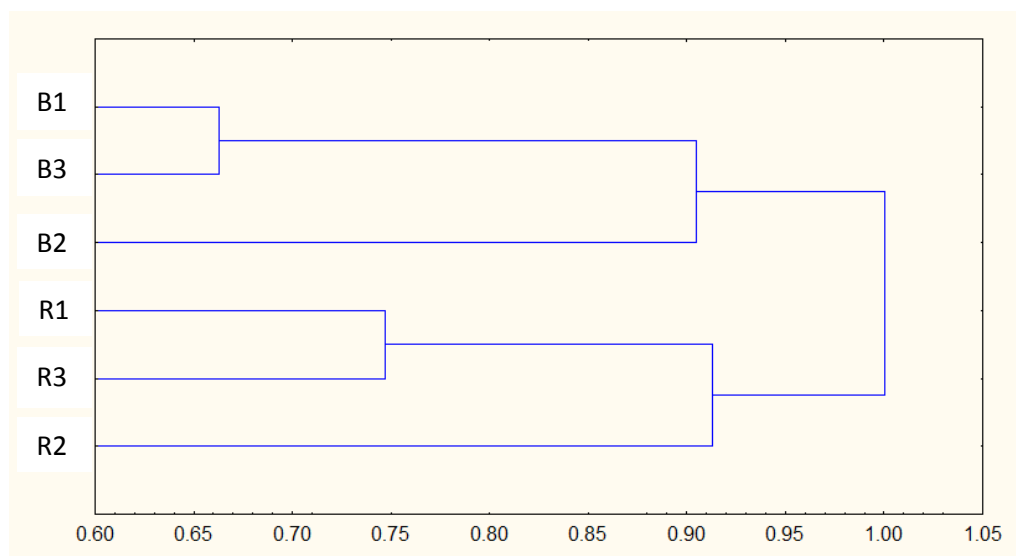
Especies/Sitios de colecta	<i>Bursera</i> Sitio 1	<i>Bursera</i> Sitio 2	<i>Bursera</i> Sitio 3	Riparia Sitio 1	Riparia Sitio 2	Riparia Sitio 3
<i>Acacia</i> sp.	1	1	1	1	0	0
<i>Acalypha nicaraguensis</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Agave</i> sp	1	1	0	1	0	1

<i>Anisacanthus wrightii</i>	1	0	1	1	0	0
<i>Ayenia rotundifolia</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Boerhavia coccinea</i>	1	1	0	1	0	0
Briofita sp	0	0	0	1	1	0
<i>Bouvardia</i> sp.	0	1	0	0	0	1
<i>Bursera morelensis</i>	1	1	1	0	0	0
<i>Calicabulus nutans</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	1	1	0	0	1	0
<i>Cassia tomentosa</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Cephalocereus senilis</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Cnidoscopus urens</i>	1	1	0	1	1	1
<i>Commelina erecta</i>	1	1	0	1	1	1
<i>Condalia mexicana</i>	0	0	0	1	1	1
<i>Coryphantha</i> sp.	0	1	0	0	1	1
<i>Crotalaria</i> sp.	0	0	0	0	1	0
<i>Croton</i> sp.	0	0	0	1	1	0
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	1	1	1	1	1	0
<i>Datura stramonium</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Echinocactus grusonii</i>	0	1	0	0	1	0
<i>Euphorbia</i> sp.	0	1	0	0	0	0
<i>Galphimia glauca</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Hechtia podantha</i>	0	1	0	0	1	1
Pteridotita sp	0	0	0	1	1	1
<i>Heliotropium angustifolium</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Ipomoea</i> sp.	0	0	0	1	1	0
<i>Iresine</i> sp.	0	0	0	1	0	0
<i>Lantana camara</i>	1	1	0	0	1	0
<i>Lippia</i> sp.	1	1	1	1	1	0
<i>Lysiloma</i> sp.	1	0	1	1	0	0
<i>Mammillaria</i> sp.	1	1	0	1	0	0
<i>Mammillaria magnimama</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Mirabilis glabrifolia</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Mirabilis jalapa</i>	0	0	0	1	1	0
<i>Morkillia mexicana</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Myrtillocactus</i> sp.	0	1	0	0	1	0
<i>Opuntia</i> sp.	0	1	0	1	1	1
<i>Opuntia robusta</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Oxalis</i> sp.	0	1	0	0	1	1
<i>Stenocereus</i> sp.	0	0	1	0	0	1
<i>Peperomia</i> sp.	0	0	0	0	1	0
<i>Polygala buxifolia</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Rhus</i> sp.	0	1	0	0	0	0
<i>Salvia</i> sp.	0	0	0	1	0	1
<i>Salvia keerlii</i>	0	1	0	1	0	0
<i>Sambitalia procumbens</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Sapindus saponaria</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Selaginella lepidophylla</i>	1	1	0	1	0	1
<i>Solanum</i> sp.	0	1	0	1	0	1

<i>Stachytarpheta acuminata</i>	0	0	1	0	1	0
<i>Thevetia</i> sp.	0	0	0	0	1	0
<i>Tillandsia recurvata</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Tournefortia volubilis</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Viguiera</i> sp.	1	0	0	0	0	0
<i>Yucca</i> sp.	1	1	0	0	1	0

1= Presencia; 0 = Ausencia

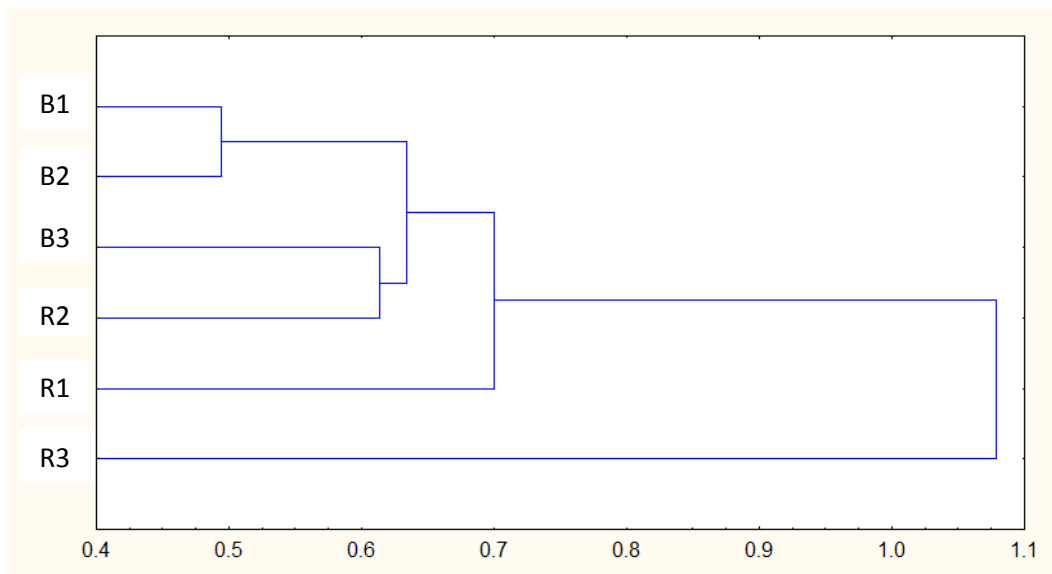
Fig. 1 Dendrograma de similitud de las morfoespecies de plantas en cada uno de los sitios de colecta



Como se observa en el dendrograma, las comunidades de plantas se agruparon de acuerdo a los dos tipos de vegetación, donde los sitios uno (B1) y tres (B3) de matorral xerófilo con dominancia de *Bursera* forman un grupo que se une posteriormente al sitio dos (B2). Otro grupo está formado por los tres sitios de vegetación riparia donde el sitio uno (R1) y tres (R3) son más similares entre sí y el sitio dos (R2) se une a al anterior.

Posteriormente, se realizó otro dendrograma en función de las especies de hormigas encontradas (Fig. 2) en cada uno de los sitios. Se esperaba que las hormigas presentaran un patrón de similitud parecido al anterior en función de la composición vegetal.

Fig. 2. Dendrograma de similitud de las especies de hormigas en cada uno de los sitios de colecta



En la figura 2 se observa que las comunidades de hormigas no formaron un patrón como el que se esperaba, en cambio, formaron patrones diferentes donde, por ejemplo, las hormigas del sitio B3 y R2 formaron un grupo, además de que el sitio R3 quedó como un grupo único unido al resto de las comunidades de hormigas.

La figura 3 muestra la gráfica del análisis de componentes principales donde se observa que se formó un grupo entre los sitios 2 y 3 de vegetación riparia y 2 de *Bursera*. Los dos primeros sitios compartieron la forma de vida hemicriptófito y todos los sitios presentaron los valores más altos de concentración de CO₂. Otro grupo se formó entre los sitios 1 de *Bursera* y 1 de selva. Finalmente, el sitio 3 de *Bursera* quedó separado claramente del resto de los sitios, el cual fue el único que presentó las formas de vida terófito.

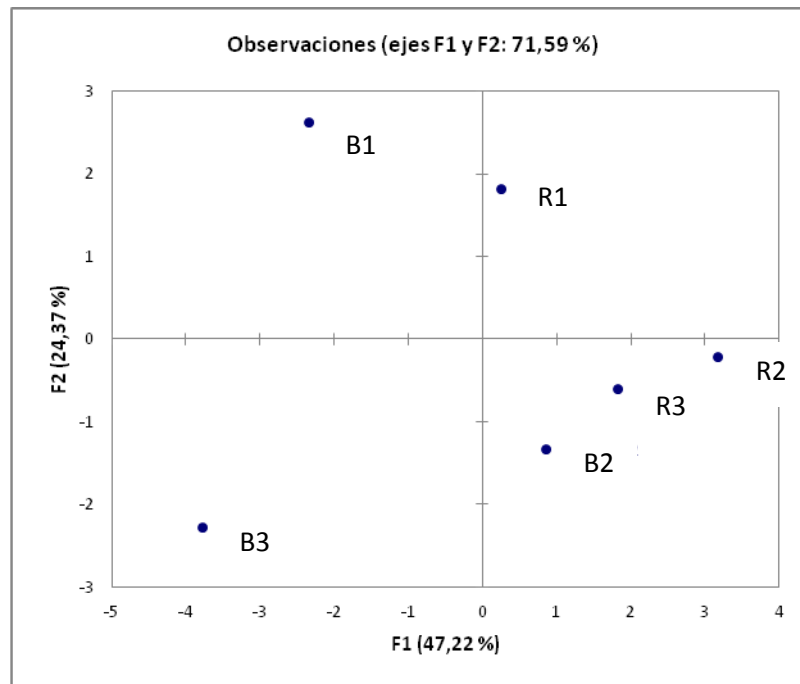


Fig. 3 Análisis de componentes principales para dos tipos de vegetación en la RBBM.

4.3.6 Variación en la biomasa entre tipos de vegetación.

No se encontró ninguna diferencia significativa de la biomasa entre los dos tipos de vegetación (Ver tabla 5).

Tabla 5. Valores de la biomasa de hormigas (expresada en kgs) obtenidos para las especies más abundantes en dos tipos de vegetación en la RBBM.

Hormigas/tipo de vegetación	Bursera	Riparia
<i>Forelius</i> sp.	0,61	5,2
<i>A. mexicana</i>	37,8	53,18
<i>D. insanus</i>	0,87	1,8
<i>S. geminata</i>	17,31	9,9

Prueba de Mann-Whitney (U=6; alfa= 0.05)

4.3.7 Diversidad beta.

Al nivel escalar en el cual se llevó a cabo este estudio, no se encontró una relación significativa entre los sitios de estudio (ver Fig. 4). La prueba de Mantel demostró una relación lineal muy baja ($r= 0.029$; $\alpha= 0.05$) entre la distancia geográfica y la composición faunística, lo que implica que el recambio de especies entre sitios y entre tipos de vegetación fue muy bajo, y por lo tanto, que las comunidades de hormigas en la RBBM, al menos entre la vegetación riparia y matorral xerófilo con dominancia de *Bursera*, fue relativamente homogénea.

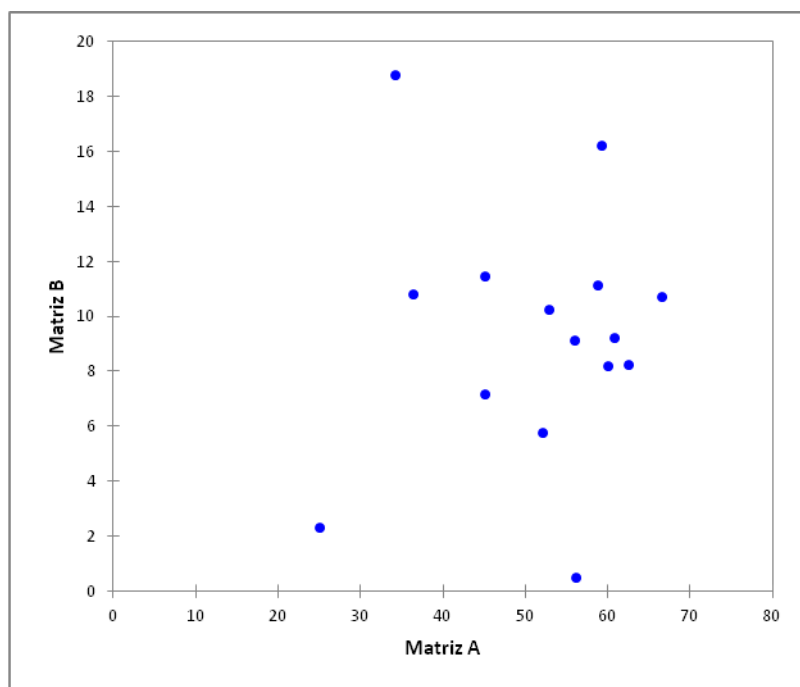


Fig. 4. Prueba de Mantel ($r= 0.029$; $\alpha= 0.05$) entre una matriz de distancia geográfica (Matriz B) y una matriz de disimilitud que representa la composición mirmecológica entre los sitios de estudio (matriz A).

4.4 Discusión.

El número de especies total es similar al registrado en otras zonas áridas de México (e. g Rojas y Fragoso, 2000; Ríos-Casanova *et al.*, 2004; Hernández-

Ruíz *et al.*, 2009). Guzmán-Mendoza *et al.* (2010), en el valle de Zapotitlán, Puebla, obtuvieron un total de 27 especies, 19 géneros y 5 subfamilias. En este trabajo se encontraron 37 especies, 20 géneros y 6 subfamilias; tomando en cuenta que sólo se muestreó una vez en cada sitio, el número de especies podría aumentar considerablemente. Andersen (2007), menciona que las hormigas de Australia se han diversificado principalmente en zonas áridas y semiáridas. Hasta ahora, en México no se puede hacer una estimación como tal debido al escaso conocimiento de este grupo en estos ecosistemas, lo que requiere de más estudios ecológicos y biogeográficos para obtener conocimientos más profundos sobre la diversidad de hormigas en zonas áridas de México.

Room (1975), Hill *et al.* (2008) y Sakchoowong *et al.* (2008), encuentran patrones similares donde la riqueza y diversidad de hormigas cambian en diferentes comunidades vegetales como el producto de las diferencias en los grados de alteración de los sitios, encontrándose mayor riqueza y diversidad en los sitios más conservados. La diversidad y equitatividad de especies de hormigas encontradas en este trabajo son similares en ambos tipos de vegetación, es decir, no son estadísticamente diferentes, lo que sugiere, por un lado, que tal vez el grado de alteración en ambos tipos de vegetación no ha sido muy alto, y por otro, que las hormigas encuentran una disponibilidad de recursos similar en ambos sitios.

La composición de hormigas no muestra un patrón de organización bien definido en función de los tipos de vegetación. La coexistencia entre especies de hormigas se ha demostrado en la repartición de los recursos, por ejemplo,

Sanders y Gordon (2004) demuestran cómo las especies de hormigas responden a la cantidad y tipo de recursos disponibles. Las especies de *Pogonomyrmex* hacen mayor uso de las semillas que de otros recursos con mayor cantidad de proteínas, mientras que otras especies usan más otros recursos que las semillas. En otro sentido, de manera independiente a la cantidad y tipo de los recursos, Cerdá (2001) concluye que las diferencias en los intervalos de tolerancias fisiológicas a la temperatura permite la coexistencia de especies que potencialmente compiten por los mismos recursos. Por otro lado, otros trabajos proponen resultados diferentes y encuentran que la riqueza y composición de hormigas varían de acuerdo a las condiciones ambientales aún en sitios relativamente cercanos, por ejemplo, Lassau y Hochuli (2004), demuestran el cambio en la riqueza y composición de especies de hormigas según la complejidad del hábitat, encontrando una mayor riqueza de especies en los hábitats donde son menores, entre otros factores, la cobertura vegetal y la cantidad de materia orgánica en el suelo.

Otros trabajos explican la ausencia de relación entre la vegetación y la composición de la mirmecofauna debido a diversos factores, por ejemplo, Ambrecht *et al.* (2004), demuestran que la composición de hormigas que anidan en la hojarasca y ramas en descomposición, no depende de la diversidad específica de las plantas sino más bien de la variación estructural disponible. En el mismo sentido Hill *et al.* (2008), encuentran que las comunidades de hormigas no se componen por la discriminación de éstas a la composición de las comunidades vegetales sino más bien como una respuesta a otros factores como la materia orgánica depositada en el suelo, la profundidad del humus y la textura del suelo. Bestelmeyer y Wiens (2001),

demuestran que la composición de hormigas en comunidades vegetales distantes entre sí, aunque con dominancia de una misma especie, no se corresponden, por lo que sugieren que estas diferencias se deben a que las condiciones que afectan la distribución de las plantas no son las mismas para las hormigas. Por ejemplo, la respuesta de las plantas al tipo de suelo puede no ser la misma para las especies de hormigas, las que pueden tener distribuciones más o menos continuas donde las plantas presenten discontinuidades en su distribución.

Los resultados sobre la composición de hormigas sugieren que, en la escala en la que se llevó a cabo este trabajo, éstas hacen uso de los recursos disponibles en ambos tipos de vegetación de manera indistinta, permitiendo la coexistencia de las especies y/o diferentes gremios dentro de estos mismos tipos de vegetación.

Respecto a los gremios encontrados, se presenta una mayor incidencia de hormigas depredadoras en los sitios de selva baja que en matorral xerófilo con dominancia de *B. morelensis*, de hecho, de manera general, la presencia de este gremio es mayor que los encontrados en el Valle de Tehuacán (Ríos-Casanova *et al.*, 2004; Guzmán-Mendoza *et al.*, 2010) donde su porcentaje es notablemente menor. Tal vez la estructura vegetal con mayores estratos verticales proporcione más oportunidades de microhábitats que pueden ser explotados por las hormigas, y aunque la diversidad y riqueza de especies no varíe significativamente, sí el tipo de interacciones en estos microhábitats. Valenzuela *et al.* (2008), muestran que la riqueza de la mirmecofauna hipogea y epigea aumenta conforme se incrementa la estructura vertical o arbórea, y

aunque en su estudio la riqueza de especies en los estratos arbóreos fue menor que los hipogeos y epigeos, consideran que los resultados se deben a una subestimación de la riqueza a causa de los métodos de colecta inapropiados para la estimación de la riqueza arbórea.

4.5 Conclusiones.

Ninguno de los atributos de las comunidades de hormigas resultó diferente estadísticamente. Los tipos de vegetación que para nuestra percepción resultan diferentes, para las hormigas a escala local resultaron homogéneos, lo que sugiere que éstas hacen uso de los recursos de manera indistinta. Se pueden llevar estudios temprales en diferentes tipos de vegetación, ya que los estudios puntuales pueden ser insuficientes para percibir diferencias en el comportamiento de las hormigas. Se requiere de estudios comparativos a mayores escalas para determinar si a esos niveles las hormigas de la Barranca en su conjunto forman una asociación diferente con otras zonas áridas de México y así intentar determinar las causas de los patrones observados en este trabajo.

Capítulo 5

Discusión general

La importancia ecológica de las hormigas en zonas áridas ha sido enfatizada en parte por la modificación que éstas generan en las propiedades físicas y químicas del suelo, y por ende en los ciclos de los nutrientes (Whitford *et al.* 2008), así como por las interacciones que establecen con otros organismos (Delabie *et al.*, 2003; Bronstein *et al.*, 2006; Cremer *et al.*, 2006; Ward y Beggs, 2007) en particular las plantas. En el caso de estas últimas, también por el beneficio (Boyd, 2001; Leal *et al.*, 2007) o perjuicio (Schöning *et al.*, 2004; Avgar *et al.*, 2008) que adquieren de las hormigas. Sin embargo, en México se cuenta con pocos trabajos que resalten las propiedades de las comunidades de hormigas en zonas áridas (e. g. Rojas y Fragoso, 2000; Ríos-Casanova *et al.*, 2004). De esta manera, en este trabajo se ha intentado contribuir al conocimiento de la estructura de las comunidades de hormigas dentro de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México.

Uno de los atributos más importantes en el estudio de las comunidades es la riqueza de especies. Dentro de la RBBM, el hecho de encontrar que la riqueza de especies es similar (o que no hay diferencias estadísticamente significativas), tanto espacial como temporalmente en los sitios de matorral xerófilo con dominancia de *C. senilis* o *S. dumortieri*, así como entre los dos tipos de vegetación implica que a la escala en la que se llevó el estudio, las hormigas hacen uso de los recursos de manera indiferente. Un factor importante que se ha encontrado como causante de las variaciones en la riqueza de especies entre hábitats, es el grado de alteración entre ellos

(Sanders *et al.*, 2007; Beaumont *et al.*, 2011), encontrándose a veces que la riqueza de especies es mayor en sitios más alterados que en otros y viceversa. De esta manera, los diferentes sitios estudiados dentro de la RBBM parecen ser relativamente homogéneos y no haber sufrido grados de alteración importantes entre sí como para identificar diferencias en la riqueza de especies. Otros factores importantes que pueden influir en estos patrones son los requerimientos y limitaciones fisiológicas intrínsecas de las especies para encontrarse en determinados hábitats, así como la capacidad de dispersión de ellas (Bestelmeyer *et al.*, 2003), por lo que a escalas locales estos factores no permiten una diferenciación de patrones de distribución y riqueza de especies entre los sitios estudiados dentro de la RBBM. La presencia dominante de algunas especies, en particular de *S. geminata*, quizá se deba a su carácter omnívoro e independencia de la vegetación perenne (Marsh, 1986). Por otro lado, la presencia de algunas especies exclusivamente en determinados sitios (e.g. *Leptogenys mexicana* en vegetación riparia o *Pachycondyla villosa* en matorral xerófilo de *Bursera*) se podría explicar como resultado del efecto del tamaño y esfuerzo de muestreo, más que una relación dependiente entre hormigas y tipo de vegetación.

Respecto al bajo recambio en la composición faunística entre los diferentes sitios de dos tipos de vegetación implica que las comunidades de hormigas son relativamente homogéneas dentro de la RBBM. El recambio en la composición de especies en las comunidades de hormigas muchas veces se aprecia sólo a escalas grandes, por ejemplo, Pfeiffer *et al.* (2003), encontraron que la composición faunística de las hormigas de la zona central de Mongolia se correlaciona con el tipo de vegetación a nivel de biotopos (desierto, semi

desierto y estepa), los que a su vez se correlacionan con los gradientes latitudinales y de precipitación y temperatura, mientras que dentro de la RBBM las diferencias en factores como la precipitación y la temperatura pueden ser mínimos entre los diferentes tipos de vegetación reconocidos.

En general, las diferencias en la estructura de las comunidades (riqueza de especies, diversidad, abundancia, biomasa) pueden estar limitadas más por factores y procesos a grandes escalas (Wiens y Donoghue, 2004), que por aquellos analizados en este trabajo. La influencia de procesos a otros niveles (por ejemplo, nivel regional) tales como la especiación, radiación adaptativa, climatológicos y/o geológicos, es decir, procesos históricos únicos, explican en gran medida la diversidad a nivel local, inclusive aspectos como los centros de origen y diversificación (Ricklefs y Schutler, 1994; Ricklefs, 2006; 2008). Harrison y Cornell (2008) mencionan que las diferencias en las tasas de diversificación y las diferencias en las capacidades de dispersión entre taxa explican las diferencias en la riqueza de especies entre regiones. En este sentido, una continuación importante de este trabajo puede ser el estudio de la mirmecofauna de la RBBM a una escala regional en diferentes estaciones y compararla con otras grandes regiones de México. Tal vez a escalas mayores con la integración de factores como la historia geológica de la barranca así como la historia evolutiva de los taxa, revele las causas de la presencia de las comunidades de hormigas respecto a otras zonas de México.

6.1 Literatura citada.

- Abril, S., J. Oliveras and C. Gómez. 2008. Effect of temperature on the development and survival of the Argentine ant *Linepithema humile*. Journal of Insect Science 10: 1-13.
- Addinsoft, T. M. 2011. XLSTAT Your data analysis solution. Versión 2011. Barcelona, España.
- Agosti, D. and L. E. Alonso. 2000. The ALL Protocol, a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. Pp 206. In: Agosti, D., J. D. Majer, L. E. Alonso and T. R. Schultz (eds.). Ants: standard methods for measuring biodiversity. Smithsonian Institution, Washington, D. C.
- Aguiar, R. M. and O. E. Sala. 1999. Patch structure, dynamics and implications for the functioning of arid ecosystems. Trends in Ecology and Evolution 14: 273-277.
- Albert, M. J., A. Escudero and J. M. Iriondo. 2005. Assessing ant seed predation in threatened plants: a case study. Acta Oecologica 28: 213-220.
- Ambrecht, I., I. Perfecto and J. Vandermeer. 2004. Enigmatic biodiversity correlations: ant diversity responses to diverse resources. Science 304: 284-286.
- Andersen, A. N. 1986. Diversity, seasonality and community organization of ants at adjacent heath woodland sites in South-Eastern Australia. Austral Journal of Zoology 34: 53-64.

- Andersen, A. N. 2007. Ant diversity in arid Australia: a systematic overview, pp. 19-51. In: Snelling, R. R., B. L Fisher and P. S. Ward (eds.). Advances in systematics (Hymenoptera: Formicidae): homage to E. O. Wilson- 50 years of contributions. Memoires of the Entomological Institute 80.
- Anderson, C. J. and J. A. MacMahon. 2001. Granivores, exclosures, and seed banks: harvester ants and rodents in sagrebush-steppe. Journal of Arid Environments 49: 343-355.
- Armella, M. A. 1990. Depredación, dispersion de semillas en la Barranca de Metztitlán. Tesis de maestría. UNAM. 101 pp.
- Avgar, T., I. Gilaldi and R. Nathan. 2008. Linking traits of foraging animals to spatial patterns of plants: social and solitary ants generate opposing patterns of surviving seeds. Ecology Letters 11: 224-234.
- Bas, J., M. J. Oliveras and C. Gómez. 2009. Myrmecochory and short-term seed fate in *Rhamnus alaternus*: ant species and seed characteristics. Acta Oecologica 35: 380-384.
- Beattie, A. J. 1985. The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms. Cambridge University Press. USA. 182 p.
- Beaumont, M., J. L. de Casanave, F. Milesi, S. Clavier y V. Cueto. 2011. Efecto del tamaño y la forma de la unidad de muestreo sobre la estimación de la riqueza de hormigas acarreadoras de semillas en el desierto del Monte, Argentina. Ecología Austral 21: 111-119.

- Bello y Bello, M. B. 1997. Biología de la dispersión de las Marantaceae en dos selvas tropicales de Costa Rica: interacción con hormigas. Tesis de licenciatura. UNAM. 41pp.
- Bestelmeyer; B. T. 2005. Does desertification diminishes biodiversity? Enhancement of ant diversity by shrub invasion in South-Western USA. *Diversity and Distributions* 11: 45-55.
- Bestelmeyer B. T. and J. A. Wiens. 2001. Local and regional-scale responses of ant diversity to a semiarid biome transition. *Ecography* 24: 381-392.
- Bestelmeyer, B. T., J. R Miller and J. A. Wiens. 2003. Applying species diversity theory to land management. *Ecological Applications* 13: 1750-1761.
- Bestelmeyer, B. T. and R. L. Schooley. 1999. The ants of the Southern Sonoran desert: community structure and the role of trees. *Biodiversity and Conservation* 8: 643-657.
- Blüthgen, N. and K. Fiedler. 2004. Competition for composition: lessons from nectar-feeding ant communities. *Ecology* 85: 1479-1485.
- Blüthgen, N., V. Schmit-Neuerburg, S. Engwald and W. Barthlott. 2001. Ants as epiphyte gardeners: comparing the nutrient quality of ant and termite canopy substrates in a Venezuelan lowland rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 17: 887-894.
- Boyd, R. S. 2001. Ecological benefits of myrmecochory for the endangered chaparral shrub *Fremontodendron decumbens* (Sterculiaceae). *American Journal of Botany* 88: 234-241.

- Brady, S. G., T. R. Schultz, B. L. Fisher and P. S. Ward. 2006. Evaluating alternative hypothesis for the early evolution and diversification of ants. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103: 18172-18177.
- Briones, O. L. 1994. Origen de los desiertos mexicanos. *Ciencia* 45: 263-279.
- Bronstein, J. L. 1998. The Contribution of ant-plant protection studies to our understanding of mutualism. *Biotropica* 30: 150-161.
- Bronstein, J. L., R. Alarcón and M. Geber. 2006. The evolution of plant-insect mutualisms. *New Phytologist* 172: 412-428.
- Brown, W. L. 1954. Remarks on the internal phylogeny and the subfamily classification of the Family Formicidae. *Insectes Sociaux* 30: 21-31.
- Brown, W. L. 1963. Notes on the leaf-cutting ants, *Atta* spp., of the United States and Mexico. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 66: 299-302.
- Brown, W. L. 2000. Diversity of ants. In: Agosti, D; J. D. Majer; A. E. Leanne and T. R. Schultz (eds.). *Ants. Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press. Washington and London. Pp 45-79.
- Bucher, E. H. 1987. Herbivory in arid and semi-arid regions of Argentina. *Revista de Historia Natural* 60: 265-273.
- Calcaterra, L. A., F. Cuezco, S. M. Cabrera and J. A. Briano. 2010. Ground ant diversity (Hymenoptera: Formicidae) in the Iberá Natural Reserve, the

- largest wetland of Argentina. *Conservation Biology and Biodiversity* 1: 71-83.
- Cerdá, X. 2001. Behavioural and physiological traits to thermal stress tolerance in two Spanish desert ants. *Etología* 9: 15-27.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO, Instituto de Biología-UNAM, Agrupación Sierra Madre S. C., México.
- Chen, J. and J.M. Stark. 2000. Plant species effects and carbon and nitrogen cycling in sagebrush-crested wheatgrass soil. *Soil Biology and Biochemistry* 32:47-57.
- Cokendolpher, J. C. and O. F. Francke. 1984. Temperature preferences of four species of fire ants (Hymenoptera: Formicidae: *Solenopsis*) *Psyche* 92: 91-101.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2003. Programa de manejo Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 207 pp.
- Cornejo-Latorre, C., A. E. Rojas-Martínez, M. Aguilar-López y L. G. Juárez-Castillo. 2011. Abundancia estacional de los murciélagos herbívoros y disponibilidad de los recursos quiropterófilos en dos tipos de vegetación de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán. *THERYA* 2: 169-182.

- Creighton, W. S. 1950. The ants of North America. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology 104: 1-585.
- Cremer, S., L. V. Ugelvig, S. T. E. Lommen, K. S. Petersen and J. S. Pedersen. 2006. Attack of the invasive garden ant: aggression behaviour of *Lasius neglectus* (Hymenoptera: Formicidae) against native *Lasius* species in Spain. Myrmecologische Nachrichten 9: 13-19.
- Cuautle, M., V. Rico-Gray, J. G. García-Franco, J. López-Portillo and L. B. Thien. 1999. Description and seasonality of a homopteran-ant-plant interaction in the semiarid Zapotitlan Valley, Puebla, Mexico. Acta Zoológica Mexicana (n. s) 78: 73-82.
- Dauber, J. and V. Wolters. 2000. Microbial activity and functional diversity in the mounds of three different ant species. Soil Biology and Biochemistry 32: 93-99.
- Davidson, D. W. 1977. Species diversity and community organization in desert seed-eating ants. Ecology 58: 711-724.
- Delabie, J. H. C., M. Ospina y G. Zabala. 2003. Relaciones entre hormigas y plantas: una introducción. En: Fernández, F. (editor). Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + 398 p.
- Detrain, C. and O. Tasse. 2000. Seed drops and caches by the harvester ant *Messor barbarus*: do they contribute to seed dispersal in Mediterranean grasslands? Naturwissenschaften 87: 373-376.

- Díaz-Castelazo, C. and V. Rico-Gray. 2004. Extrafloral nectary-mediated ant-plant interactions in the coastal vegetation of Veracruz, Mexico: richness, occurrence, seasonality and ant foraging patterns. *Ecoscience* 1: 472-481.
- Dunn, R. R., A. D. Gove, T. G. Barraclough, T. J. Givnish and J. D. Majer. 2007. Convergent evolution of an ant-plant mutualism across plant families, continents and time. *Evolutionary Ecology Research* 9: 1349-1362.
- Edwards, D. P., R. Arauco, M. Hassall, W. L. Sutherland, K. Chamberlain, L. J. Wadhams and D. W. Yu. 2007. Protection in an ant-plant mutualism: an adaptation or a sensory trap?. *Animal Behaviour* 74: 377-385.
- Englisch, T., F. M. Steiner and B. C. Schlick-Steiner. 2005. Fine-scale grassland assemblage analysis in Central Europe: ants tell another story than plants (Hymenoptera: Formicidae; Spermatophyta) *Myrmecologische Nachrichten* 7: 61-67.
- Espigares, T. and A. López-Pintor. 2005. Seed predation in a Mediterranean pasture: can ants modify the floristic composition of soil seed banks? *Revista Chilena de Historia Natural* 78: 615-622.
- Fernández, F. 2003. Sistemática y filogenia de las hormigas: breve repaso a propuestas. En: Fernández, F. (editor). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia. 26 + 398 p.
- Folgarait, P. J. 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation* 7: 1221-1244.

- Gauld, I. D. and B. Bolton. 1988. The Hymenoptera. British Museum (Natural History) Oxford University Press. UK. 203 p.
- Gómez, C., X. Espalader and J. M. Bas. 2005. Ant behaviour and seed morphology: a missing link of myrmecochory. *Oecologia* 146: 244-246.
- Gorosito, N. B., P. Curmi, V. Hallaire, P. J. Folgarait and P. M. Lavelle. 2006. Morphological changes in *Camponotus punctulatus* (Mayr) anthills of different ages. *Geoderma* 132: 249-260.
- Gurevitch, J., S. M. Scheiner and G. A. Fox. 2007. The Ecology of Plants. Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts USA. 523 p.
- 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.
- Handel, S. N. and A. J. Beattie, 1990. Seed dispersal by ants. *Scientific American* 263: 76-83.
- Harrison, S. and H. Cornell. 2008. Towards a better understanding of the regional causes of local communities richness. *Ecology Letters* 11: 969-979.
- Heil, M. and D. Mckey. 2003. Protective ant-plant interactions as model systems in ecological and evolutionary research. *Annual Review of Ecology and Evolution* 34: 425-453.

- Hensen, I. 2002. Seed predation by ants in South-Eastern Spain (Desierto de Tabernas, Almería). *Anales de Biología* 24: 89-86.
- Hermann, H. R. 1969. The hymenopterous poison apparatus: evolutionary trends in three closely related subfamilies of ants (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the Georgia Entomological Society* 4: 123-141.
- Hernández-Ruiz, P., G. Castaño-Meneses and Z. Cano-Santana. 2009. Composition and functional groups of epiedaphic ants (Hymenoptera: Formicidae) in irrigated agroecosystems and in non agricultural areas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44: 904-910.
- Hill, J. G., K. S Summerville and R. L. Brown. 2008. Habitat associations of ant species (Hymenoptera: Formicidae) in a heterogeneous Mississippi landscape. *Environmental Entomology* 37: 453-463.
- Hölldobler, B. and E. O. Wilson. 1990. *The Ants*. Harvard University Press/Springer-Verlag. 732 p.
- Holway, D. A., A. V. Suárez and T. J. Case. 2002. Role of abiotic factors in governing susceptibility to invasion: a test with Argentine ants. *Ecology* 83: 16410-1619.
- Hunt, J. H. 1974. Temporal activity patterns in two competing ant species (Hymenoptera: Formicidae). *Psyche* 81: 237-242.
- Ibáñez, J. y P. J. Soriano, 2004. Hormigas, aves y roedores como depredadores de semillas en un ecosistema semiárido andino de Venezuela. *Ecotrópicos* 17: 38-51.

- Janzen, D. H. 1966. Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. *Evolution* 20: 249-275.
- Jouquet, P., J. Dauber, J. Laferlöf, P. Lavelle and M. Lepege. 2006. Soil invertebrates as ecosystem engineers: intended and accidental effects on soil and feedback loops. *Applied Soil Ecology* 32: 153-164.
- Kaspari, M. and M. D. Weiser. 1999a. The size-grain hypothesis and interspecific scaling in ants. *Functional Ecology*. 13: 530-538.
- Kaspari, M. and M. D. Weiser. 1999b. Interspecific scaling in ants: the size grain hypothesis. *Functional Ecology* 13: 530-538.
- Kaspari, M., and S. O'Donnell. 2003. High rates of army ants raids in the Neotropics and implications for ant colony and community structure. *Evolutionary Ecology Research* 5: 933-939.
- Kaspari, M. and T. J. Valone. 2002. On ectotherm abundance in a seasonal environment studies of a desert ant assemblage. *Ecology* 83: 2991-2996.
- Kaspari, M., J. Pickering, J. T. Longino and D. Windsor. 2001. The phenology of a Neotropical ant assemblage: evidence for continuous and overlapping reproduction. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 50: 382-390.
- Kaspari, M., L. Alonso and S. O'Donnell. 2000. Three energy variables predict ant abundance at a geographical scale. *Proceedings of the Royal Society of London* 267: 485-489.

- Kaspari, M., S. O'Donnell and J. R. Kercher. 2000. Energy, density, and constraints to species richness: Ant assemblages along productivity gradient. *The American Naturalist* 155: 280-293.
- LaPolla, J. S., U. G. Muller, M. Seid and S. P. Cover. 2002. Predation by the army ant *Neivamyrmex rugulosus* on the fungus-growing ant *Trachymyrmex arizonensis*. *Insectes Sociaux* 49: 251-256.
- Lassau, S. A. and D. F. Hochuli. 2004. Effects of habitat complexity on ant assemblages. *Ecography* 27: 157-164.
- Lattke, J. 1997. Revisión del género *Apterostigma* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). *Arquivos de Zoologia* 34: 121-221.
- Lattke, J. E. 2003. Conservación de una colección de hormigas. En: Fernández, F. (ed.). *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia. 26 + 398 p.
- Leal, I. R., R. Wirth and M. Tabarelli. 2007. Seed dispersal by ants in the semiarid Caatinga of North-East Brazil. *Annals of Botany* 99: 885-894.
- Lengley, S., A. D. Gove, A. M. Latimer, J. D. Majer and R. R. Dunn. 2010. Convergent evolution of seed dispersal by ants, and phylogeny and biogeography in flowering plants: a global survey. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 12: 43-55.

- Leroy, C., B. Corbara, A. Dejean and R. Céréghino. 2009. Potential sources of nitrogen in an ant-garden tank-bromeliad. *Plant Signaling and Behaviour* 4: 868-870.
- Lindsey, P. A. and J. D. Skinner. 2001. Ant composition and activity patterns as determined by pitfall trapping and other methods in three habitats in the semi-arid Karoo. *Journal of Arid Environments* 48: 551-568.
- Mackay, W. P. 1991. The role of ants and termites in desert communities. In: G. A. Polis (ed.). *The ecology of desert communities*. The University of Arizona Press. Tucson, AZ. 456 p.
- Mackay, W. P. 1995. New distributional records for the ant genus *Cardiocondyla* in the New World (Hymenoptera: Formicidae). *Pan-Pacific Entomologist* 71: 169-172.
- Mackay, W. P. y E. E. Mackay. 1989. Clave de los géneros de hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae). (pp. 1-82). En: *Memoria del II Simposio Nacional de Insectos Sociales*. Sociedad Mexicana de Entomología, Oaxtepec.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing. Oxford, UK. 256 p.
- Marone, L., J. López de Casanave and V. R. Cueto. 2000. Granivory in Southern American deserts: conceptual issues and current evidence. *BioScience* 50: 123-132.
- Marsh, A.C. 1986. Checklist, biological notes and distribution of ants in the Central Namib desert. *Madoqua* 14:333-344.

- McAleece, N. 1997. Biodiversity Professional. Beta. Version 2.0. The Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Science. Disponible en: <http://www.sams.ac.uk/research/software>.
- Milesi, F. and J. López de Casanave. 2004. Unexpected relationships and valuable mistakes: non-myrmecochorous *Prosopis* dispersed by leafcutting ants in harvesting seeds. *Austral Ecology* 29: 558-567.
- Moreau, C. S., C. D. Bell, R. Vila, S. B. Archibald and N. Pierce. 2006. Phylogeny of the ants: diversification in the age of angiosperms. *Science* 312: 101-104.
- Nash, M. S., W. G. Whitford., J. Van Zee and K. M. Havstad. 2000. Ant (Hymenoptera: Formicidae) responses to environmental stressors in the Northern Chihuahuan desert. *Environmental Entomology* 29: 200-206.
- Nieves-Aldrey, J. L. and F. M. Fontal-Cazalla. 1999. Filogenia y evolución del Orden Hymenoptera. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 26: 459-474.
- Noy-Meier, I. 1973. Desert ecosystems: environments and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 25-51.
- O'Dowd, D. J. and M. E. Hay. 1980. Mutualism between harvester ants and desert ephemeral: seed escape from rodents. *Ecology* 61: 531-540.
- Ohnishi, H., H. T. Imai and M. T. Yamamoto. 2003. Molecular phylogenetic analysis of ant subfamily relationships inferred from rDNA sequences. *Genes and Genetic Systems* 78: 419-425.

- Oliveira, P. S., V. Rico-Gray, C. Díaz-Castelazo and C. Castillo-Guevara. 1999. Interaction between ants, extrafloral nectaries and insect herbivores in Neotropical coastal sand dunes: herbivore deterrence by visiting ants increases fruit set in *Opuntia stricta* (Cactaceae). *Functional Ecology* 13: 623-631.
- Olsen, O. W. 1934. Notes on the North American harvesting ants of the genus *Pgomymex* Mayr. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 77: 493-514.
- Ortíz-Calderón, G. 1980. La vegetación xerófila de la Barranca de Metztitlán, Hidalgo. Tesis de licenciatura. UNAM. 55 pp.
- Ortíz-Pulido, R., J. Bravo-Cadena, V. Martínez-García, D. Reyes, M. Mendiola-González, G. Sánchez y M. Sánchez. 2010. Avifauna de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81:373-391.
- Osorio-Pérez, K., M. F. Barberena-Arias and T. M. Aide. 2007. Changes in ant species richness and composition during plant secondary succession in Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* 43:244-253.
- Petal, J. 1978. The role of ants in ecosystems. In: M. V. Brian (ed.). *Production ecology of ants and termites*. Cambridge University Press. Cambridge USA. Pp 293-325.
- Pfeiffer, M., L. Chimedregzen and K. Ulykpan. 2003. Community organization and species richness of ants (Hymenoptera: Formicidae) in Mongolia along an ecological gradient from steppe to Gobi desert. *Journal of Biogeography* 30:1921-1935.

- Pirk, G. I. and J. López de Casaneve. 2006. Diet and seed removal rates by the harvester ants *Pogonomyrmex rastratus* and *Pogonomyrmex pronotalis* in the Central Monte desert, Argentina. *Insectes Sociaux* 53: 119-125.
- Ramesh, T., K. J. Hussain, K. K. Satpathy, M. Selvanayagam and M. V. R. Prasad. 2010. Diversity, distribution and species composition of ant fauna at Department of Atomic Energy (DEA) campus Kalpakkam, South India. *World Journal Zoology* 5: 56-65.
- Retana, J., F. X. Picó and A. Rodrigo. 2004. Dual role of harvesting ants as seed predators and dispersers of a non-myrmecochorous Mediterranean perennial herb. *Oikos* 105: 377-385.
- Ricklefs, R. E. 2006. Evolutionary diversification and the origin of the diversity-environment relationship. *Ecology* 87: S3- S13.
- Ricklefs, R. E. 2008. Disintegration of the ecological community. *The American Naturalist* 172: 741-750.
- Ricklefs, R. E. and D. Schutler. 1994. Species diversity: regional and historical influences. In: Ricklefs, R. E. and D. Schutler (eds.). *Species diversity in ecological communities*. The University of Chicago Press. USA. 414 P.
- Ríos-Casanova, L., A. Valiente y V. Rico. 2004. Las hormigas del Valle de Tehuacán (Hymenoptera: Formicidae): una comparación con otras zonas áridas de México. *Acta Zoológica Mexicana* 20: 37-54.

- Ríos-Casanova, L., A. Valiente and V. Rico-Gray. 2006. Ant diversity and its relationship with vegetation and soil factors in an alluvial fan of the Tehuacán Valley, México. *Acta Oecologica* 316-323.
- Rocha-Munive, M. G. 2006. Ecología evolutiva en cinco especies de agave. Tesis de doctorado. UNAM. Instituto de Ecología. 154 pp.
- Rojas, F. and C. Fragoso. 1994. The ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) of the Mapimi Biosphere Reserve, Durango, Mexico. *Sociobiology* 24:48-75.
- Rojas, P. and C. Fragoso. 2000. Composition, diversity, and distribution of a Chihuahuan desert ant community (Mapimí, México). *Journal of Arid Environments* 44: 213-227.
- Rojas, P. 1991. Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la Reserva de la Biosfera de Mapimí, Durango. Tesis de maestría. UNAM. México. 84 pp
- Rojas, P. 2001. Las hormigas del suelo en México: diversidad, distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), Número especial 1: 189-238.
- Room, P. M. 1975. Diversity and organization of the ground foraging ant faunas of forest, grassland and tree crops in Papua New Guinea. *Australian Journal of Zoology* 23:71-89.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México. 432 p.
- Sakchoowong, W., W. Jaitrong, K. Ogata, S. Nomura and J. Chanpaisaeng. 2008. Diversity of soil-litter insects: comparison of the *Psephenine* beetles

(Coleoptera: Staphylinidae: *Pselaphine*) and the ground ants (Hymenoptera: Formicidae). *The Journal of Agricultural Science* 41 (1-2): 11-18.

Sánchez-Mejorada, H. 1978. Manual de campo de las cactáceas y suculentas de la Barranca de Metztitlán. *Sociedad Mexicana de Cactología* 2.

Sanders, N. 2002. Elevational gradients in ant species richness: area, geometry and Rapoport's rule. *Ecography* 25: 25-32.

Sanders, N. J. and D. M. Gordon. 2004. The interactive effects of climate, life history, and interspecific neighbours on mortality in a population of seed harvester ants. *Ecological Entomology* 29: 632-637.

Sanders, N. J., N. J. Gotelli, S. E. Williams, J. S. Ratchford, A. M. Ellison and E. S. Jules. 2007. Assembly rules of ground-foraging ant assemblages are contingent on disturbance, habitat and spatial scale. *Journal of Biogeography* 34: 1632-1641.

Sanders, J. N., J. Moss and D. Wagner. 2003. Patterns of ant species richness along elevational gradients in an arid ecosystem. *Global Ecology and Biogeography* 12: 93-102.

Schöning, C., X. Espalader, I. Hensen and F. Rocas. 2004. Seed predation of the tussock-grass *Stipa tenacissima* L. by ants (*Messor* spp.) in Southeastern Spain: the adaptive value of trypanocarp. *Journal of Arid Environments* 56: 43-61.

- Servigne, P. and C. Detrain. 2008. Ant-seed interactions: combined effects of ant and plant species on seed removal patterns. *Insectes Sociaux* 3: 220-230.
- Smith, R. L. y T. M. Smith. 2001. *Ecología*. Pearson Addison Wesley. España. 629 p.
- Snelling, R. R. 1995. Systematics of Nearctic ants of the genus *Dorymyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). *Contributions in Science* 454: 1-14.
- Snelling, R. R. 2007. Taxonomy of the *Camponotus festinatus* complex in the United States of America (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecologische Nachrichten* 8: 83-97.
- Statsoft Inc. 1995. *Statistical user guide. Complete Statistical System* Statsoft. Oklahoma, USA.
- Summerville, K. S., T. O. Crist, J. K. Kahn and J. C. Gering. 2003. Community structure of arboreal caterpillars within and among four tree species of the Eastern deciduous forest. *Ecological Entomology* 28: 747-757.
- Taylor, R. W. 1978. *Nothomyrmecia macrops*: a living-fossil ant rediscovered. *Science* 201: 979-985.
- Torchote, P., D. Sitthicharoenchai and C. Chaisuekul. 2010. Ant species diversity and community composition in three different habitats: mixed deciduous forest, teak plantation and fruit orchard. *Tropical Natural History* 10: 37-51.

- Tovar-Sánchez, E. and K. Oyama. 2006. Community structure of canopy arthropods associated to *Quercus crassifolia* x *Quercus crassipes* complex. *Oikos* 112: 370-381.
- Tovar-Sánchez, E. 2009. Canopy arthropods community within and among oak species in Central México. *Current Zoology* 55: 133-145.
- Valenzuela-González, J., L. Quiroz-Robledo y D. L. Martínez-Tlapa. 2008. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae). En: Manson, R. H., V. Hernández-Ortíz, S. Gallina y K. Mehltreter (eds.). *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación*. INECOL, INESEMARNAT. México. 331 p.
- Vasconcelos, H. L., M. F. Leite, J. M. S. Vilhena, A. P. Lima and W. E. Magnusson. 2008. Ant diversity in an Amazonian savanna: relationship with vegetation structure, disturbance by fire and dominant ants. *Austral Ecology* 33:221-231.
- Vásquez, R. A., O. R. Bustamante and J. A. Simonetti. 1995. Granivory in the Chilean matorral: extending the information on arid zones of South America. *Ecography* 18: 403-409.
- Vásquez-Bolaños, M. 2007. Una especie nueva del género *Tetramorium* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) de Mascota, Jalisco, México. *Dugesiana* 14: 93-97.
- Vite-Silva, V. D., A. Ramírez-Bautista y U. Hernández-Salinas. 2010. Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de

- Mteztitlán, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 473-485.
- Wagner, D., J. B. Jones and D. M. Gordon. 2003. Development of harvester ant colonies alters soil chemistry. *Soil Biology and Biochemistry* 36: 797-804.
- Ward, D. and J. Beggs. 2007. Coexistence, habitat patterns and the assembly of ant communities in the Yasawa Islands, Fiji. *Acta Oecologica* 215-223.
- Ward, P. S. 2007a. Phylogeny, classification and species-level taxonomy of ants (Hymenoptera:Formicidae). In: Zhang, Z. Q. and W. A. Shear (eds.). *Linneaus Tercentenary: progress in invertebrate taxonomy*. *Zootaxa* 1668: 549-563.
- Ward, P. S. 2007b. The ant genus *Leptanilloides*: discovery of the male and evaluation of the phylogenetic relationships based on DNA sequence data. In: 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 contribution*, 80: Pp 637-649.
- Watkins, J. F. 1982. The army ants of Mexico (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 55: 197-247.
- Whitford, W. G. 1978. Structure and seasonal activity of Chihuahuan desert ant communities. *Insectes Sociaux* 25: 79-88.
- Whitford, W. G. and E. Jackson. 2007. Seed harvester ants (*Pogonomyrmex rugosus*) as “pulse” predators. *Journal of Arid Environments* 70: 549-552.

- Whitford, W. G., G. Barnes and Y. Steinberger. 2008. Effects of three species of Chihuahuan desert ants on annual plants and soil properties. *Journal of Arid Environments* 72: 392-400.
- Wiens, J. J. and M. J. Donoghue. 2004. Historical biogeography, ecology and species richness. *Trends in ecology and Evolution* 19: 639-644.
- Wilson, E.O. 2003. *Pheidole* in the New World: a dominant hyperdiverse ant genus. Cambridge, MA. Harvard University Press. 794 p.
- Wilson, E. O. and B. Hölldobler. 2005. The rise of the ants: a phylogenetic and ecological explanation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102: 7411-7414.
- Wilson, E. O., J. M. Carpenter and W. L. Brown. 1967. The first Mesozoic ants, with a description of a new subfamily. *Psyche* 74: 1-19.
- Yanoviak, S. P. and M. Kaspari. 2000. Community structure and the habitat template: ants in the tropical forest canopy and litter. *Oikos* 89: 259-266.