

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

FERNANDO VARELA-HERNÁNDEZ¹

RESUMEN. VARELA-HERNÁNDEZ FERNANDO. 2013. *Variación temporal de las comunidades de hormigas en matorral xerófilo con dominancia de Cephalocereus senilis y Stenocereus dumortieri en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Rev. per. entomol 48: 1-6.* 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 comparó la estructura de comunidades de hormigas en dos localidades de matorral xerófilo, una con dominancia de *Cephalocereus senilis* y otra de *Stenocereus dumortieri* dentro de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Se muestreó bimestralmente cada localidad de 2008 a 2009 mediante trampas pitfall dispuestas en transectos lineales. La estructura de las comunidades de hormigas entre las dos localidades de vegetación no resultó diferente estadísticamente, concluyéndose que las diferencias en su vegetación no influyeron sobre los atributos de las comunidades de hormigas. En este trabajo se consideró que la escala a la que se llevó el estudio influyó sobre los resultados, sugiriéndose que los atributos de las comunidades de hormigas sólo podrían ser percibidos a mayores escalas espacio-temporales.

Palabras clave: Comunidades, diversidad, gremios, hormigas, Metztitlán, riqueza específica, zonas áridas.

ABSTRACT. VARELA-HERNÁNDEZ FERNANDO. 2013. *Temporary variation of the communities of ants in xerophilous bushes with dominance of Cephalocereus senilis and Stenocereus dumortieri in the Reserve of the Biosphere Barranca of Metztitlán, Hidalgo, Mexico. Rev. per. entomol 48: 1-6.* Ants form a diverse group in most of the World's terrestrial ecosystems, including arid zones. Mexico is one of the World's megadiverse countries and a great part of its territory belongs to arid ecosystems. However, few studies at the community level have been performed in these ecosystems. This work compared the community structure of ants in two shrubland localities, one dominated by *Cephalocereus senilis* and another by *Stenocereus dumortieri* from Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, Mexico. Each locality was sampled every two months by pitfall traps in lineal transects from 2008 to 2009. There were no statistical differences between ants communities in both localities, concluding that vegetation didn't influence ants communities attributes. It is considered here that the scale at which this work was performed influenced on the results and such differences only might be perceived at major spatio-temporal scales.

Key words: Ants, arid zones, communities, diversity, guilds, Metztitlán, specific richness.

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 & 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 & 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 & 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. (2000), 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 & O'Donnell 2003), forrajeo (Whitford & Jackson 2007), mortalidad a nivel de colonias (Sanders & Gordon 2004) y sincronización en su apareamiento (Kaspari & Valone 2002), también relacionados con los eventos de precipitación.

¹ Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Zoología. Avenida de las Ciencias s/n, Juriquilla, Querétaro, México C. P. 76230. ferdher@yahoo.com.mx

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.

Materiales y métodos

Zona de estudio

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).

La RBBM se encuentra en la parte centro-este del estado de Hidalgo, México (Fig. 1), con una elevación que va de los 1, 000 a los 2, 000 msnm (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).

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

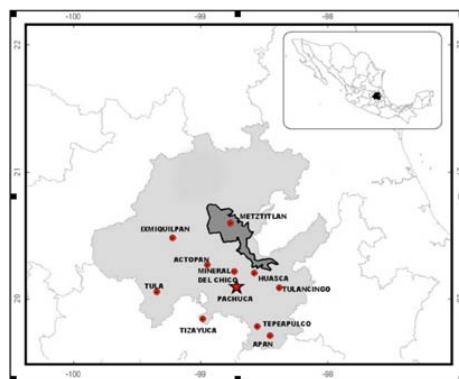


Figura 1. Ubicación y límites de la RBBM en el estado de Hidalgo. Tomado de (<http://web.ecologia.unam.mx/laboratorios/evolucionmolecular/index.php/es/metztitlan>).

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° 27.99' N, 98° 40' W; 1, 344 msnm), presenta dominancia del cactus columnar candelabriforme *Stenocereus dumortieri*, mientras que el segundo (20° 29' N, 98° 41. 48' W; 1, 317 msnm) está dominado por *Cephalocereus senilis*. La distancia entre ambos sitios es de 5 km aproximadamente.

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 & 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 en viales con alcohol al 70% a nivel de género

Resultados

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>Formiculus</i> sp.		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. pudorusus</i>	X	X
Formicinae	<i>Nylanderia arenivaga</i>		X
Myrmicinae	<i>Atta mexicana</i>		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 calens</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>Tennothorax schmittii</i>		X
Myrmicinae	<i>T. terrigena</i>	X	X
Myrmicinae	<i>Tetramorium spinosum</i>	X	X
Ponerinae	<i>Odontomachus clarus</i>		X
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	X	X
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex pallidus</i>		X

Diversidad de especies

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.

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 ($F_{5,190}=1.063$, $p>0.05$).

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

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 H' max Log Base 10.	Shannon J'
<i>S. dumortieri</i> /N o. 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	0.749	1.041	0.425
6	86	6	1.679	0.778	0.42
Media (DE)	545.16 (424.80)	9.5 (1.8)	1.004 (0.23)	0.969 (0.9)	0.417 (0.09)
<i>C. senilis</i> /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 (DE)	387.83 (313.46)	12.16 (4.4)	1.281 (0.32)	1.054 (0.19)	0.519 (0.19)
Prueba de t	n.s	n. S	n. S	n. S	n.s

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. 2).



Figura 2. 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. 3).

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.



Figura 3. 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.

Efecto de la temperatura sobre la abundancia de hormigas

La Fig. 4 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°C . La primera colecta en marzo coincidió con la mayor abundancia de hormigas y una temperatura de 21.43°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. No existió una relación significativa entre la temperatura media mensual y la abundancia de hormigas encontradas en matorral xerófilo con *C. senilis* ($R^2 = 0.14$; $p > 0.05$).

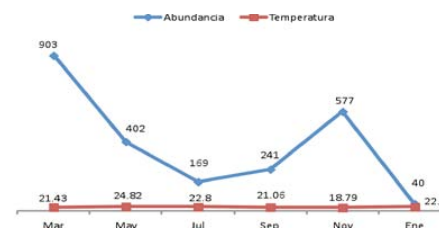


Figura 4. Valores de la abundancia (número de individuos) de las hormigas en matorral xerófilo con presencia de *C. senilis* y temperatura promedio mensual ($^{\circ}\text{C}$) dentro de la RBBM.

La Fig. 5 muestra los patrones de distribución de la abundancia de hormigas encontrados en *S. dumortieri* y de la temperatura media mensual ($^{\circ}\text{C}$) 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.

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

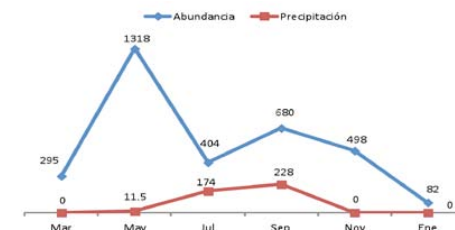


Figura 5. Valores de la abundancia (número de individuos) de las hormigas en matorral xerófilo con presencia de *S. dumortieri* y temperatura media mensual ($^{\circ}\text{C}$) dentro de la RBBM.

Efecto de la época del año sobre la biomasa de hormigas

De acuerdo con las pruebas 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*.

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 & 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 & 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 la 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), compararon 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 Hornos, 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 & 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 & 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, el mismo que se llevó a cabo durante varios años.

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.

Agradecimientos

Agradezco al Posgrado en Ciencias Biológicas (UNAM) y CONACyT por el apoyo otorgado para la realización de los estudios de doctorado. También agradezco a la Dra. Rosa Gabriela Castaño Meneses por su valiosa asesoría durante el proyecto y finalmente a la pasante de Biól. Daniela Pérez Velásquez, a la Biól. Gabriela Díaz Juárez, al Maestro en Ciencias Jorge Calónico, al Maestro en Ciencias José Hernández y a Sergio Reynaud por su invaluable ayuda en el campo.

Referencias

Addinsoft TM 2011. XLSTAT Your data analysis solution. Versión 2011. Barcelona España.
 Agosti D, Alonso LE. 2000. The ALL Protocol, a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. In Agosti D, Majer JD, Alonso LE, and Shultz TR (Eds.). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. (pp. 204–206). Smithsonian Institution, Washington, D.C.
 Aguiar RM, Sala OE. 1999. Patch structure, dynamics and implications for the functioning of arid ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution* 14: 273–277.
 Bestelmeyer BT, Schooley RL. 1999. The ants of the southern Sonoran desert: community structure and

the role of trees. *Biodiversity and Conservation* 8: 643–657.
 Brown WL. 2000. Diversity of ants. In Agosti D, Majer JD, Leanne AE, Schultz TR (Eds.). *Ants. Standard Methods for measuring and monitoring biodiversity*. (pp 45–79). Smithsonian Institution Press. Washington and London.
 Bucher EH. 1987. Herbivory in arid and semi-arid regions of Argentina. *Revista de Historia Natural* 60: 265–273.
 Cerdá X. 2001. Behavioural and physiological traits to thermal stress tolerance in two Spanish desert ants. *Etología* 9: 15–27.
 Cokendolpher JC, Francke OF. 1984. Temperature preferences of four species of fire ants (Hymenoptera: Formicidae: *Solenopsis*) *Psyche* 92: 91–101.
 Cuautle M, Rico-Gray V, García-Franco JG, López-Portillo J, Thien LB. 1999. Description and seasonality of a homoptera-ant-plant interaction in the semiarid Zapotitlan Valley, Puebla, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 78: 73–82.
 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, Stark JM. 2000. Plant species effects and carbon and nitrogen cycling in sagebrush-crested wheatgrass soil. *Soil Biology and Biochemistry* 32: 47–57.
 Davidson DW. 1977. Species diversity and community organization in desert seed-eating ants. *Ecology* 58: 711–724.
 Englisch T, Steiner FM, Schlick-Steiner BC. 2005. Fine-scale grassland assemblage analysis in Central Europe: ants tell another story than plants (Hymenoptera: Formicidae; Spermatophyta) *Myrmecologische Nachrichten* 7: 61–67.
 Holway DA, Suarez AV, Case TJ. 2002. Role of abiotic factors in governing susceptibility to invasion: a test with Argentine ants. *Ecology* 83: 16410–1619.
 Hunt JH. 1974. Temporal activity patterns in two competing ant species (Hymenoptera: Formicidae). *Psyche* 81: 237–242.
 Kaspari M, Alonso L, O'Donnell S. 2000. Three energy variables predict ant abundance at a geographical scale. *Proceedings of the Royal Society of London* 267: 485–489.
 Kaspari M, Pickering J, Longino JT, Windsor D. 2001. The phenology of a Neotropical ant assemblage: evidence for continuous and overlapping reproduction. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 50: 382–390.
 Kaspari M, Weiser MD. 1999. The size-grain hypothesis and interspecific scaling in ants. *Functional Ecology* 13: 530–538.
 Kaspari M, Valone TJ. 2002. On ectotherm abundance in a seasonal environment studies of a desert ant assemblage. *Ecology* 83: 2991–2996.

Kaspari M, O'Donnell S. 2003. High rates of army ants raids in the Neotropics and implications for ant colony and community structure. *Evolutionary Ecology Research* 5: 933–939.
 Latke JE. 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. XXVI + 398 p.
 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>.
 Mackay WP, Mackay EE. 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.
 Mackay WP. 1991. The role of ants and termites in desert communities. In: Polis GA (ed.). *The Ecology of Desert Communities*. The University of Arizona Press. Tucson, AZ. 456 p.
 Magurran AE. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing. Oxford, UK.
 Noy-Meier I. 1973. Desert ecosystems: environments and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 25–51.
 Ríos-Casanova L, Valiente A, Rico-Gray V. 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, Valiente A, Rico-Gray V. 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 MG. 2006. *Ecología evolutiva en cinco especies de agave*. Tesis de doctorado. UNAM. Instituto de Ecología. 154 pp.
 Sanders NJ, Moss J, Wagner D. 2003. Patterns of ant species richness along elevational gradients in an arid ecosystem. *Global Ecology and Biogeography* 12: 93–102.
 Sanders NJ, Gordon DM. 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.
 Statsoft Inc. 1995. *Statistical user guide*. Complete Statistical System Statsoft. Oklahoma, USA.
 Whitford WG, Jackson E. 2007. Seed harvester ants (*Pogonomyrmex rugosus*) as “pulse” predators. *Journal of Arid Environments* 70: 549–552.
 Whitford WG. 1978. Structure and seasonal activity of Chihuahuan desert ant communities. *Insectes Sociaux* 25: 79–88.

Fecha de recepción: 16-12-12. Fecha de aceptación: 01-02-13.
