

Vidsupra visión científica

Vol. 17 Núm. 1
enero - junio 2025



Educación
Secretaría de Educación Pública



Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

- Arturo Reyes Sandoval. Director General
- Mauricio Igor Jasso Zaranda. Secretario General
- Ismael Jaidar Monter. Secretario Académico
- Ana Lilia Coria Páez. Secretaria de Investigación y Posgrado
- Yessica Gasca Castillo. Secretaria de Innovación e Integración Social
- Marco Antonio Sosa Palacios. Secretario de Servicios Educativos
- Javier Tapia Santoyo. Secretario de Administración
- Noel Miranda Mendoza. Secretario Ejecutivo de la COFAA
- José Alejandro Camacho Sánchez. Secretario Ejecutivo del POI
- Marx Yazalde Ortiz Correa. Abogado General
- Modesto Cárdenas García. Presidente del Decanato
- Orlando David Parada Vicente. Coordinador General de Planeación e Información
- Andrés Falcón García. Coordinador General del CENAC
- Marco Antonio Ramírez Urbina. Coordinador de Imagen Institucional

CIIDIR UNIDAD DURANGO

- Eduardo Sánchez Ortíz. Director
- Diana Carolina Alanis Bañuelos. Subdirectora Administrativa
- César Arturo González Hernández. Subdirector de Servicios Educativos y de Integración Social.
- Mayra Edith Burciaga Siqueiros. Subdirectora Académico y de Investigación.
- Amelia Quezada Díaz. Jefa del Departamento de Posgrado
- Denise Martínez Espino. Jefa de la Unidad Politécnica de Integración Social
- Claudia Elia Soto Pedroza. Jefa de la UTEyCV
- Flor Isela Retana Rentería. Jefa del Dpto. de Investigación y Desarrollo Tecnológico
- Alejandra del Campo González. Jefa del Dpto. de Recursos Financieros y Materiales
- Adán Villarreal Márquez. Jefe de la Coordinación de Enlace y Gestión Técnica
- Lidia Marisa Hernández Estrada. Jefa del Departamento de Servicios Educativos
- Víctor Daniel Ríos García. Jefe de la Unidad de Informática
- Sara Silva Haro. Jefa del Departamento de Capital Humano

Vidsupra visión científica Vol. 17, No. 1, ENERO-JUNIO 2025, es una publicación semestral editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. Calle Sigma Núm. 119, Fracc. 20 de Noviembre II. C.P. 34220. Teléfonos: 618 8142091 y 618 8144540. <http://www.ciidirdurango.ipn.mx/vidsupra.html>. Editor responsable: Dr. Eduardo Sánchez Ortíz. Certificado de reserva de derechos al Uso Exclusivo del Título No. 04-2023-122013590600-102, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. ISSN en trámite. Responsable de la última actualización de este número, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. Dr. Eduardo Sánchez Ortíz. Fecha de última modificación 30 de junio de 2025.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

* Fotografía: Reinas y obreras de *Solenopsis geminata*. Autor: Miguel Vásquez Bolaños.



CONTENIDO

- 2 **RESEÑA DE LA VII REUNIÓN DE FORMICIDAE DE MÉXICO**
Miguel Angel Soto-Cárdenas y Miguel Vásquez-Bolaños
- 4 **SOBREVIVIENDO LA SEQUÍA: DIETA DE HORMIGAS GRANÍVORAS EN EL DESIERTO SONORENSE**
Andrés Verver y Gabriela Castaño-Meneses
- 17 **POLINIZACIÓN POR HORMIGAS: ANÁLISIS GLOBAL Y PARTICULARIDADES EN MÉXICO.**
Angela Nava Bolaños y Gabriela Castaño Meneses.
- 27 **HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) DE ZACATECAS, MÉXICO**
Carlos Emiliano Ramírez-Cepeda y Miguel Vásquez-Bolaños
- 36 **HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) DE SUELO COMO BIOINDICADORES EN LA ESTACIÓN BIOLÓGICA AGUA ZARCA (EBAZ), SAN JOSÉ DE GRACIA, AGUASCALIENTES, MÉXICO**
Mariana Alejandra de Santos-Medina, Israel de Jesús Rodríguez-Elizalde y Jaime Antonio Escoto-Moreno
- 52 ***Liometopum apiculatum* MAYR, 1870 (Formicidae: Dolichoderinae) PROMOTORA DE LA DIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS EDÁFICOS EN UNA ZONA ÁRIDA DE HIDALGO**
Erandi Mentado-Minero, Alicia Callejas Chavero y Gabriela Castaño-Meneses
- 63 **LISTADO DE FORMÍCIDOS (Hymenoptera: Formicidae) DE TEUCHITLÁN, JALISCO, MÉXICO**
Vanessa Elizabeth Pérez Morales, Miguel Vásquez Bolaños
- 70 **DIVERSIDAD DE HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) ASOCIADAS A FLORES Y FRUTOS DE DOS ESPECIE DE CACTÁCEAS (CACTACEAE), EN UNA ZONA ÁRIDA DE HIDALGO, MÉXICO**
Ma. Fernanda Franco Solís, Alicia Callejas Chavero y Rosa Gabriela Castaño Meneses
- 84 **HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) DE LA MICHILÍA, DURANGO, MÉXICO**
Nota científica
Miguel Ángel Soto-Cárdenas y Miguel Vásquez-Bolaños

Reseña de la VII Reunión de Formicidae de México

Miguel Angel Soto-Cárdenas y Miguel Vásquez-Bolaños

La Reunión de Formicidae de México cumple 12 años, en ese entonces dio inicio esta serie de eventos que, cada dos años, reúne a quienes comparten un interés común: el estudio de las hormigas de México. Las reuniones de Formicidae de México nacieron ante la necesidad de tener un espacio adecuado para compartir las novedades relacionadas con el conocimiento de las hormigas de México, este espacio ha servido también para intercambiar ideas y establecer redes de colaboración entre especialistas. Son, además, un importante semillero para que estudiantes de todos los niveles que buscan formarse en esta disciplina encuentren una oportunidad. La iniciativa motivó que a partir de 2013 se realizara la primera Reunión de Formicidae de México, que con una periodicidad bianual ha cambiado de sede y de organizadores en cada ocasión:

I Reunión de Formicidae de México, CUCBA, Universidad de Guadalajara; Zapopan, Jalisco, 13 y 14 de junio de 2013.

II Reunión de Formicidae de México, UMDI, Facultad de Ciencias, UNAM; Juriquilla, Querétaro, 28 y 29 de mayo de 2015.

III Reunión de Formicidae de México, ECOSUR Chetumal; Chetumal, Quintana Roo, 6 y 7 de julio de 2017.

IV Reunión de Formicidae de México, INECOL; Xalapa, Veracruz, 10 y 11 de junio de 2019.

V Reunión de Formicidae de México, FES Iztacala, UNAM; Los Reyes, Estado de México, 28 y 29 de junio de 2021 (virtual).

VI Reunión de Formicidae de México, UMDI, Facultad de Ciencias, UNAM; Juriquilla, Querétaro, 12 y 13 de junio de 2023.

La **VII Reunión de Formicidae de México** se celebró el lunes 16 y martes 17 de junio de 2025, en esta ocasión el anfitrión fue el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Durango del Instituto Politécnico Nacional, en la ciudad Victoria de Durango. Y gracias a la Academia de Entomología y al comité organizador integrado por María del Socorro Morales de Casas, Silvia Areli Aguirre de la Serna, Daniel Ochoa García, César Israel Hernández Ramírez y como coordinador Miguel Ángel Soto Cárdenas.

Esta edición contó con la presentación de 36 ponencias con temas variados que abarcaron desde taxonomía, diversidad, ecología, etología, biología molecular, agroecología y etnobiología; una de estas ponencias fue la presentación de un video documental. La afluencia fue de alrededor de 60 participantes, entre ponentes y asistentes. Se tuvo la participación de instituciones nacionales e internacionales: Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia; Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Aguascalientes; Departamento de Biología de la Universidad de Guanajuato; Academia de Acuicultura de la Universidad Tecnológica del Mar de Tamaulipas Bicentenario; Centro de Estudios en Zoología de la Universidad de Guadalajara; Unidad Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Zacatecas; Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Región Orizaba-Córdoba de la Universidad Veracruzana; Red de Ecología Funcional del Instituto de Ecología A. C.; Secretaría de Educación Jalisco; Lanzando Lázaros S.A de C.V.; Comisión de Filmaciones del Estado de Guanajuato; Laboratorio de Macroecología (IIES), Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica, Instituto de Biología, Instituto de Investigaciones Biomédicas, Facultad de Ciencias y Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM; UPII-Campus Guanajuato y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN y por supuesto del CIIDIR Unidad Durango.

Cada vez hay más grupos de trabajo e instituciones que desarrollan investigación, desde muy diversas áreas del conocimiento, sobre las hormigas a lo largo y ancho del territorio nacional. Además de los aspectos básicos como inventarios y listas taxonómicas, estudios de conducta e interacciones, valoración de las hormigas en agroecosistemas y la percepción en sectores de población clave; ahora se hace uso de bases de datos para estudios de macroecología y se tienen proyectos con las novedades tecnológicas y la incorporación de IA para el entendimiento del comportamiento y la organización social de las hormigas. Confiamos en que las reuniones venideras continúen con esta noble labor y logren el objetivo que se planteó al inicio, en pro de las hormigas de México.

SOBREVIVIENDO LA SEQUÍA: DIETA DE HORMIGAS GRANÍVORAS EN EL DESIERTO SONORENSE

Andrés Verver^{1,2} y Gabriela Castaño-Meneses¹

¹Laboratorio de Ecología de Artrópodos en Ambientes Extremos, Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla.

²Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

RESUMEN

En este trabajo se determinó la dieta durante la temporada seca (mayo-julio del 2024) de 3 especies de hormigas granívoras (*Pogonomyrmex bicolor*, *Pogonomyrmex maricopa* y *Veromessor pergandei*) que coexisten en el Cerro del Bachoco, Hermosillo, Sonora. Se realizaron colectas en 22 nidos de *P. bicolor* (1334 artículos), 6 nidos de *P. maricopa* (1257 artículos) y 21 nidos de *V. pergandei* (3009 artículos). Más del 80% de los artículos recolectados por cada especie correspondían a semillas. Las semillas de gramíneas fueron las más colectadas, conformando entre el 40-70% de la dieta en esta temporada. El zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*, pasto exótico invasor) fue la semilla más transportada. Otros artículos se categorizaron en: Partes Vegetales, Artrópodos y Excretas/Materia Orgánica. Entre ellos destacan las Partes Vegetales transportadas por *V. pergandei* (16.1% de su dieta) y los Artrópodos acarreados por *P. maricopa* (11.1% de su dieta). La mayor diversidad de la dieta (número efectivo de especies) la presentó *V. pergandei* ($D^1 = 6$), seguida de *P. bicolor* ($D^1 = 5$); mientras que *P. maricopa* mostró una dieta menos diversa ($D^1 = 3$). Se encontraron diferencias significativas entre las dietas ($\text{Chi}^2 = 1734.5$, $\text{gl} = 32$, $p < 0.001$). Las diferencias se reflejaron en la proporción de semillas utilizadas, principalmente de 4 familias de plantas (Asteraceae, Fabaceae, Poaceae y Boraginaceae), así como en artículos diferentes a semillas (artrópodos y estructuras vegetales). Estas diferencias pueden representar la partición del nicho trófico entre estas hormigas, disminuyendo la competencia entre ellas y permitiendo su coexistencia.

PALABRAS CLAVE:

hormigas granívoras,
dieta, forrajeo,
ecología trófica,
competencia.

ABSTRACT

In this study we determined, during the dry season (May-July 2024), the diet of three granivorous ant species (*Pogonomyrmex bicolor*, *Pogonomyrmex maricopa*, and *Veromessor pergandei*) that coexist at Cerro del Bachoco, Hermosillo, Sonora. We collected in 22 *P. bicolor* nests (1334 items), 6 *P. maricopa* nests (1257 items), and 21 *V. pergandei* nests (3009 items). More than 80% of the items collected by each species were seeds (86.6%, 81.9%, and 81.1%, respectively). Grass seeds were the most collected, making up between 40-70% of the diet during this season. Buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*, an invasive exotic grass) was the most transported seed (46.2%, 66.7%, and 38.0% of the diet, respectively). Other items were categorized as: Plant Parts, Arthropods, and Excreta/Organic Matter. Notable among these were Plant Parts transported by *V. pergandei* (16.1% of its diet) and Arthropods carried by *P. maricopa* (11.1% of its diet). The highest diet diversity (effective number of species) was found in *V. pergandei* ($D^1 = 6$), followed by *P. bicolor* ($D^1 = 5$), while *P. maricopa* showed a less diverse diet ($D^1 = 3$). Significant differences were found among the diets ($\text{Chi}^2 = 1734.5$, $\text{df} = 32$, $p < 0.001$). These differences were reflected in the proportion of seeds consumed, mainly from four plant families (Asteraceae, Fabaceae, Poaceae, and Boraginaceae), as well as in non-seed items (arthropods and plant structures). Such differences may represent trophic niche partitioning among these ant species, reducing interspecific competition and enabling their coexistence.

KEYWORDS

harvester ants, diet, foraging, trophic ecology, competition.

INTRODUCCIÓN

Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) son el grupo de insectos eusociales más diverso, con 14,316 especies válidas (Bolton, 2025). Debido a su diversidad y abundancia, desempeñan un papel fundamental en ecosistemas naturales y agrícolas, por lo que se les considera como ingenieras de ecosistemas (Folgarait, 1998; Kaspari, 2003; Rojas-Fernández, 2001; Schultheiss *et al.*, 2022; Uhey Hofstetter, 2022). Presentan diferentes hábitos alimenticios, sitios de nidificación y comportamientos (Hölldobler y Wilson, 1990) y su actividad tiene implicaciones en la sociedad

humana, tanto positivas (brindando servicios ecosistémicos) como negativas (p. ej. plagas en zonas urbanas y/o agrícolas; Del Toro *et al.*, 2012). Su dieta va desde una alimentación generalista, donde utilizan una gran variedad de recursos, hasta la especialización en la recolección de un solo alimento.

Entre los principales recursos aprovechados por las hormigas encontramos el néctar principalmente extrafloral (Johnson *et al.*, 2001), diversos artrópodos (presas o carroña), cultivos de hongos a base de heces o materia vegetal, secreciones de insectos y semillas (Hölldobler y Wilson, 1990; Kaspari,

2003; Lanan, 2014). Su aparato bucal presenta modificaciones acordes a su tipo de alimentación facilitando la ingesta de alimentos líquidos o sólidos, según sea el caso (Richter y Economo, 2023). Además, las hormigas son selectivas en su alimentación, la cual se ve influenciada por diferentes características del alimento, como su distribución, abundancia, tamaño, forma, composición química, nutrientes, concentración de compuestos secundarios (plantas), entre otros (Feldhaar *et al.*, 2010; Lanan, 2014; Pirk y López de Casenave, 2011; Renyard *et al.*, 2024; Segev *et al.*, 2020; Stradling, 1978). Dentro de las hormigas con una alimentación especializada se encuentran las hormigas granívoras o cosechadoras de semillas. Estas hormigas basan su dieta principalmente en las semillas que recolectan y almacenan en sus nidos subterráneos, las cuales consumen posteriormente (Hölldobler y Wilson, 1990; MacMahon *et al.* 2000). Esta conducta alimentaria se encuentra más desarrollada en la subfamilia Myrmicinae, principalmente en los géneros *Pogonomyrmex*, *Veromessor*, *Messor*, *Aphaenogaster*, *Pheidole* y *Solenopsis* (MacKay, 1990; Rojas-Fernández, 2001; Uhey y Hofstetter, 2022).

Las semillas de gramíneas (Poaceae) son un componente importante en su dieta, llegando a conformar alrededor del 80% de la misma (Miretti *et al.*, 2024; Pirk y López de Casenave, 2006). A pesar de ser principalmente depredadoras de semillas, estas hormigas pueden contribuir en la dispersión secundaria, ya que pierden en el trayecto cerca del 9% de semillas que transportan (Arnan *et al.*, 2010; Gómez y Espadaler, 1994). Además, participan en el reciclaje de nutrientes, pues complementan su dieta con otros artículos de origen vegetal (flores, tallos, hojas, entre otros)

o animal (excretas y artrópodos principalmente muertos) (MacMahon *et al.*, 2000; Pol *et al.*, 2023). Toda su actividad genera un importante impacto en la estructura de las poblaciones y comunidades vegetales, particularmente en sus presas preferidas (MacMahon *et al.*, 2000; Schmasow y Robertson, 2016), ya que la recolección y consumo selectivo de semillas influyen en la distribución y abundancia relativa de las plantas, así como en la dinámica de los ecosistemas, modificando la disponibilidad de recursos y la composición de las comunidades vegetales (MacMahon *et al.*, 2000).

En este estudio nos enfocamos en conocer la dieta, durante la temporada seca, de tres especies de hormigas granívoras simpátricas *Pogonomyrmex maricopa* Wheeler, W.M., *P. bicolor* Cole y *Veromessor pergandei* Mayr en una zona del Desierto Sonorense, a fin de comparar las semillas y recursos que son recolectados por estas especies y las implicaciones que esto podría tener en su coexistencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de muestreo.

El Cerro del Bachoco (29°08'46.39" N, 110°57'10.67" O; Figura 1) se ubica al noreste de la ciudad de Hermosillo, Sonora. Pertenece a las Planicies de Sonora, una subdivisión del Desierto Sonorense. Esta zona corresponde al sector sur de la Sierra Espinazo Prieto, cuya vegetación en las laderas es típica del matorral espinoso, mientras que en la planicie predominan especies del matorral desértico. Según datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2025) en el periodo de 1991-2020 la precipitación anual de esta zona ronda entre los 316.8 mm (estación Hermosillo OBS) y los

389.1 mm (estación Hermosillo II DGE); y la temperatura media anual es de 25.5 °C. Actualmente es un sitio perturbado, visitado frecuentemente por senderistas y ciclistas, principalmente, por lo que existe una gran cantidad de senderos transitables en el sitio.

Entre las plantas destacadas de este sitio se encuentran **cactáceas**: *Stenocereus thurberi* (Engelm.) Buxb., *Cylindropuntia thurberi* (Engelm.) F.M. Knuth y *Opuntia gosseliniana* F.A.C. Weber;

árboles y arbustos: *Olneya tesota* A. Gray, *Neltuma velutina* Britton y Rose, *Bursera* spp., *Guaiacum coulteri* A. Gray, *Ipomoea arborescens* (Humb. y Bonpl. ex Willd.) G. Don, *Parkinsonia* spp., *Bebbia juncea* (Benth.) Greene. y *Encelia farinosa* A. Gray ex Torr; **hierbas y pastos**: *Cenchrus ciliaris* L. (pasto exótico invasor), *Euphorbia polycarpa* Benth., *Marina parryi* (Torr. y A. Gray) Barneby, *Bouteloua* spp. y *Aristida* spp. (iNaturalistMx, 2024; Martínez-Yrizar *et al.*, 2010; Van Devender y Reina-Guerrero, 2021).

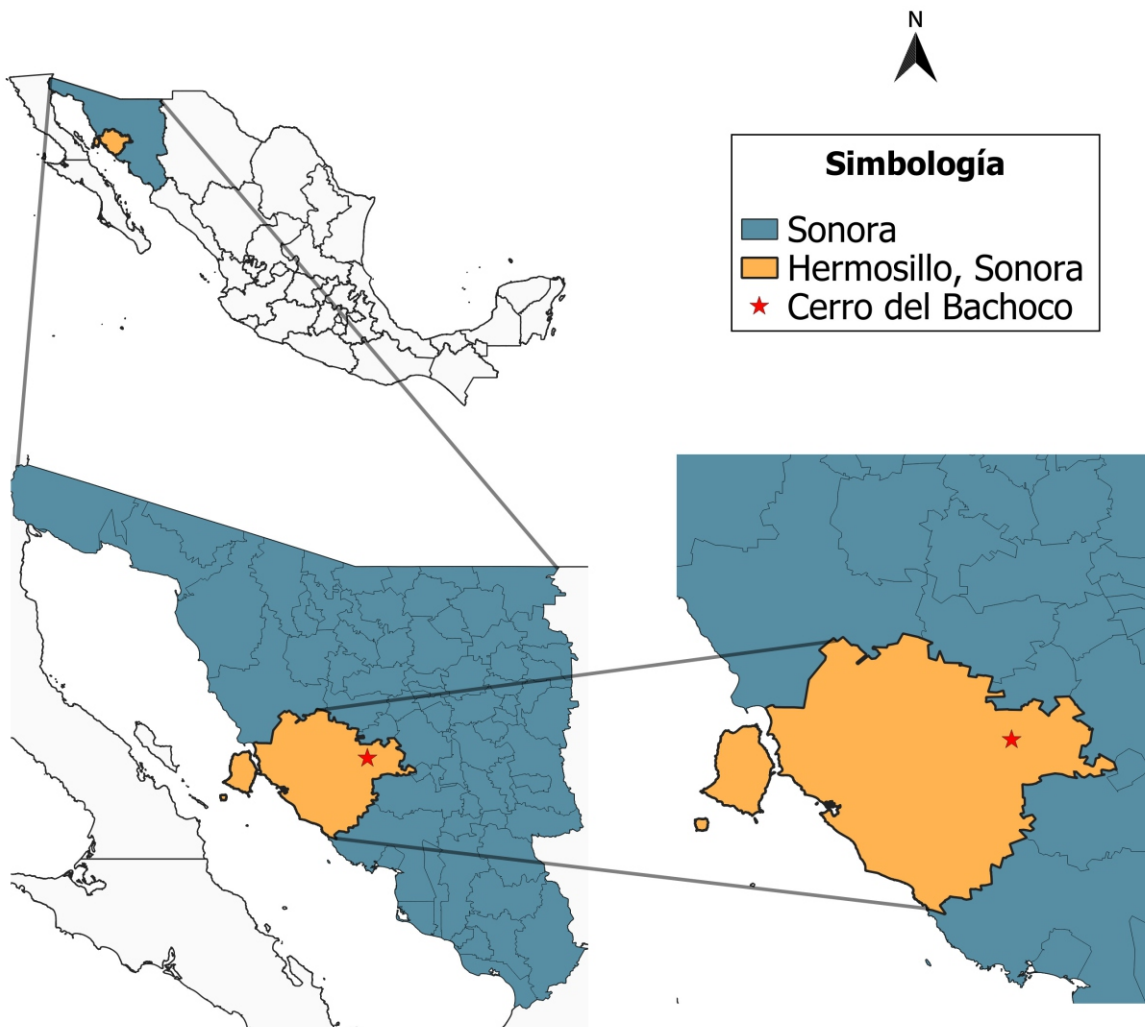


Figura 1. Ubicación del sitio de muestreo. Cerro del Bachoco, Hermosillo, Sonora.

Especies de hormigas granívoras

Pogonomyrmex bicolor Cole, 1968: Las obreras (monomórficas) miden entre 7.2 y 8.2 mm de longitud. Su distribución está limitada a los estados de Arizona (EE. UU.), Sonora, Chihuahua y Sinaloa (México). Se distinguen fácilmente por su coloración rojiza-oscuro en la cabeza y mesosoma, con el gáster negro. Las esquinas posteriores de la cabeza son lisas y brillantes, y las rugosidades cefálicas son tenues, casi ausentes (MacKay *et al.*, 1985). Forrajea de forma grupal y se encuentra dentro del grupo funcional de: forrajeros de senderos troncales. Anida preferentemente en bajadas y hábitats rocosos de laderas (Johnson, 2000).

Pogonomyrmex maricopa Wheeler, 1914: Las obreras (monomórficas) miden entre 6.8 y 8.7 mm de longitud. Tienen una amplia distribución en el sur de EE. UU. y el norte de México. Se diferencian de su pariente más cercano, *Pogonomyrmex californicus* Buckley, 1867, por las rugosidades cefálicas estrechas con espacios interrugales densamente punteados, lo que da un aspecto opaco a las rugosidades, mientras que en *P. californicus*, los espacios interrugales son más espaciados, lisos y brillantes (MacKay *et al.*, 1985; Guénard *et al.*, 2017). Su coloración varía desde un marrón fuerte en la cabeza con el mesosoma y gáster amarillo-rojizo, o cabeza y mesosoma rojizos con el gáster marrón oscuro. La cabeza y el mesosoma son opacos, pero el gáster tiene un brillo intenso (Wheeler y Wheeler, 1986). Forrajea de manera individual y fue clasificada en el grupo funcional: forrajeros solitarios con reclutamiento, por (Johnson 2000). Anida en suelos principalmente arenosos, incluso con arena suelta. El tamaño de sus colonias ronda entre las 5000 y 10000 hormigas (Johnson, 2000; MacKay y MacKay, 2002).

Veromessor pergandei Mayr, 1886: Las obreras (polimórficas) presentan una gran variabilidad en la longitud de su cuerpo, que va de 3.5 a 8.4mm. Están especializadas en la recolección de semillas. Su distribución abarca los desiertos del sur de California y Arizona (EE. UU.), así como Baja California y Sonora (México). Tienen un característico color negro brillante (Wheeler y Wheeler, 1986). El psamóforo no solo incluye los largos y numerosos pelos debajo de la mandíbula (gular y mental), sino también vellosidades a lo largo del borde lateral inferior de las mandíbulas, una característica presente únicamente en esta especie del género *Veromessor*. La cabeza es tan ancha como larga, adelgazándose desde la parte superior, por encima de los ojos, hasta la inserción de las mandíbulas. Las mandíbulas son grandes, fuertemente estriadas y con dientes robustos, excepto el diente del borde interior, que es pequeño (Wheeler y Creighton, 1934; Davidson, 1978). Forrajea grupalmente y (Johnson 2000) la clasificó dentro del grupo funcional: forrajeros en grupo. Anida generalmente en suelos arenosos y el tamaño de sus colonias va desde 35,000 a 50,000 individuos (Johnson, 2000).

Caracterización de la dieta

En la zona llana del sitio (cerca a las faldas de los cerros) se delimitó un área de aproximadamente 16.5 ha, en donde ubicaron y registraron las coordenadas (GPS Garmin-etrex 10) de los diferentes nidos de hormigas granívoras. Durante la temporada seca (31 de mayo – 31 de julio del 2025) se visitaron 22 nidos de *Pogonomyrmex bicolor*, 6 de *P. maricopa* y 21 de *Veromessor pergandei*. Las hormigas se colectaron a aproximadamente 10 cm de la entrada de su nido durante 10 minutos,

utilizando pinzas entomológicas. Las hormigas colectadas transportaban algún artículo hacia su nido, el cual les fue retirado y almacenado en un vial para posteriormente identificarlo (especies de semillas) o categorizarlo (artículos diferentes a semillas: partes vegetales, artrópodos y excretas/materia orgánica) según fuera el caso (Figura 2). La mayoría de las hormigas fueron regresadas a su nido después de la colecta, salvo aquellas que no soltaron el artículo durante la colecta. Las colectas se realizaron principalmente en la mañana (06:00 y 10:00 horas) debido a la escasa actividad que ocurría por las tardes. El rango de temperatura durante las colectas fue de los 23 °C a los 32 °C. Se visitó el sitio entre 3-5 veces por semana.

Si los nidos presentaban actividad de forrajeo considerable, se realizaba una nueva colecta. En cada sesión de muestreo se midió la distancia del sendero de forrajeo, desde la entrada del nido hasta la fuente de alimento.

Análisis estadístico

Se evaluó la diversidad de la dieta de las 3 especies de hormigas granívoras utilizando el Número Efectivo de Especies (D^1), que representa la diversidad basada en el exponencial del Índice de Shannon-Wiener.

Se aplicó la prueba de χ^2 para determinar si existen diferencias significativas en la composición de las dietas.

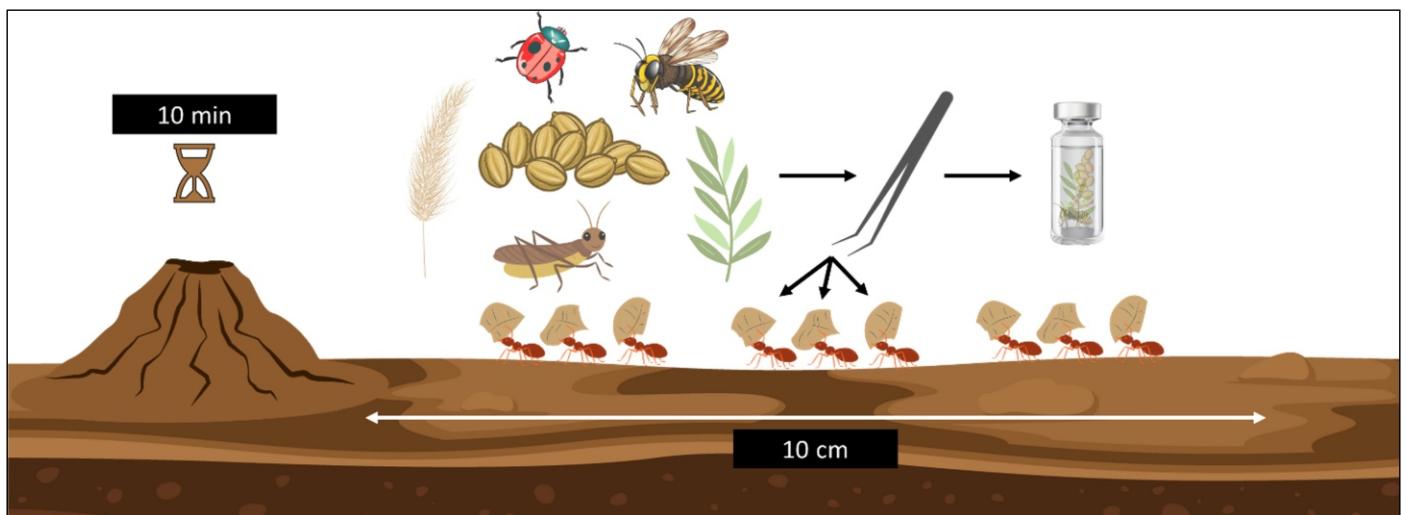


Figura 2. Colecta de artículos. Las colectas se realizaron durante 10 minutos a aproximadamente 10 cm de la entrada del nido. Las hormigas se tomaron con pinzas entomológicas para retirarles el artículo que transportaban y almacenarlo en un vial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dieta

En conjunto, el 82.57 % de los artículos transportados por las 3 especies de hormigas granívoras corresponden a semillas, pertenecientes a 7 familias de plantas. El porcentaje restante lo conformaron otros artículos de origen vegetal o animal (Tabla 1). Del total de semillas (4624), el 58 % pertenecen a gramíneas (Poaceae), conformando una parte importante de su dieta. Este porcentaje resulta más bajo al reportado en otros estudios (p. ej., Miretti *et al.*, 2024; Pirk y López de Casenave, 2006). La mayoría de las semillas fueron transportadas con sus respectivas envolturas (estructuras de dispersión o protección), a diferencia de otras hormigas granívoras que retiran la envoltura antes de trasladarlas a su nido (Pirk y López de Casenave, 2006).

La semilla de zacate buffel (*C. ciliaris*) fue la gramínea más transportada (2597 semillas), conformando el 46.4 % del total de la dieta de estas tres especies de hormigas. A pesar de ser una semilla altamente consumida, las dos especies del género *Pogonomyrmex* no muestran preferencia hacia ella cuando se le ofrece junto a otras semillas (*Aristida adscensionis* y *Encelia farinosa*; también disponibles en el sitio), a diferencia de *V. pergandei*, que sí la selecciona (Verver, 2022). Por su parte, las semillas de Asteráceas son la segunda familia más consumidas por estas hormigas (Tabla 1). Conforman el 22.9 % del total de la dieta y el 27.7 % del total de las semillas. A diferencia de la semilla de zacate buffel, las de *E. farinosa* (Asteraceae) sí se encuentran dentro de la preferencia de las 2 especies de *Pogonomyrmex*. Por el contrario, esta semilla fue la menos seleccionada por

V. pergandei (Verver, 2022). Otros recursos diferentes a semillas conformaron el 17.4 % del total de la dieta. Entre ellos destacan las estructuras vegetales (11.1 %), como pétalos/flores, tallos, hojas, entre otros. Tevis (1958), clasificó a las flores como artículos comestibles para hormigas granívoras, mientras que a tallos y hojas como elementos no comestibles. Estos últimos podrían estar siendo utilizados como herramientas de absorción, tanto para transportar recursos líquidos hacia el nido, como para remover fluidos del mismo (Módra *et al.*, 2021).

***Pogonomyrmex bicolor*:** Esta especie fue encontrada forrajeando únicamente en la mañana. En 10 de los 22 nidos visitados se realizaron colectas en más de una ocasión. En total se obtuvieron 47 muestras (1334 artículos). Los senderos de forrajeo de esta especie rondaron entre los 5 m y los 38 m de largo. En promedio, forrajearon a una distancia de 17 m. En 3 nidos no se logró identificar una dirección de forrajeo debido a que las obreras venían de distintos rumbos, por lo que se midió la distancia de la obrera más lejana encontrada (cargada con dirección al nido) durante un breve periodo de observación (aproximadamente 5 minutos).

De los 1334 artículos transportados por las hormigas, el 86.6% correspondían a semillas. La familia de plantas con mayor representación fue Poaceae, con el 48.4% seguida de Asteraceae con el 32.8 %. Otras familias con menor representación se muestran en la Tabla 1. Se identificaron 10 géneros de plantas dentro de la dieta de esta hormiga. La semilla con mayor representación fue el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*; 46.2%) seguida de *Encelia farinosa* (28.6%).

Estas dos plantas conformaron casi el 75% de su dieta durante esta temporada. La mayoría de las semillas fueron transportadas con su envoltura (estructuras de dispersión y/o protección) salvo el 3.9% de *C. ciliaris*, el 16.7% de *Marina parryi* y el 78.3% de *Dalea mollis*, que fue la excepción. Los artículos encontrados que no eran semillas fueron categorizados en partes vegetales (5.3%; tallos, hojas, pétalos, entre otros), artrópodos (4.3%; otras especies de hormigas y termitas, principalmente) y excretas y/o materia orgánica que no se logró identificar (3.8%; Tabla 1).

***Pogonomyrmex maricopa*:** Esta especie es la que menor abundancia presentaba en el sitio de muestreo. Los 6 nidos muestreados en esta temporada tuvieron una actividad persistente, tanto matutina como vespertina, por lo que se logró realizar colectas en varias ocasiones. En total se obtuvieron 46 muestras (1257 artículos). Los nidos encontrados se ubicaban principalmente en zonas con abundante arena, a lo largo de un pequeño arroyo seco. Se logró presenciar la mudanza de uno de los nidos a aproximadamente 16 m de su nido anterior. Sus obreras forrajearon de manera individual. En los nidos libres de vegetación, al menos a un par de metros a la redonda, las obreras salían y regresaban de diferentes direcciones. Otros nidos se encontraban a orilla del arroyo (secos y arenosos) o de senderos humanos. En ellos la vegetación colindaba directamente con el nido en alguna orientación (por ejemplo, Oeste), pero se encontraba ampliamente despejado hacia otras direcciones (por ejemplo, Norte y Sur). Las obreras utilizaban frecuentemente estos senderos/arroyos libres de vegetación para desplazarse, por lo que las direcciones eran relativamente más fáciles de identificar.

Para registrar la medida a la que estaban forrajeando, se localizó la hormiga más lejana cargada y con dirección al nido durante un breve periodo de observación (aproximadamente 5 minutos). Las distancias de forrajeo mínima y máxima registradas fueron de 5 m y 33 m, respectivamente. En promedio forrajearon a una distancia de 21 m. Si bien, las distancias recorridas son considerables, es muy probable que estemos subestimando la distancia de forrajeo de esta especie ya que lo realiza de manera individual, por lo que se requiere más tiempo de observación y exploración del área para lograr encontrar la distancia máxima que pueden alcanzar las obreras.

Del total de artículos colectados (1257) el 81.9% correspondía a alguna especie de semilla. La familia de plantas con mayor representación fue Poaceae con 66.8%, seguida de Asteraceae (13.9%). El zacate buffel conformó el 66.7% de su dieta, seguido de *Bebbia juncea* (12%). Otras especies de semillas fueron colectadas en bajas proporciones, como se muestra en la Tabla 1. La gran mayoría de las semillas fueron transportadas con su envoltura. Únicamente el 0.6% de las semillas del zacate buffel se encontraban con la envoltura interna. Otro recurso importante para esta especie fueron diferentes insectos (11.6% de su dieta), principalmente hormigas, hemípteros y abejas. El resto de las categorías con menor representación se muestran en la Tabla 1.

***Veromessor pergandei*:** Las colectas de esta especie se realizaron principalmente en la mañana, salvo un nido que se encontraba forrajeando durante una visita por la tarde.

En 11 nidos se realizaron colectas en más de una ocasión. En total se obtuvieron 51 muestras (3009 artículos). La distancia mínima registrada del sendero de forrajeo fue de 2 m., mientras que la distancia máxima fue de 33 m. En promedio forrajearon a una distancia de 17 m. Todos los nidos forrajearon de manera grupal y el sendero de forrajeo era fácilmente observable. El 81.1% de los artículos colectados por esta especie pertenecía a alguna especie de

semilla, mientras que el resto lo conformaron diferentes estructuras vegetales (16.1%), artrópodos (1.5%) y excretas/materia orgánica (1.3%). La familia de plantas con mayor representación fueron las gramíneas (39.8 %), seguidas de las asteráceas (22.3%) y las boragináceas (17.3%). Entre las gramíneas, el 38% de las semillas pertenecían al zacate buffel (*C. ciliaris*) (Tabla 1).

Tabla 1. Composición de la dieta de las 3 especies de hormigas granívoras (*Pogonomyrmex bicolor*, *P. maricopa* y *Veromessor pergandei*) individualmente y en conjunto. Se muestra la familia de plantas o la categoría a la que fue asignada cada artículo, así como la cantidad y el porcentaje que representa dentro de la dieta, tanto por especie de semilla/artículo, como por familia/categoría. Sin ID: semillas que no se lograron identificar. D¹: Número efectivo de especies. *Indica las semillas/artículos más transportados.

Familia o Categoría	Semilla o Artículo	<i>Pogonomyrmex bicolor</i>				<i>Pogonomyrmex maricopa</i>				<i>Veromessor pergandei</i>				Hormigas granívoras			
		Total familia		Total familia		Total familia		Total familia		Total familia		Total familia		Total familia			
		Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%		
Asteraceae	<i>Bebbia juncea</i>	55	4.1	437*	32.8*	151*	12*	175*	13.9*	432*	14.4*	671*	22.3*	638	11.4	1283*	22.9*
	<i>Encelia farinosa</i>	382*	28.6*			24	1.9			239	7.9			645	11.5		
Boraginaceae	<i>Johnstonella angustifolia</i>	3	0.2	3	0.2	1	0.1	1	0.1	521*	17.3*	521*	17.3*	525	9.4	525	9.4
Fabaceae	<i>Marina parryi</i>	6	0.4			—				22	0.7			28	0.5		
	<i>Dalea mollis</i>	60	4.5	69	5.2	—		11	0.9	13	0.4	36	1.2	73	1.3	116	2.1
	<i>Olneya tesota</i>	3	0.2			11	0.9			1	0.03			15	0.27		
Lamiaceae	<i>Condea emoryi</i>	1	0.1	1	0.1	—		—		10	0.3	10	0.3	11	0.2	11	0.2
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia</i> spp	—		—		—		—		1	0.03	1	0.0	1	0.02	1	0.0
Poaceae	<i>Cenchrus ciliaris</i>	616*	46.2*			839*	66.7*			1142*	38.0*			2597*	46.4*		
	<i>Bouteloua aristidoides</i>	22	1.6	645*	48.4*	—		840*	66.8*	48	1.6	1197*	39.8*	70	1.3	2682*	47.9*
	<i>Bouteloua diversispicula</i>	3	0.2			1	0.1			4	0.1			8	0.1		
	<i>Aristida</i> spp	4	0.3			—				3	0.1			7	0.1		
Solanaceae	<i>Datura discolor</i>	—		—		3	0.2	3	0.2	—		—		3	0.05	3	0.05
Sin ID	Sin ID	—		—		—		—		3	0.1	3	0.1	3	0.1	3	0.1
Otros	Estructuras vegetales	71	5.3			66	5.3			484*	16.1*			621*	11.1*		
	Artrópodos	57	4.3	179	13.4	139*	11.1*	227	18.1	46	1.5	570	18.9	242	4.3	976	17.4
	Excretas/Materia Orgánica	51	3.8			22	1.8			40	1.3			113	2.0		
Total de artículos		1334				1257				3009				5600			
Total Semillas		1155	86.6%			1030	81.9%			2439	81.1%			4624	82.57%		
Total Familias/Categorías		14				10				16							
D ¹		5				3				6							

Diversidad de la dieta

El análisis de diversidad dietaria (número efectivo de especies: D^1) mostró que *Veromessor pergandei* presenta la dieta más diversa ($D^1 = 6$), seguido por *Pogonomyrmex bicolor* ($D^1 = 5$). En contraste, *Pogonomyrmex maricopa* mostró la dieta menos diversa ($D^1 = 3$) (Tabla 1).

Se encontraron diferencias significativas entre las dietas de las 3 especies de hormigas granívoras ($\text{Chi}^2 = 1734.5$, $\text{gl} = 32$, $p < 0.001$): *Pogonomyrmex bicolor* utilizó en mayor medida *Encelia farinosa* (Asteraceae) y *Dalea mollis* (Fabaceae), mientras que para *Pogonomyrmex maricopa* destacaron el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*, Poaceae) y los artrópodos. Por último, *Veromessor pergandei* hizo mayor uso de *Johnstonella angustifolia* (Boraginaceae) y de estructuras vegetales.

CONCLUSIONES

Más del 80% de la dieta de las tres especies de hormigas se compone de semillas, por lo que se consideran granívoras especializadas. El zacate buffel fue la semilla más transportada, siendo un componente importante de su dieta en este sitio, y probablemente también en otras áreas dominadas por este pasto exótico invasor. La dieta más diversa la presentó *V. pergandei* ($D^1 = 6$), seguida de *P. bicolor* ($D^1 = 5$) y *P. maricopa* ($D^1 = 3$). Las diferencias en la dieta se reflejaron en la proporción de semillas utilizadas, principalmente de 4 familias de plantas (Asteraceae, Fabaceae, Poaceae y Boraginaceae), así como en la colecta de artículos diferentes a semillas (artrópodos y estructuras vegetales). Estas diferencias pueden representar la partición del nicho trófico entre estas hormigas, disminuyendo la

competencia entre ellas y permitiendo su coexistencia. Es necesario evaluar la disponibilidad de recursos en el sitio, así como los patrones de obtención de alimento para determinar cómo su actividad puede estar influyendo en el ecosistema, especialmente en la composición y distribución de las plantas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al E. Biol. Arturo Cruz-López y a la M.C. Olimpia Ortega-Fimbres por su apoyo técnico en campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnan, X., J. Retana, A. Rodrigo, X. Cerdá. 2010. Foraging behaviour of harvesting ants determines seed removal and dispersal. *Insectes Sociaux* 57(4): 421-430. <https://doi.org/10.1007/s00040-010-0100-7>
- Bolton, B. 2025. AntCat. An online catalog of the ants of the world. <https://antcat.org>, Consulta: 12 de marzo de 2025.
- Brito-Bersi, T., E. Dawes, R. Martínez, A. McDonald. 2018. Seed preference in a desert harvester ant, *Messor pergandei*. *California Ecological Conservation Reserve* 2: 1-6. <https://doi.org/10.21973/N3DM20>
- Comisión Nacional del Agua. 2025. Normal Climatológica 1991-2020. Información Estadística Climatológica. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>, Consulta: 15 de febrero de 2025.

- Davidson, D. W. 1978. Size Variability in the Worker Caste of a Social Insect *Veromessor pergandei* (Mayr) as a Function of the Competitive Environment. *The American Naturalist* 112(985): 523-532. <https://doi.org/10.1086/283294>
- Del Toro, I., R. R. Ribbons, S. L. Pelini. 2012. The little things that run the world revisited: A review of ant-mediated ecosystem services and disservices (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News* 17(0): 133-146. https://doi.org/10.25849/MYRMECOL.NEWS_017:133
- Feldhaar, H., G. Gebauer, N. Blüthgen. 2010. Stable isotopes: Past and future in exposing secrets of ant nutrition (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News* 13(3): 13.
- Folgarait, P. J. 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: A review. *Biodiversity and Conservation* 79: 1221-1244. <https://doi.org/10.1023/A:1008891901953>
- Gómez, C., X. Espadaler. 1994. Curva de dispersión de semillas por hormigas en *Euphorbia characias* L. y *Euphorbia nicaeensis* All. (Euphorbiaceae). *Ecología mediterránea*, 20(3), 51-59.
- Guénard, B., M. D. Weiser, K. Gómez, N. Narula, E. P. Economo. 2017. Forum The Global Ant Biodiversity Informatics (GABI) database: Synthesizing data on the geographic distribution of ant species (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News* 24: 83-89.
- Hölldobler, B., E. O. Wilson. 1990. *The ants*. Cambridge, Mass. Belknap Press of Harvard University Press.
- inaturalist* MX. 2024. <https://mexico.inaturalist.org/home>. Consulta: 25 de mayo de 2024.
- Johnson, C., D. Agosti, J. H. Delabie, K. Dumpert, D. J. Williams, M. V. Tschirnhaus, U. Maschwitz. 2001. *Acropyga* and *Azteca* Ants (Hymenoptera: Formicidae) with Scale Insects (Sternorrhyncha: Coccoidea): 20 million Years of Intimate Symbiosis. *American Museum Novitates* 3335: 1-18. [https://doi.org/10.1206/0003-00822001\)335<0001:AAAHF>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1206/0003-00822001)335<0001:AAAHF>2.0.CO;2)
- Johnson, R. A. 2000. Seed-harvester ants (Hymenoptera: Formicidae) of North America: An overview of ecology and biogeography. *Sociobiology* 36(1):89-122.
- Kaspari, M. 2003. Introducción a la ecología de las hormigas. En: *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical*. (Ed: Fernández F.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Colombia, pp. 97-112.
- Lanan, M. 2014. Spatiotemporal resource distribution and foraging strategies of ants (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological news/Osterreichische Gesellschaft für Entomofaunistik* 20: 53.
- MacKay, W. P. 1990. The biology and economic impact of *Pogonomyrmex* harvester ants. En: *Applied Myrmecology: A World Perspective*. (Eds: Vander Meer, R. K., K. Jaffe, A. Cedeno). CRC Press LLC. Boca Raton, FL, pp. 533-541.
- Mackay, W., E. Mackay. 2002. *The ants of New Mexico: Hymenoptera: Formicidae*. Edwin Mellen Press.

- MacKay, W. P., E. E. MacKay, J. F. Perez-Domínguez, L. I. Valdez-Sanchez, P. Vielma-Orozco. 1985. Las hormigas del estado de Chihuahua México: El género *Pogonomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 11(1): 39-54.
- MacMahon, J. A., J. F. Mull, T. O. Crist. 2000. Harvester Ants (*Pogonomyrmex* spp.): Their Community and Ecosystem Influences. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31(1): 265-291. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.31.1.265>
- Martínez-Yrizar, A., R. S. Felger, A. Búrquez. 2010. Los ecosistemas terrestres: un diverso capital natural. En: *Diversidad biológica de Sonora*. (Eds: Molina-Freaner F. E., T. R. Van Devender). Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF, México, pp. 129-156.
- Miretti, M. F., R. G. Pol, L. Vullo, A. L. Cao, L. Marone, J. López De Casenave. 2024. Diet flexibility in three harvester ants (*Pogonomyrmex* spp.): Effects of grazing and natural variations in the availability of seeds. *Canadian Journal of Zoology* 102(4): 367-379. <https://doi.org/10.1139/cjz-2023-0145>
- Módra, G., I. Maák, Á. Lőrincz, G. Lőrinczi. 2022. Comparison of foraging tool use in two species of myrmicine ants (Hymenoptera: Formicidae). *Insectes Sociaux* 69(1): 5-12. <https://doi.org/10.1007/s00040-021-00838-0>
- Pol, R. G., A. Lázaro-González, A. Rodrigo, X. Arnan. 2023. Similar seed preferences explain trophic ecology of functionally distinct, but co-occurring and closely related harvester ants. *Oecologia*, 203(3), 407-420.
- Pirk, G. I., J. López de Casenave. 2006. Diet and seed removal rates by the harvester ants *Pogonomyrmex rastratus* and *Pogonomyrmex pronotalis* in the central Monte desert, Argentina. *Insectes Sociaux* 53(1): 119-125. <https://doi.org/10.1007/s00040-005-0845-6>
- Pirk, G. I., J. López de Casenave. 2011. Seed Preferences of Three Harvester Ants of the Genus *Pogonomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) in the Monte Desert: Are They Reflected in the Diet? *Annals of the Entomological Society of America* 104(2): 212-22. <https://doi.org/10.1603/AN10093>
- Renyard, A., C. Gooding, J. M. Chalissery, J. Petrov, J., G. Gries. 2024. Effects of macro and micro-nutrients on momentary and season-long feeding responses by select species of ants. *Scientific Reports* 14(1): 5727. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-56133-y>
- Richter, A., E. P. Economo. 2023. The feeding apparatus of ants: An overview of structure and function. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 378(1891): 20220556. <https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0556>
- Rojas-Fernández, P. 2001. Las hormigas del suelo en México: diversidad, distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoológica Mexicana* n.s.: 189-238.
- Schmasow, M. S., I. C. Robertson. 2016. Selective Foraging by *Pogonomyrmex salinus* (Hymenoptera: Formicidae) in Semiarid Grassland: Implications for a Rare Plant. *Environmental Entomology* 45(4): 952-960. <https://doi.org/10.1093/ee/nvw071>

- Schultheiss, P., S. S. Nooten, R. Wang, M. K. L. Wong, F. Brassard, B. Guénard. 2022. The abundance, biomass, and distribution of ants on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 119(40): e 2 2 0 1 5 5 0 1 1 9 . <https://doi.org/10.1073/pnas.2201550119>
- Segev, U., K. Tielbörger, Y. Lubin, J. Kigel. 2021. Ant foraging strategies vary along a natural resource gradient. *Oikos* 1301: 66-78. <https://doi.org/10.1111/oik.07688>
- Stradling, D. J. 1978. Food and feeding habits of ants. En: *Production ecology of ants and termites*. (Ed: Brian, M. V.). Cambridge University Press. Cambridge, UK, pp. 81-106.
- Tevis, L. 1958. Interrelations between the Harvester Ant *Veromessor pergandei* (Mayr) and Some Desert Ephemerals. *Ecology* 39(4): 695-704. <https://doi.org/10.2307/1931610>
- Uhey, D. A., R. W. Hofstetter. 2022. From Pests to Keystone Species: Ecosystem Influences and Human Perceptions of Harvester Ants (*Pogonomyrmex*, *Veromessor*, and *Messor* spp.). *Annals of the Entomological Society of America* 115(2): 127-140. <https://doi.org/10.1093/aesa/saab046>
- Van Devender, T. R., A. L. Reina-Guerrero. 2021. The vegetation of Sonora, México. *Phytoneuron* 2021-67:22.
- Verver, A. 2022. Mecanismos de coexistencia promovidos por la depredación de semillas: Relación alométrica depredador-presa y la preferencia de 3 especies de hormigas granívoras [Tesis de Licenciatura, Universidad de Sonora]. <https://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.22382.01602>
- Wheeler, G. C., J. Wheeler. 1986. *The ants of Nevada*. Los Angeles, CA. Natural History Museum of Los Angeles County.
- Wheeler, W. M., W. S. Creighton. 1934. A Study of the Ant Genera *Novomessor* and *Veromessor*. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 69(9): 341-388. <https://doi.org/10.2307/20023057>

POLINIZACIÓN POR HORMIGAS: ANÁLISIS GLOBAL Y PARTICULARIDADES EN MÉXICO.

Angela Nava Bolaños¹ y Gabriela Castaño Meneses¹.

¹ Laboratorio de Ecología de Artrópodos en Ambientes Extremos, UMDI-J, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, México. anb@ciencias.unam.mx, gcastanom@ciencias.unam.mx.

RESUMEN

Las interacciones entre hormigas y plantas son antiguas y se han estudiado principalmente en el contexto de la dispersión de semillas y la defensa contra herbívoros. Sin embargo, su papel como polinizadoras ha sido subestimado por prejuicios sobre su morfología y fisiología, como la ausencia de estructuras especializadas para transportar polen y la presencia de secreciones que podrían afectar su viabilidad. Estudios recientes han demostrado que, bajo ciertas condiciones ecológicas, las hormigas pueden ser polinizadoras efectivas en una variedad de ecosistemas, desde desiertos hasta selvas tropicales. Este estudio analizó la diversidad de especies de hormigas involucradas en la polinización, su distribución geográfica y la estacionalidad de sus interacciones, con énfasis en México. Se recopilaron registros mediante la plataforma GLOBI para interacciones bióticas y GBIF para distribución geoespacial. Se identificaron 114 especies como polinizadoras y 72 como visitantes florales; de estas, 101 tienen presencia documentada en 219 países. La mayor actividad se concentró en primavera y verano, particularmente entre marzo y junio. Los géneros más comunes fueron *Camponotus*, *Formica*, *Lasius*, *Paratrechina*, *Tapinoma*, *Leptothorax* y *Crematogaster*, pertenecientes principalmente a las subfamilias Formicinae y Myrmicinae. También se detectó la presencia de especies invasoras como *Linepithema humile* y *Anoplolepis gracilipes*, lo que podría alterar redes de polinización locales. En México, se documentaron 19 especies de Formicidae involucradas en polinización, lo que subraya la importancia de reconocer y estudiar su rol ecológico, especialmente en regiones megadiversas.

PALABRAS CLAVE

Interacción hormiga-planta, distribución, biodiversidad, Formicidae.

ABSTRACT

Ant-plant interactions are ancient and have been primarily studied in the context of seed dispersal and herbivore defense. However, their role as pollinators has been underestimated due to biases regarding their morphology and physiology, such as the absence of specialized structures for pollen transport and the presence of secretions that may affect pollen viability. Recent studies have shown that, under certain ecological conditions, ants can be effective pollinators across a variety of ecosystems, from deserts to tropical forests. This study analyzed the diversity of ant species involved in pollination, their geographical distribution, and the seasonality of their interactions, with a focus on Mexico. Data were collected from the GLOBI platform for biotic interactions and GBIF for geospatial distribution. A total of 114 species were identified as pollinators and 72 as floral visitors; among the former, 101 have documented presence in 219 countries. Peak activity occurred during spring and summer, particularly from March to June. The most frequently represented genera included *Camponotus*, *Formica*, *Lasius*, *Paratrechina*, *Tapinoma*, *Leptothorax*, and *Crematogaster*, mostly from the subfamilies Formicinae and Myrmicinae. Invasive species such as *Linepithema humile* and *Anoplolepis gracilipes* were also detected, which may disrupt local pollination networks. In Mexico, 19 species of Formicidae involved in pollination were documented, highlighting the importance of recognizing and further studying their ecological role, especially in megadiverse regions.

KEYWORDS:

Ant-plant interaction, distribution, biodiversity, Formicidae.

INTRODUCCIÓN

Las interacciones entre insectos y plantas constituyen uno de los pilares fundamentales de la ecología terrestre. Entre estos insectos, las hormigas (Formicidae) han sido reconocidas principalmente por su papel en la dispersión de semillas (mirmecocoria) y en asociaciones mutualistas de defensa contra herbívoros. Sin embargo, el potencial polinizador de las hormigas ha sido históricamente minimizado debido a diversas suposiciones funcionales, como la carencia de estructuras especializadas para transportar polen (como sedas ramificadas), su frecuente comportamiento de acicalamiento, y las secreciones de su glándula metapleuraleal, las cuales se presume inhiben la viabilidad del polen (Beattie *et al.*, 1984; Dutton y Frederickson, 2012).

No obstante, estudios recientes han revelado que las hormigas no solo visitan flores en búsqueda de néctar y otros recursos, sino que también participan activamente en la polinización, incluso promoviendo la hibridación y el vigor en algunos cultivos (Das & Das, 2023). Un ejemplo concreto es el sistema de polinización de *Paepalanthus lundii* Körn., FL. Bras. (Martius), documentado en Brasil, donde se ha observado que *Camponotus crassus* Mayr, 1862 cumple una función clave como agente polinizador. Este sistema exhibe varios rasgos del síndrome de polinización por hormigas —flores pequeñas, disposición basal, alta producción de néctar y accesibilidad estructural— lo que sugiere que ciertas condiciones morfoecológicas pueden favorecer la efectividad polinizadora de las hormigas (Del-Claro *et al.*, 2019). En este sentido, su rol ha sido reevaluado como parte de una interacción mutualista que puede variar desde especializada hasta generalista,

dependiendo del contexto ecológico y de los rasgos morfológicos tanto de las plantas como de las hormigas involucradas. Así, se ha demostrado que ciertos rasgos florales como la apertura de la corola, la posición del ovario y la disposición de la inflorescencia pueden favorecer la polinización mediada por hormigas (Del-Claro *et al.*, 2019; Das y Das, 2023). En sistemas donde predominan flores hipóginas, de fácil acceso, y con altos niveles de producción de néctar, la visita de hormigas es más frecuente y eficaz desde el punto de vista reproductivo (Delnevo *et al.*, 2020).

Particularmente en México, un país considerado megadiverso en flora y fauna, el fenómeno de la mirmecopolinización ha sido escasamente explorado, a pesar de que diversas especies de Formicidae habitan múltiples ecosistemas, desde zonas áridas hasta selvas tropicales. En este contexto, en el presente estudio: (1) identificamos a las especies de hormigas con registros de polinización, (2) analizamos su distribución espacial y estacional, y (3) profundizamos en las especies registradas en México para sentar las bases de futuras investigaciones sobre la ecología de la polinización por hormigas en nuestro país.

MATERIALES Y MÉTODOS

La recopilación de datos se realizó a partir de dos plataformas globales de acceso libre: GLOBI (Global Biotic Interactions, 2023) y GBIF (Global Biodiversity Information Facility, 2023), la información obtenida fue complementada con literatura científica. GLOBI permite acceder a una red de datos interrelacionados sobre interacciones entre organismos, basada en literatura científica revisada. Se filtraron todos los registros correspondientes a interacciones

de tipo “pollination” y “visit flowers of” correspondientes a la familia Formicidae. Con la lista de especies identificadas, se procedió a consultar su información geográfica en la base GBIF, obteniendo datos de presencia, región, ecosistema y fecha de colecta. A partir de estos registros se analizaron los patrones de distribución global, así como los ciclos estacionales de actividad. Para el caso de México, se aplicaron filtros geográficos, obteniendo exclusivamente los registros nacionales. Se utilizaron los paquetes `ntbox`, `rgbif`, `raster`, `purrr`, `rio`, `dplyr`, `leaflet` y `ggplot2` en R para los análisis y la visualización cartográfica de las especies.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron 114 especies de hormigas polinizadoras y 72 visitantes florales. El hecho de que las hormigas transporten polen con frecuencia no garantiza una contribución efectiva al éxito reproductivo de las plantas, Rostás *et al.* (2018) demostraron que, en *Euphorbia seguieriana* Neck., a pesar de la elevada tasa de visitas florales por hormigas, no se observó un incremento significativo en la producción de semillas. Este resultado sugiere que, en ciertos contextos ecológicos, la presencia de hormigas puede resultar neutral o incluso perjudicial desde el punto de vista reproductivo, debido a efectos inhibitorios de la viabilidad del polen causados por secreciones antibióticas. Esto subraya la importancia de complementar los análisis con evaluaciones funcionales de eficacia polinizadora. Por lo anterior, nos enfocamos en las 114 especies de hormigas que cuentan con registro de polinización, y no solamente como visitante floral. Encontramos que 101 especies de hormigas polinizadoras cuentan con

registros geográficos disponibles en GBIF, distribuidos en 219 países, lo que refleja una notable amplitud biogeográfica y una alta plasticidad ecológica. Esta distribución es visualmente sintetizada en la Figura 1, la cual presenta un mapa de calor mundial que ilustra la riqueza de especies de hormigas polinizadoras por país, junto a un gráfico de barras que destaca los 30 países con mayor número de especies documentadas. Esto muestra una marcada concentración de registros en países del hemisferio norte, en Europa y Estados Unidos, que lideran en número de especies registradas. En contraste, países de África, el sudeste asiático y Medio Oriente muestran niveles bajos o nulos de registros, lo que puede estar asociado a sesgos de muestreo más que a una ausencia real de mirmecopolinización. En este contexto, México ocupa la posición 26 a nivel mundial con 19 especies registradas, resaltado en la Figura 1 con un recuadro naranja. Esta representación gráfica no solo refuerza la relevancia ecológica del país dentro de las redes de interacción planta-hormiga, sino que también destaca su potencial como modelo regional para futuras investigaciones en zonas megadiversas.

Además de la distribución espacial, la dimensión temporal de los registros aporta evidencia clave sobre la naturaleza estacional de estas interacciones. La Figura 2 ilustra la estacionalidad en los registros de presencia de las especies de hormigas polinizadoras a lo largo del año, mostrando un patrón definido de mayor actividad entre los meses de marzo a octubre, concentrándose en los meses de primavera y verano, con un máximo en junio, seguido por un descenso paulatino hacia el invierno.

Esta tendencia sugiere una fuerte sincronía ecológica entre los ciclos fenológicos de las plantas, principalmente con los picos de floración en la mayoría de los ecosistemas templados y tropicales, y la actividad de las especies de hormigas polinizadoras. Patrones similares han sido reportados en regiones del mundo como India y Brasil, donde la actividad de las hormigas se incrementa durante los meses cálidos (Das y Das, 2023).

En cuanto a la composición taxonómica, destacan los géneros *Camponotus*, *Formica* y *Lasius*, los cuales presentan amplias distribuciones geográficas y características morfológicas que favorecen la polinización. Por ejemplo, muchas especies del género *Camponotus* poseen cuerpos robustos y pilosidad densa que facilita la adherencia del polen, además de hábitos forrajeros activos que incrementan su frecuencia de visita floral (Gómez *et al.*, 1996; Das y Das, 2023). A nivel de subfamilia, se observaron diferencias funcionales importantes. Formicinae y Myrmicinae fueron las más representadas en número de especies, aunque también se registraron miembros de Dolichoderinae, Pseudomyrmecinae, Ectatomminae y Myrmeciinae. En particular, Pseudomyrmecinae y Dolichoderinae exhibieron interacciones más especializadas, generalmente limitadas a un número reducido de plantas hospedantes, lo cual sugiere posibles adaptaciones morfofuncionales más refinadas (Das y Das, 2023).

Un aspecto relevante fue la detección de especies exóticas e invasoras, como *Linepithema humile* (Mayr, 1868) y *Anoplolepis gracilipes* (Smith, 1857), cuya expansión podría generar disrupciones significativas en las redes de polinización nativas.

Estas especies tienden a desplazar a hormigas locales y, en algunos casos, a favorecer la reproducción de plantas no autóctonas, generando efectos en cascada sobre la composición florística (Sinu *et al.*, 2017). Estudios recientes han confirmado que especies como *A. gracilipes*, además de ser invasoras, también pueden jugar papeles duales en la polinización. Por un lado, su actividad forrajera frecuente contribuye a la transferencia de polen en plantas amenazadas como *Salacia gambleana* Whiting & Kaul y *S. oblonga* Wall. en los Ghats Occidentales de la India, facilitando procesos como la geitonogamia, un tipo de polinización que se produce cuando el polen de una flor vá al pistilo de otra flor del mismo individuo. Sin embargo, también se ha registrado que su presencia reduce la actividad de otros polinizadores, posiblemente por competencia o efectos disuasivos (Krishnasree *et al.*, 2022). Esta dualidad destaca la necesidad de analizar no solo la presencia, sino el contexto ecológico y funcional de estas especies dentro de las redes de interacción.

En el caso específico de México, se registraron 19 especies de Formicidae implicadas en procesos de polinización. Se analizaron los registros de presencia de las especies mirmecopolinizadoras y la distribución espacial para estas especies documentada en México. En la Figura 3, se presenta un gráfico de barras con el número total de registros por especie, junto con un mapa donde se representa la distribución geográfica de dichos registros por especie. Entre las especies con mayor número de registros destacan *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863), *Pseudomyrmex gracilis*

(Fabricius, 1804) y *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802), que superan ampliamente los 700 registros cada una, con *W. auropunctata* liderando con más de 1200 registros. Esta alta frecuencia sugiere no solo una mayor distribución de estas especies en el país, sino también una mayor probabilidad de interacción con plantas en contextos de polinización. Los registros se concentran principalmente en regiones del sur y sureste de México, como la Península de Yucatán, Chiapas y Veracruz, y zonas del centro y occidente, como Jalisco y Michoacán. Esta información resalta no solo qué especies son más frecuentemente documentadas, sino también en qué regiones del país se pueden concentrar dichas interacciones, lo cual resulta clave para definir futuras estrategias de investigación y conservación enfocadas en polinizadores no tradicionales.

Las hormigas interactúan con una diversidad de plantas herbáceas y arbóreas, lo que subraya la plasticidad funcional de las hormigas como polinizadoras en distintos estratos vegetales. Rasgos florales como la apertura de la corola, las flores hipóginas y la disposición racimosa de las inflorescencias parecen favorecer este tipo de interacción, al permitir un acceso efectivo al polen y al néctar. Esta tendencia ha sido ampliamente documentada en otros sistemas de mirmecopolinización (Delnevo *et al.*, 2020) y confirmada por revisiones recientes (Das & Das, 2023), que destacan la influencia decisiva de la morfología floral sobre la eficacia del traslado polínico por parte de las hormigas. Incluso, resultados de experimentos controlados Brasil, respaldan la idea de que ciertas especies de hormigas, como *C. crassus*, pueden desempeñar un papel central en la polinización, superando incluso a otros visitantes florales

como abejas o dípteros en efectividad reproductiva. Este tipo de evidencia experimental fortalece la necesidad de reconsiderar el papel ecológico de las hormigas dentro de las redes de polinización, particularmente en sistemas áridos, tropicales y de baja altura estructural vegetal (Del-Claro *et al.*, 2019).

CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio confirman que las hormigas no solo son visitantes florales ocasionales, sino actores fundamentales como polinizadoras en numerosos ecosistemas. Su capacidad para participar activamente en la transferencia de polen —en especial en sistemas con flores abiertas, inflorescencias hipóginas y estructuras hermafroditas— desafía la visión tradicional que las catalogaba como antagonistas o polinizadores accidentales. En este estudio, documentamos 114 especies de hormigas como polinizadoras efectivas, con registros distribuidos en 219 países, lo cual revela una sorprendente amplitud biogeográfica y una notable plasticidad ecológica. Esta evidencia demuestra que la mirmecopolinización no es un fenómeno marginal, sino una interacción ecológicamente significativa. En contraste con estudios previos, particularmente el de Das y Das (2023), que compilaron información de 70 especies de hormigas a través de literatura especializada, este trabajo actualiza y amplía la documentación de mirmecopolinización, y con un enfoque regional que pone especial atención en México. La identificación de 19 especies de Formicidae con funciones polinizadoras en el país. La identificación de 19 especies de Formicidae con funciones polinizadoras en el país representa una

contribución significativa, no documentada con anterioridad, que subraya el potencial ecológico de este grupo en regiones megadiversas y tropicales. Finalmente, la evidencia empírica del papel de *A. gracilipes* en la polinización de plantas amenazadas como *S. oblonga* en India, sugiere que su efecto ecológico no es necesariamente negativo o unidimensional. Su capacidad para transferir polen, aunque limitada por sus características fisiológicas, puede ser relevante en contextos de baja diversidad de polinizadores. No obstante, su impacto sobre la exclusión de otros visitantes florales debe evaluarse cuidadosamente. Estos hallazgos fortalecen el llamado a considerar enfoques funcionales al evaluar el rol de las hormigas en la polinización.

Así, emergen nuevas líneas de investigación prioritarias, como: estudios etológicos que permitan comprender cómo las hormigas toman decisiones florales, seleccionan inflorescencias y modulan su interacción con ciertos recursos vegetales; análisis funcionales comparativos entre hormigas y otros polinizadores tradicionales, para cuantificar su eficiencia relativa y explorar posibles complementariedades; modelos estructurales de redes planta-hormiga polinizadora, para evaluar su papel en la

resiliencia de comunidades ecológicas frente a disturbios como el cambio climático o la invasión biológica; investigaciones morfofuncionales que exploren la influencia de rasgos anatómicos clave, como la pilosidad, la glándula metapleuraleal y la movilidad interfloral, sobre la eficacia polinizadora de las hormigas; estudios de caso en ecosistemas mexicanos amenazados, donde las hormigas podrían ser polinizadores fundamentales para plantas endémicas de alto valor ecológico y/o económico; modelos predictivos que incluyan variables climáticas y fenológicas para anticipar desincronizaciones en la polinización mediada por hormigas debido al cambio climático; programas de monitoreo a largo plazo, particularmente en regiones megadiversas, para detectar cómo se configuran las redes de interacción y su cambio ante cambios antropogénicos como en el uso del suelo.

AGRADECIMIENTOS

Para la realización de este trabajo de contó con el apoyo de Luis A. Aguilar, Alejandro de León y Jair García del Laboratorio Nacional de Visualización Científica Avanzada.

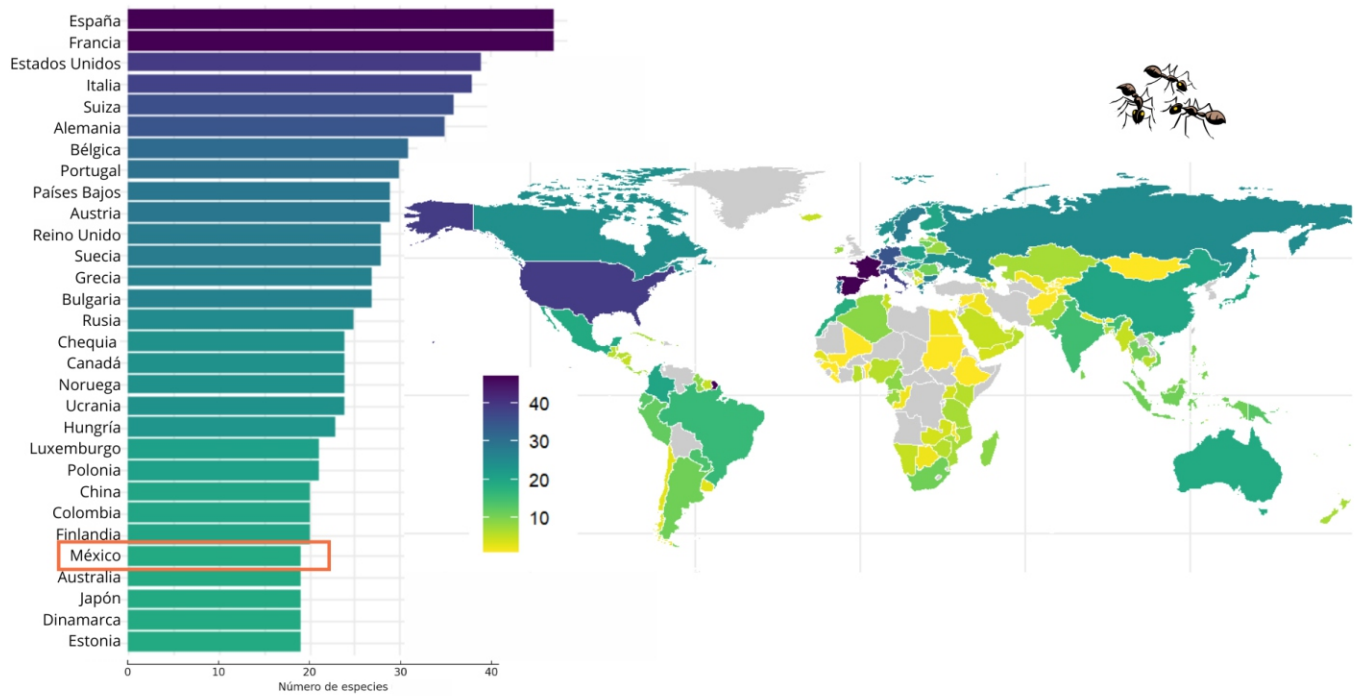


Figura 1. Diversidad global de especies de hormigas polinizadoras registradas por país

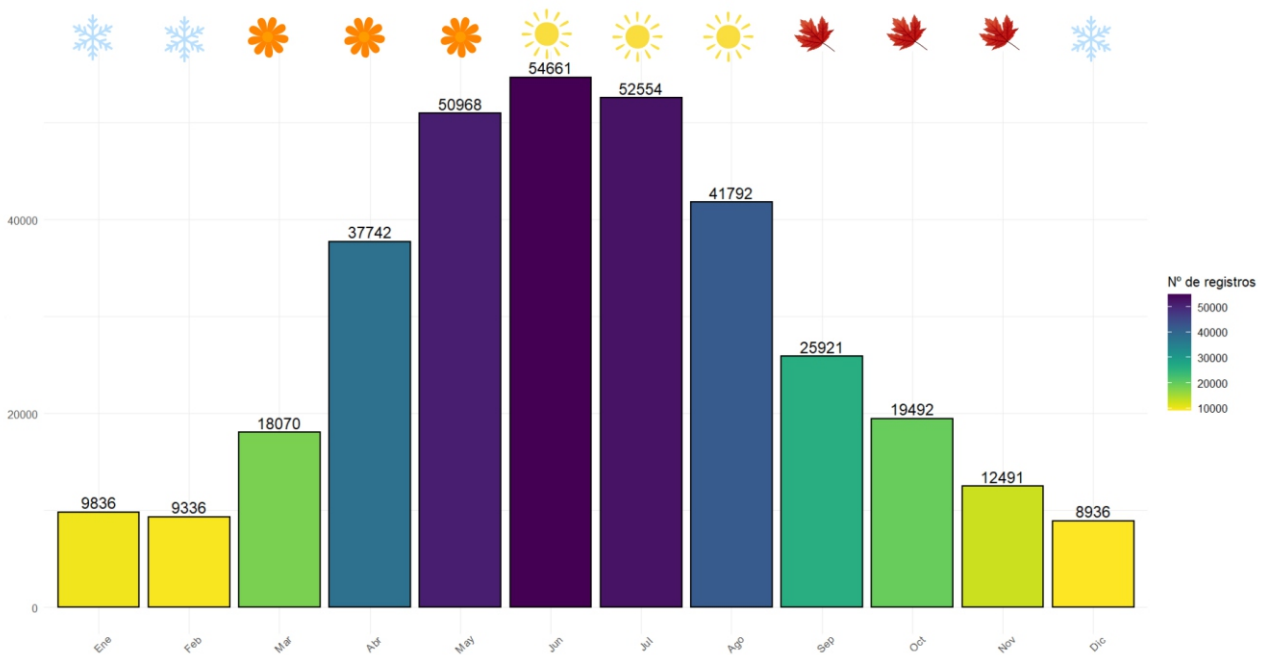
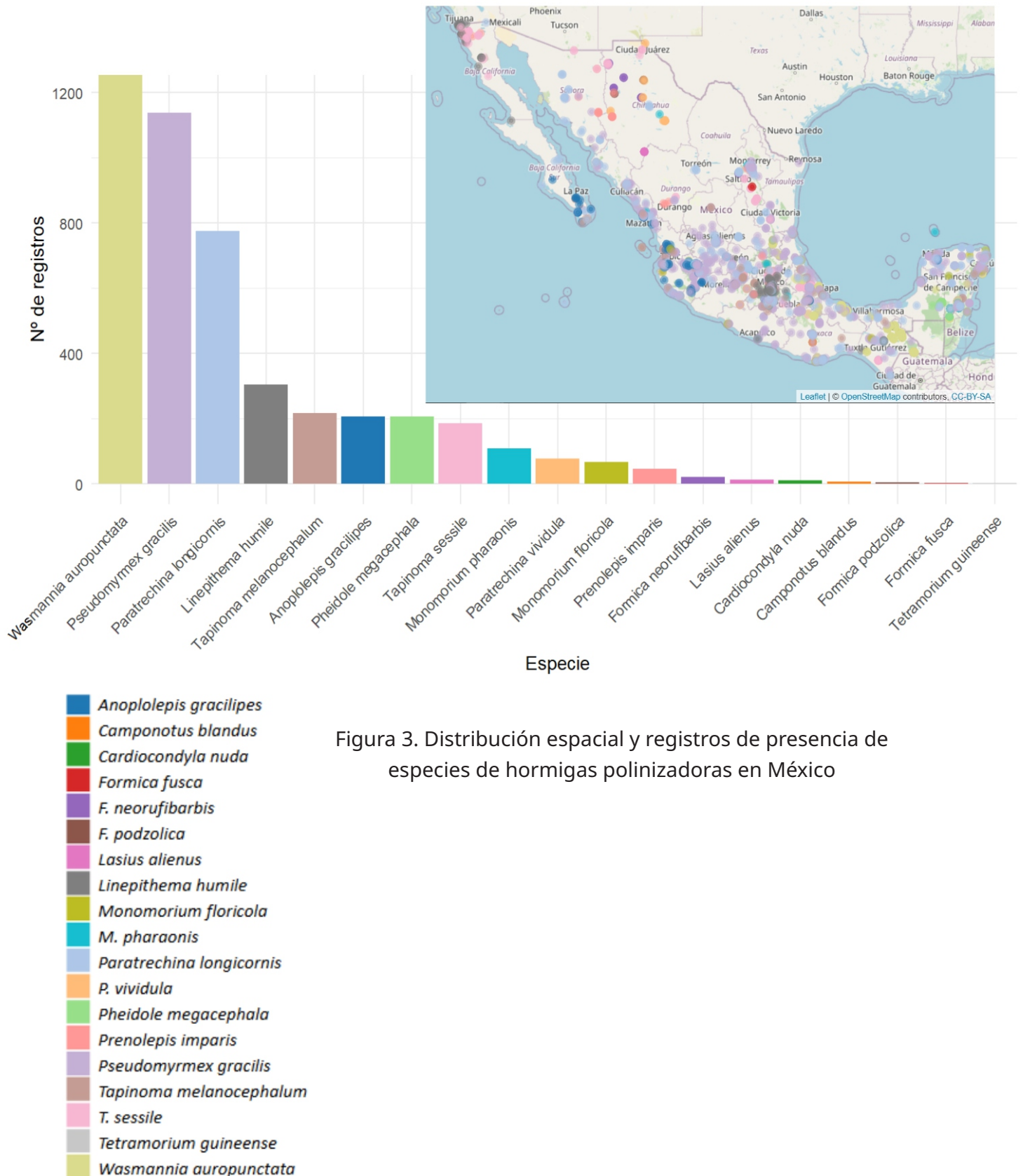


Figura 2. Estacionalidad de los registros de presencia de las especies de hormigas polinizadoras a lo largo del año



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beattie, A. J., Turnbull, C., Knox, R. B., & Williams, E. G. (1984). Ant inhibition of pollen function: A possible reason why ant pollination is rare. *American Journal of Botany*, 71(3), 421–426. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1984.tb12527.x>
- Das, S., & Das, A. (2023). Ants are more than just curious bystanders to some flowers—they act as significant pollinators. *Frontiers in Insect Science*, 3, 1145761. <https://doi.org/10.3389/finsc.2023.1145761>
- Del-Claro, K., Ribeiro, S. P., Oliveira, P. S., & Torezan-Silingardi, H. M. (2019). Ant pollination of *Paepalanthus lundii* (Eriocaulaceae) in Brazilian savanna. *Annals of Botany*, 123(6), 1159–1165. <https://doi.org/10.1093/aob/mcz021>
- Delnevo, N., Raguso, R. A., McCall, A. C., & Johnson, S. D. (2020). Pollen adaptation to ant pollination: A case study from the Proteaceae. *Annals of Botany*, 126(3), 377–386. <https://doi.org/10.1093/aob/mcz206>
- Dutton, E. M., & Frederickson, M. E. (2012). Why ant pollination is rare: New evidence and implications of the antibiotic hypothesis. *Arthropod-Plant Interactions*, 6(4), 561–569. <https://doi.org/10.1007/s11829-012-9201-8>
- GBIF.org. (2023). Global Biodiversity Information Facility. Recuperado de <https://www.gbif.org> [Consulta: febrero de 2025].
- GLOBI. (2023). Global Biotic Interactions. Recuperado de <https://www.globalbioticinteractions.org> [Consulta: febrero de 2025].
- Gómez, J. M., Zamora, R., & Hódar, J. A. (1996). Experimental study of pollination by ants in Mediterranean high mountain and arid habitats. *Oecologia*, 105(2), 236–242. <https://doi.org/10.1007/BF00328552>
- Krishnasree, P.S., Jose, P.A., Subin, K., & Sarath, T.V. (2022). Reproductive biology of two threatened and highly traded medicinal plants, *Salacia gambleana* and *Salacia oblonga*, from the Western Ghats of India. *Journal of Threatened Taxa*, 14(4), 20859–20865. <https://doi.org/10.11609/jott.6381.14.4.20859-20865>
- Rostás, M., Bollmann, F., Saville, D., & Riedel, M. (2018). Ants contribute to pollination but not to reproduction in a rare calcareous grassland forb. *PeerJ*, 6, e4369. <https://doi.org/10.7717/peerj.4369>
- Sinu, P. A., Resham, H., & Vinod, K. V. (2017). Invasive ant (*Anoplolepis gracilipes*) disrupts pollination in pumpkin. *Biological Invasions*, 19(9), 2599–2607. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1470-9>

HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) DE ZACATECAS, MÉXICO

Carlos Emiliano Ramírez-Cepeda¹ y Miguel Vásquez-Bolaños²

¹ Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas. Av. Preparatoria s/n, Col. Agronómica, Zacatecas, Zacatecas, México, C. P. 98600, 36175804@uaz.edu.mx

² Entomología, Centro de Estudios en Zoología, Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Ramón Padilla Sánchez # 2100, Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México, C.P. 45220, miguel.vasquez@academicos.udg.mx

RESUMEN

Las hormigas son insectos sociales, abundantes y diversos, presentan una alta capacidad de adaptación en ecosistemas terrestres; ampliamente distribuidos en el planeta, restringiendo su presencia en los polos, la mayor diversidad se concentra en las zonas tropicales y son menos diversos en ambientes templados. Se han descrito más de 16,000 especies en el mundo y cerca de 1,200 para México. Para Zacatecas se conocen 52 especies, pertenecientes a 22 géneros y seis subfamilias, representando casi el 4% de las especies en México. Para conocer las especies de hormigas en el estado de Zacatecas se revisó material depositado en la Colección Entomológica de la Universidad de Guadalajara, además de bases de datos y publicaciones. Se tienen 69 especies de hormigas, pertenecientes a 27 géneros y siete subfamilias. La subfamilia más diversa es Myrmicinae con once géneros y 33 especies; le sigue Formicinae con seis géneros y once especies; Dolichoderinae con cuatro géneros y ocho especies; Dorylinae con dos géneros y ocho especies; Pseudomyrmecinae con un género y cuatro especies; Ponerinae con dos géneros y tres especies; Ectatomminae con un género y una especie. Se tienen nuevos registros: 17 especies, de las cuales tres son exóticas, cinco géneros y una subfamilia para el estado. Es uno de los estados con la menor diversidad de hormigas. Su baja diversidad registrada, es debido a la falta de estudios en la mirmecofauna en el estado. La mayor cantidad de registros es para la zona urbana de Zacatecas (municipios de Zacatecas y Guadalupe), además de los municipios de Sombrerete, Momax, Ojo Caliente y Jalpa.

PALABRAS CLAVE

diversidad, especies introducidas, nuevos registros, mirmecofauna.

ABSTRACT

Ants are social, abundant, and diverse insects, exhibiting a high capacity for adaptation in terrestrial ecosystems; they are widely distributed across the planet, with their presence limited in the polar regions. The most diversity is concentrated in tropical zones, while they are less diverse in temperate environments. Over 16,000 species have been described worldwide, with around 1,200 recorded in Mexico. In Zacatecas, 52 species are known, belonging to 22 genera and six subfamilies, representing nearly 4% of the species in Mexico. To identify the ant species in the state of Zacatecas, material deposited in the Entomological Collection of the University of Guadalajara was reviewed, along with databases and publications. There are 69 ant species recorded, belonging to 27 genera and seven subfamilies. The most diverse subfamily is Myrmicinae, with 11 genera and 33 species; followed by Formicinae, with six genera and 11 species; Dolichoderinae, with four genera and eight species; Dorylinae, with two genera and eight species; Pseudomyrmecinae, with one genus and four species; Ponerinae, with two genera and three species; and Ectatomminae, with one genus and one species. New records include 17 species, of which three are exotic, five genera, and one subfamily for the state. Zacatecas is one of the states with the lowest ant diversity. Its low recorded diversity is due to the lack of studies on the myrmecofauna in the state. The majority of records are from the urban area of Zacatecas (Zacatecas and Guadalupe), as well as the municipalities of Sombrerete, Momax, Ojo Caliente, and Jalpa.

KEY WORDS:

diversity, exotic species, new records, myrmecofauna.

INTRODUCCIÓN

La disminución de hábitats naturales a causa del incremento de la urbanización, representa uno de los principales desafíos para la conservación y la diversidad de las especies. La transformación de áreas naturales en superficies edificadas y pavimentadas conducen a la fragmentación, degradación y aislamiento de estos ecosistemas, los cuales quedan integrados en un entorno dominada por actividades humanas. Dichos procesos alteran las condiciones ambientales, provocando homogenización y una disminución de la singularidad biológica en los ecosistemas locales (Grajales-Andica & García-Cárdenas, 2024). A pesar de que los espacios urbanos son la principal causa de extinción a nivel mundial, presentan hábitats que fuera de estos espacios no son comunes o que simplemente no ocurren, sin embargo, a nivel ecológico, pueden ser considerados favorables en algunos casos para la biodiversidad, ya que estos espacios pueden presentar una alta diversidad de especies, incluidas especies que se encuentran en peligro de extinción. Gracias a los estudios de las interacciones de las hormigas con este ecosistema se han registrado bastantes especies, ya sea nativas o introducidas (Reynoso-Campos, *et al.*, 2024; Santos 2016). Además, las hormigas presentan diversas características que las convierten en bioindicadores idóneos de alteraciones ambientales: su abundancia es notable en la mayoría de los ecosistemas, su presencia se correlaciona significativamente con factores bióticos y mantienen actividad a lo largo de todo el año. Sin embargo, pueden presentarse desafíos en la diferenciación de la composición de especies (Koch & Vohland, 2004).

Las hormigas son insectos sociales, abundantes y diversos, que presentan una alta capacidad de adaptación, sus interacciones con plantas y otros organismos han convertido a las hormigas en organismos clave para el funcionamiento y mantenimiento de los ecosistemas terrestres; son insectos ampliamente distribuidos en el planeta, restringiendo su presencia únicamente en los polos, la mayor diversidad se concentra en las zonas tropicales y son menos diversos en ambientes templados (Khalili-Moghadam, *et al.*, 2025; Yombai, *et al.*, 2021). Su diversidad varía según las condiciones del ecosistema y la vegetación que se encuentre en este (Sharafatmandrad y Khosravi Mashizi, 2021). Se han descrito más de 16,000 especies en el mundo y cerca de 1,200 para México. Para el estado de Zacatecas se conocen 52 especies de hormigas, pertenecientes a 22 géneros y seis subfamilias, representando casi el 4% de las especies en México (Vásquez-Bolaños, *et al.*, 2024). A pesar de que Zacatecas es el décimo estado en extensión territorial, además de que presenta variabilidad de climas, zonas semiáridas únicas y lugares donde hay zonas de transición de vegetación y zonas áridas, es junto con Tlaxcala el estado con menor cantidad de especies registradas a nivel nacional, esto es debido a que únicamente existen dos estudios para el estado, además de que el estado no presenta especies endémicas (Vásquez-Bolaños, 2020).

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

Zacatecas es el décimo estado en cuanto a extensión territorial, con 74,479.7 km², gran parte del estado cuenta con clima seco y

semiseco, sin embargo, también cuenta con clima templado subhúmedo que se localiza hacia el oeste del estado, muy seco al norte y cálido subhúmedo hacia el sur. Su altitud va desde los 840msnm hasta los 3160msnm, con un promedio de 2061msnm (INEGI, 2020).

Métodos

Para conocer las especies de hormigas en el estado de Zacatecas se revisó material depositado en la Colección Entomológica de la Universidad de Guadalajara y se consultó AntMaps (2025), Ríos-Casanova (2014), Vásquez-Bolaños (2015) y el último estudio publicado para el estado de la Sierra de Órganos de Vásquez-Bolaños *et al.* (2024).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se tienen 69 especies de hormigas, pertenecientes a 27 géneros y siete de las cuales cuatro son introducidas. La subfamilia más diversa es Myrmicinae con once géneros y 33 especies; le sigue Formicinae con seis géneros y once especies; Dolichoderinae con cuatro géneros y nueve especies; Dorylinae con dos géneros y ocho especies; Pseudomyrmecinae con un género y cuatro especies; Ponerinae con dos géneros y tres especies; Ectatomminae con un género y una especie. Se tienen nuevos registros para el estado: 17 especies, cinco géneros y una subfamilia. La mayor cantidad de registros son en la zona conurbada de Zacatecas (municipios Zacatecas y Guadalupe), además de los municipios de Sombrerete, Momax, Ojo Caliente y Jalpa. Hormigas de afinidad tropical, como Ectatomminae, solo se han registrado al sur del estado, en el municipio de Mezquital del Oro.

Lista de especies para el estado de Zacatecas. El asterisco (*) indica especies introducidas: en **negritas** los nuevos registros para el estado.

FORMICIDAE Latreille, 1809

Dolichoderinae Forel, 1878

Dolichoderini Forel, 1878

Dorymyrmex Mayr, 1866

Dorymyrmex insanus (Buckley, 1866)

***Dorymyrmex smithi* Cole, 1936**

Forelius Emery, 1888

***Forelius mccooki* (McCook, 1880)**

Forelius pruinosus (Roger, 1863)

Linepithema Mayr, 1866

Linepithema dispertitum (Forel, 1885)

***Linepithema humile* (Mayr, 1868) ***

Liometopum Mayr, 1861

Liometopum apiculatum Mayr, 1870

Liometopum luctuosum (Wheeler, 1905)

Liometopum occidentale Emery, 1895

Formicinae Latreille, 1809

Camponotini Forel, 1878

Camponotus Mayr, 1861

Camponotus andrei Forel, 1885

Camponotus atriceps (Smith, 1858)

***Camponotus maculatus* (Fabricius, 1782) ***

Formica Linnaeus, 1758

Formica moki Wheeler, 1906

Lasius Fabricius, 1804

Lasius sitiennes Wilson, 1955

Myrmecocystus Wesmael, 1838

Myrmecocystus depilis Forel, 1901

Myrmecocystus lugubris Wheeler, 1906

Myrmecocystus melliger Forel, 1886

Nylanderia Emery, 1906

***Nylanderia terricola* (Buckley, 1866)**

***Nylanderia vividula* (Nylander, 1846)**

Myrmelachistini Forel, 1912

Brachymyrmex Mayr, 1868

***Brachymyrmex patagonicus* Mayr, 1868**

Pseudomyrmecinae Smith, 1952

Pseudomyrmecini Smith, 1952

Pseudomyrmex Lund, 1831

Pseudomyrmex championi (Forel, 1899)

Pseudomyrmex gracilis (Fabricius, 1804)

Pseudomyrmex major (Forel, 1899)

Pseudomyrmex pallidus (Smith, 1855)

Dorylinae Leach, 1815

Ecitonini Forel, 1893

Labidus Jurine, 1807

Labidus coecus (Latreille, 1802)

Neivamyrmex Borgmeier, 1940

Neivamyrmex andrei (Emery, 1901)

Neivamyrmex fuscipennis (Smith, 1942)

Neivamyrmex harrisii (Haldeman, 1852)

Neivamyrmex melanocephalus (Emery, 1895)

Neivamyrmex nigrescens (Cresson, 1872)

Neivamyrmex swainsonii (Shuckard, 1840)

Neivamyrmex texanus Watkins, 1972

Ectatomminae Emery, 1895

Ectatommini Emery, 1895

Holcponera Mayr, 1887

***Holcponera striatula* (Mayr, 1884)**

Ponerinae Lepeletier, 1835

Ponerini Lepeletier, 1835

Leptogenys Roger, 1861

Leptogenys elongata (Buckley, 1866)

Odontomachus Latreille, 1804

Odontomachus desertorum Wheeler, 1915

***Odontomachus clarus* Roger, 1861**

Myrmicinae Lepeletier, 1835

Attini Smith, 1858

Atta Fabricius, 1818

Atta mexicana (Smith, 1858)

Pheidole Westwood, 1830

Pheidole bilimeki Mayr, 1870

Pheidole obtusospinosa Pergande, 1896

- Pheidole pilifera* (Roger, 1863)
Pheidole senex Gregg, 1952
***Pheidole tepicana* Pergande, 1896**
Strumigenys Smith, 1860
***Strumigenys louisianae* Roger, 1863**
- Crematogastrini Forel, 1893
Cardiocondyla Emery, 1869
***Cardiocondyla emeryi* Forel, 1881 ***
***Cardiocondyla obscurior* Wheeler, 1929 ***
Crematogaster Lund, 1831
***Crematogaster dentinodis* Forel, 1901**
***Crematogaster isolata* Buren, 1968**
Crematogaster opuntiae Buren, 1968
Crematogaster patei Buren, 1968
- Formicoxenini Forel, 1893
Temnothorax Mayr, 1861
Temnothorax hispidus (Cole, 1957)
Temnothorax neomexicanus (Wheeler, 1903)
***Temnothorax stollii* (Forel, 1885)**
- Myrmicini Lepeletier, 1835
Pogonomyrmex Mayr, 1868
Pogonomyrmex barbatus (Smith, 1858)
Pogonomyrmex desertorum Wheeler, 1902
Pogonomyrmex huachucanus Wheeler, 1914
Pogonomyrmex imbermiculus Wheeler, 1902
Pogonomyrmex rugosus Emery, 1895
Pogonomyrmex tenuispinus Forel, 1914
Pogonomyrmex wheeleri Olsen, 1934
- Stenammini Ashmead, 1905
Novomessor Emery, 1905
Novomessor albicetosus (Mayr, 1886)
Novomessor cockerelli (André, 1893)
- Solenopsidini Forel, 1893
Monomorium Mayr, 1855
Monomorium cyaneum Wheeler, 1914
***Monomorium minimium* (Buckley, 1867)**

Solenopsis Westwood, 1840

Solenopsis amblychila Wheeler, 1914

Solenopsis aurea Wheeler, 1906

Solenopsis geminata (Fabricius, 1804)

Solenopsis krockowi Wheeler, 1906

Solenopsis xyloni McCook, 1880

Tetramoriini Emery, 1895

Tetramorium Mayr, 1855

Tetramorium spinosum (Pergande, 1896)

CONCLUSIONES

Se incrementa el registro de las hormigas para Zacatecas, a 69 especies. Se tienen 17 nuevos registros de especies y 6 géneros para Zacatecas. Los registros se concentran en la zona conurbada de Zacatecas, conformada por los municipios Zacatecas y Guadalupe. Se tienen cuatro especies introducidas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Alejandra Ramírez Cepeda que apoyó económicamente y en la recolección de individuos para este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AntMaps. 2023. <https://antmaps.org/?>, Consulta: 2 de febrero de 2025.
- Grajales-Andica, A. F., D. R. García-Cárdenas. 2024. Diversidad taxonómica de hormigas en áreas verdes urbanas en una ciudad de tamaño medio en los Andes centrales de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 48(187): 1-17.
- INEGI. 2020. Información por entidad: Z a c a t e c a s . <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/zac/territorio/default.aspx?tema=me&e=32>, Consulta: 21 de febrero de 2025.
- Khalili-Moghadam, A., S. Salata, L. Borowiec. 2025. Notes on the ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) of Iran (Part I). *Journal of Entomological Society of Iran* 45(1): 17-33.
- Koch, F., K. Vohland. 2004. Ants along a southern African transect – a basis for biodiversity change monitoring (Insecta, Hymenoptera, Formicidae). *Zoosystematics and Evolution* 80(2): 261-273.
- Reynoso-Campos, J. J., G. A. Quiroz-Rocha, J. L. Navarrete-Heredia, M. Vásquez-Bolaños. 2024. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en zonas urbanas de Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana (nueva serie)* 10: e20241007.
- Santos, M. N. 2016. Research in urban ants: approaches and gaps. *Insectes Sociaux* 63(3): 359-371.
- Ríos-Casanova, L. 2014. Biodiversidad de hormigas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 392-398.
- Sharafatmandrad, M., A. Khosravi Mashizi. 2021. Plant community dynamics in arid lands: the role of desert ants. *Journal of Arid Land* 13(3): 303–316.
- Vásquez-Bolaños, M. 2015. Taxonomía de Formicidae (Hymenoptera) para México. *Métodos en Ecología y Sistemática* 10(1): 1-53.
- Vásquez-Bolaños, M. 2020. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae). En: *La biodiversidad en Zacatecas. Estudio de Estado* (Coords: Cruz Angón, A., D. López Higareda, K. C. Nájera Cordero, E. Daniela Melgarejo, D. Hernández Ramírez). CONABIO. México, pp 191- 193.
- Vásquez-Bolaños, M., X. Vásquez-Alcalá, M. A. Soto-Cárdenas. 2024. La desconocida diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae): el caso del Parque Nacional Sierra de Órganos, Zacatecas, México. *Boletín de la Asociación Mexicana de Sistemática de Artrópodos* 8(2): 32-37.
- Yombai, J., P. Klimes, P. Dargusch, A. Posman, O. Mottl, A. Mani, V. Novotny. 2021. Ant Species Diversity, Distribution, and Community Composition in Different Forest Types in Papua New Guinea. *Case Studies in the Environment* 5(1): 1-14.

HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) DE SUELO COMO BIOINDICADORES EN LA ESTACIÓN BIOLÓGICA AGUA ZARCA (EBAZ), SAN JOSÉ DE GRACIA, AGUASCALIENTES, MÉXICO

Mariana Alejandra de Santos-Medina¹, Israel de Jesús Rodríguez-Elizalde² y Jaime Antonio Escoto-Moreno³

^{1,2,3}Departamento de Biología, Universidad Autónoma de Aguascalientes

RESUMEN

Las hormigas han sido mundialmente utilizadas como bioindicadores en estudios para reflejar el cambio ecológico, abundancia, diversidad, funcionalidad, importancia y sensibilidad a la perturbación de diferentes ecosistemas. El presente proyecto pretende conocer las especies de hormigas y determinar cuáles pueden ser indicadores ecológicos en la EBAZ. Se seleccionaron tres puntos de muestreo, con diferente vegetación: matorral, vegetación ribereña y bosque de encino. En cada punto se trazó un transecto con diez unidades de muestreo, en cada una de las cuales se colocó una trampa de caída cebada con atún y miel, activa por 24 horas. Se muestreó una vez en temporada cálida-seca, cálida-húmeda y fría-seca. Se realizaron análisis de diversidad (q_0 , q_1 y q_2) y se calculó el valor indicador (IndVal). Se recolectaron 29 especies pertenecientes a 21 géneros y 5 subfamilias, la subfamilia Myrmicinae fue la más diversa con 14 especies, seguida por Formicinae con 10. El género más diverso fue *Pheidole* con 5 especies, seguido de *Camponotus* con 4. La vegetación ribereña mostró la mayor diversidad ($q_0 = 22$, $q_1 = 14.41$, $q_2 = 9.78$) y abundancia (2,764). Cinco especies (*Prenolepis imparis*, *Pheidole* sp. 1, *Monomorium minimum*, *Liometopum apiculatum* y *Dorymyrmex insanus*) presentaron valor indicador significativo ($p < 0.05$). Previo a este trabajo, no existía un estudio sobre la taxonomía y el papel ecológico de las hormigas en la Estación Biológica Agua Zarca (EBAZ) en el municipio San José de Gracia, Aguascalientes, México.

PALABRAS CLAVE

IndVal, diversidad, composición, vegetación, temporada.

ABSTRACT

Ants have been used worldwide as bioindicators in different studies to reflect ecological change, abundance, diversity, functionality, importance, and sensitivity to disturbance in different ecosystems. This project aims to know the ant species and determine which ones can be used as ecological indicators at the EBAZ. Three sampling points were selected, with different vegetation: scrub, riparian vegetation, and oak forest. At each point, a transect was drawn with ten sampling units, in each of which a pitfall trap baited with tuna and honey was placed, active for 24 hours. Sampling was carried out once during the warm-dry, warm-humid, and cool-dry seasons. Diversity analyses (q_0 , q_1 , and q_2) were made, and the indicator value (IndVal) was calculated. Twenty-nine species belonging to 21 genera and 5 subfamilies were collected, the subfamily Myrmicinae was the most diverse with 14 species, followed by Formicinae with 10. The most diverse genus was *Pheidole* with 5 species, followed by *Camponotus* with 4. Riparian vegetation showed the highest diversity ($q_0 = 22$, $q_1 = 14.41$, $q_2 = 9.78$) and abundance (2,764). Five species (*Prenolepis imparis*, *Pheidole* sp. 1, *Monomorium minimum*, *Liometopum apiculatum* and *Dorymyrmex insanus*) presented significant indicator value ($p < 0.05$). Prior to this work, no study existed on the taxonomy and ecological role of ants at the Agua Zarca Biological Station (EBAZ) in the municipality of San José de Gracia, Aguascalientes, Mexico.

KEY WORDS:

IndVal, diversity, composition, vegetation, season.

INTRODUCCIÓN

Los indicadores biológicos son organismos que presentan respuesta a cambios en las condiciones ambientales, y cuya presencia o ausencia indica características particulares del ecosistema (Tejeda *et al.*, 2008). Diversos autores han utilizado a diferentes grupos de artrópodos, como las hormigas, en estudios de bioindicación (Brown, 1997; Andersen, 2002; Chanatásig-Vaca *et al.*, 2011; González-Valdivia *et al.*, 2013; Gómez-Otamendi *et al.*, 2018; Cabrero -Sañudo *et al.*, 2022; Keshamma, 2022), debido a que son organismos fáciles de capturar y de monitorear; presentan una alta diversidad

taxonómica y funcional; son abundantes en los ecosistemas terrestres; tienen la capacidad de interactuar con múltiples organismos; y son sensibles a cambios ambientales. Por otro lado, están fuertemente asociadas con la cobertura vegetal, de tal forma que al variar la estructura de la vegetación también cambiará la composición y abundancia de las especies de hormigas (Pearson, 1994; Ribera y Foster, 1997; Jiménez-Carmona *et al.*, 2015).

Las hormigas se agrupan en el orden Hymenoptera dentro de la familia Formicidae con alrededor de 16,000 especies descritas a nivel mundial (AntWeb, 2023), reportándose 927 para México (Vásquez-Bolaños, 2015).

El listado de hormigas de Aguascalientes más reciente es el de Rodríguez-Elizalde y Castaño-Meneses (2024) donde reporta 79 especies de hormigas conocidas en el estado de Aguascalientes.

Se carece de un estudio que aborde a las hormigas de manera sistemática en la Estación Biológica Agua Zarca (EBAZ), por ello, el presente trabajo pretende conocer, determinar y enlistar a los formícidos presentes en esta Área Natural, así como determinar diversidad entre temporadas y tipos de vegetación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

La EBAZ de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) es un Área Natural Protegida (ANP) fundada en 1999. Está localizada en la Sierra de Guajolotes, que es uno de los tres componentes del ANP Sierra Fría, al noroccidente del estado de Aguascalientes, en el municipio de San José de Gracia, entre los 22°05'30" y 22°06'00" de latitud norte y los

102°34'00" y 102°33'30" de longitud oeste. Se ubica dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental. La mayor parte del predio está dominado por bosque de encino, sin embargo, también cuenta con vegetación ribereña, matorral y pastizal. El área boscosa contiene vegetación primaria perturbada, excepto en las zonas aledañas al arroyo con vegetación ribereña que representa la parte más densa y conservada de la vegetación. Se observan áreas con vegetación secundaria, resultado de desmontes para la obtención de leña y carbón, y de actividades de pastoreo de ganado vacuno (Martínez *et al.*, 2018).

Trabajo de campo.

Se llevó a cabo una colecta por periodo estacional: Cálido-Seco = C-S (enero a mayo), Cálido-Húmedo = C-H (junio a septiembre) y Frío-Seco = F-S (octubre a diciembre). Se evaluó la mirmecofauna presente en tres sitios de diferente vegetación: bosque de encino (BE), vegetación ribereña (VR), y matorral (MAT) (Figura 1).

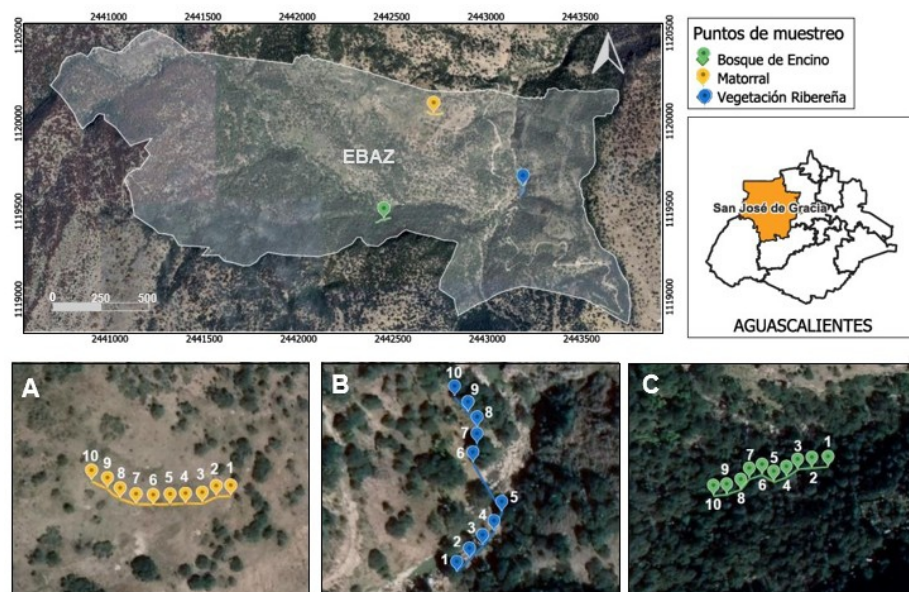


Figura 1. Mapa de los transectos con los 10 puntos de muestreo en cada tipo de vegetación de la Estación Biológica Agua Zarca (EBAZ).

Por temporada se realizó un muestreo en transectos para cada sitio. Cada transecto constó de 10 trampas de caída, con cebo de miel y atún, separadas una de otra por 10 m y activas durante 24 horas. Además, se realizaron colectas directas para enriquecer el listado de formícidos. Alrededor de cada trampa se midieron las siguientes variables ambientales: temperatura de suelo, con una pistola de temperatura láser digital sin contacto; cobertura vegetal arbórea, mediante la aplicación "CanopyCapture"; humedad de suelo, obtenida mediante la toma de una muestra de suelo, que fue pesada en fresco y después de ser secada, para obtener la diferencia de peso; espesor de hojarasca, medido en centímetros con una regla; cobertura vegetal herbácea y de hojarasca, ambas obtenidas a partir de fotografías digitales tomadas a 1.5 m de suelo y posteriormente cuadrículadas y cuantificadas mediante el software GIMP 2.10.32.

Trabajo de gabinete. Se revisaron y cuantificaron los organismos colectados, mediante el uso de estereoscopio. Cada morfoespecie fue determinada hasta el nivel taxonómico posible, para ello se utilizó la clave taxonómica de Mackay y Mackay (1989) para el nivel de género y se consultó literatura especializada por género para las especies.

Análisis de datos. Se evaluó la diversidad alfa, mediante los índices de diversidad de orden 0 (q_0 = riqueza de especies), 1 (q_1 = especies comunes) y 2 (q_2 = especies abundantes). Se realizó una curva de rarefacción de especies con la riqueza (q_0) como unidad de medida e intervalos de confianza al 95% para evaluar la completitud del muestreo. Para estos análisis se utilizó la

plataforma iNEXT, que corresponde a la versión interactiva del paquete iNEXT de R. Para evaluar la diversidad beta se realizó un Análisis de Ordenamiento Multidimensional No Métrico (NMDS). Estos análisis se realizaron en el programa estadístico PAST 4.11. Se implementó el método de Kruskal-Wallis que es una prueba no paramétrica equivalente al análisis de varianza (ANOVA), utilizando la abundancia y la riqueza como variables de respuesta, para evaluar si existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre temporadas para cada tipo de vegetación. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis post hoc mediante el método de Mann-Whitney. Se realizó un análisis de componentes principales (PCA por sus siglas en inglés), con el programa Infostat, para evaluar la correlación existente entre las variables ambientales evaluadas y las especies de hormigas observadas. Para las especies indicadoras, se calculó el valor indicador (IndVal), mismo que está basado en la abundancia y especificidad de una especie en un sitio particular. Si la especie es exclusiva y muy abundante presenta un mayor porcentaje de IndVal. Este índice se calculó con el paquete "indicspecies" de R. Cabe destacar para los análisis estadísticos (salvo el análisis de abundancia de Kruskal-Wallis), se tomó la frecuencia de captura como valor de abundancia. Esto debido a que las hormigas son organismos eusociales, y el tomar la abundancia total de organismos colectados no necesariamente refleja la abundancia en la naturaleza de cada especie, siendo cada colonia un "superorganismo". Por ello, se optó por utilizar la frecuencia de captura con la intención de determinar patrones de diversidad más cercanos a la realidad y siguiendo lo llevado a cabo por otros autores (Hernández-Ruiz *et al.*, 2009).

Tabla 1. Abundancia/Frecuencia de las especies de hormigas entre temporadas (C-S= Cálida-Seca. C-H= Cálida-Húmeda y F-S= Fría-Seca) para cada tipo de vegetación.

Subfamilia/ Especie	Abundancia/Frecuencia de captura por temporada/tipo de vegetación									Total
	Matorral			Vegetación Ribereña			Bosque de encino			
	C-S	C-H	F-S	C-S	C-H	F-S	C-S	C-H	F-S	
Dolichoderinae (2 spp.)										
<i>Dorymyrmex insanus</i>	633 (6)	676 (10)	17 (6)	151 (5)	128 (6)	2 (1)	-	-	-	1607 (34)
<i>Liometopum apiculatum</i>	-	4 (1)	-	1348 (7)	330 (8)	102 (5)	4868 (4)	26 (2)	2252 (4)	8930 (31)
Formicinae (10 spp.)										
<i>Brachymyrmex patagonicus</i>	-	1 (1)	-	2 (1)	5 (1)	25 (2)	-	-	-	33 (5)
<i>Camponotus atriceps</i>	5 (2)	-	-	13 (3)	-	-	-	-	-	18 (5)
<i>Camponotus cf. andrei</i>	-	1 (1)	-	-	-	-	-	-	-	1 (1)
<i>Camponotus mina</i>	1 (1)	-	1 (1)	-	13 (2)	-	1 (1)	4 (2)	-	20 (7)
<i>Camponotus zonatus</i>	-	-	-	1 (1)	-	-	-	-	-	1 (1)
<i>Formica sp.</i>	-	-	-	1 (1)	-	-	-	-	-	1 (1)
<i>Lasius sp.</i>	-	-	-	-	2 (1)	1 (1)	-	-	-	3 (2)
Formicinae (10 spp.)										
<i>Myrmecocystus melliger</i>	1 (1)	-	-	2 (1)	3 (2)	-	2 (1)	-	-	8 (5)
<i>Nylanderia sp.</i>	-	-	-	2 (2)	1 (1)	-	1 (1)	10 (2)	-	14 (6)
<i>Prenolepis imparis</i>	-	1 (1)	-	-	-	-	-	1245 (7)	422 (3)	1668 (13)
Myrmicinae (14 spp.)										
<i>Atta mexicana</i>	1 (1)	3 (1)	4 (1)	-	-	-	-	-	-	8 (3)
<i>Cardiocondyla emeryi</i>	-	-	-	4 (1)	-	-	-	-	-	4 (1)
<i>Crematogaster sp.</i>	476 (1)	1 (1)	-	-	3 (1)	1 (1)	-	-	-	481 (4)
<i>Poner los encabezados</i>										
<i>Monomorium minimum</i>	-	-	-	16 (4)	1 (1)	1 (1)	79 (1)	-	-	97 (7)
<i>Pheidole calens</i>	3 (1)	36 (3)	5 (3)	-	16 (4)	-	-	-	1 (1)	61 (12)
<i>Pheidole morelosana</i>	113 (1)	5 (1)	-	69 (3)	25 (2)	11 (2)	-	8 (3)	-	231 (12)
<i>Pheidole optusospinosa</i>	273 (5)	74 (1)	-	4 (1)	460 (1)	-	743 (2)	280 (3)	7 (1)	1841 (14)
<i>Pheidole sp. 1</i>	-	19 (5)	-	-	-	-	-	-	-	19 (5)
<i>Pheidole sp. 2</i>	-	-	-	-	-	-	4 (2)	-	-	4 (2)
<i>Pogonomyrmex barbatus</i>	5 (2)	4 (2)	6 (2)	2 (1)	2 (2)	-	-	-	-	19 (9)
<i>Solenopsis sp. 1</i>	1 (1)	64 (1)	-	4 (1)	-	-	-	-	-	69 (3)
<i>Solenopsis sp. 2</i>	-	-	-	-	-	-	-	1 (1)	-	1 (1)
<i>Temnothorax carinatus</i>	-	-	-	2 (2)	-	-	13 (4)	2 (1)	2 (1)	19 (8)
<i>Tetramorium spinosum</i>	-	1 (1)	-	1 (1)	7 (3)	-	-	11 (3)	-	20 (8)
Ponerinae (2 spp.)										
<i>Aphaenogaster mexicana</i>	-	-	-	2 (1)	-	-	-	-	-	2 (1)
<i>Odontomachus clarus</i>	-	2 (2)	1 (1)	-	-	-	-	-	-	3 (3)
Pseudomyrmicinae (1 spp.)										
<i>Pseudomyrmex pallidus</i>	-	-	-	-	1 (1)	-	-	-	-	1 (1)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recolectaron 15,183 ejemplares de hormigas en la EBAZ, dentro de cinco subfamilias (Dolichoderinae, Formicinae, Myrmicinae, Ponerinae y Pseudomyrmicinae), pertenecientes a 21 géneros y 29 especies. La subfamilia Myrmicinae fue la más rica con 14 especies y 9 géneros, seguida por Formicinae con 10 especies y 7 géneros, Dolichoderinae y Ponerinae con 2 especies y 2 géneros cada una y Pseudomyrmicinae con una especie y un género. El género con mayor riqueza fue *Pheidole* con 5 especies; seguido del género *Camponotus* con 4 especies, estos resultados son similares a lo reportado en otros estudios (Soto-Cárdenas *et al.*, 2019; Jiménez-Vargas *et al.*, 2017), incluyendo el patrón general que propone Ward (2000; 2010) donde ambas subfamilias (Myrmicinae y Formicinae) y géneros (*Pheidole* y *Camponotus*) son los de mayor riqueza.

En términos de frecuencia de captura, la especie con valor más alto fue *Dorymyrmex insanus* (34), seguida de *Liometopum apiculatum* (31) y *Pheidole obtusospinosa* (14).

En contraste, las especies menos frecuentes (un evento de muestreo) fueron *Aphaenogaster mexicana*, *Pseudomyrmex pallidus*, *Cardiocondyla emeryi*, *Solenopsis* sp. 2, *Camponotus* cf. *andrei*, *Camponotus zonatus* y *Formica* sp. (Tabla 1). *Liometopum apiculatum* y *Pheidole* se distribuyen prácticamente en todos los ecosistemas, desde desiertos hasta selvas, incluso en zonas urbanas y agrícolas. Por su parte, el género *Dorymyrmex* es dominante desde el punto de vista ecológico habitando zonas áridas y semiáridas (Hernández-Roldan *et al.*, 2017; Camargo-Vanegas y Guerrero, 2020). La curva de rarefacción para la riqueza de especies basada en el tamaño de la muestra mostró una tendencia asintótica para VR y MAT, con un valor de extrapolación para la riqueza estimada de 24.88 y 20.87 especies respectivamente, con porcentajes de completitud del muestreo entre 86 y 89%. En cambio, el BE no muestra una tendencia asintótica, observándose un valor de extrapolación para la riqueza estimada de 19.33 especies y un porcentaje de completitud del muestreo de 77.59% (Tabla 2, Figura 2;).

Tabla 2. Riqueza observada (q0 Obs), esperada (q0 Ext) y porcentaje de completitud (% Comp.) para el muestreo de hormigas a lo largo de las tres temporadas de colecta.

Tipo de vegetación	q0 Obs	q0 Ext	%Comp.
Bosque de Encino	15	19.33	77.59
Matorral	18	20.87	86.24
Vegetación Ribereña	22	24.88	88.42

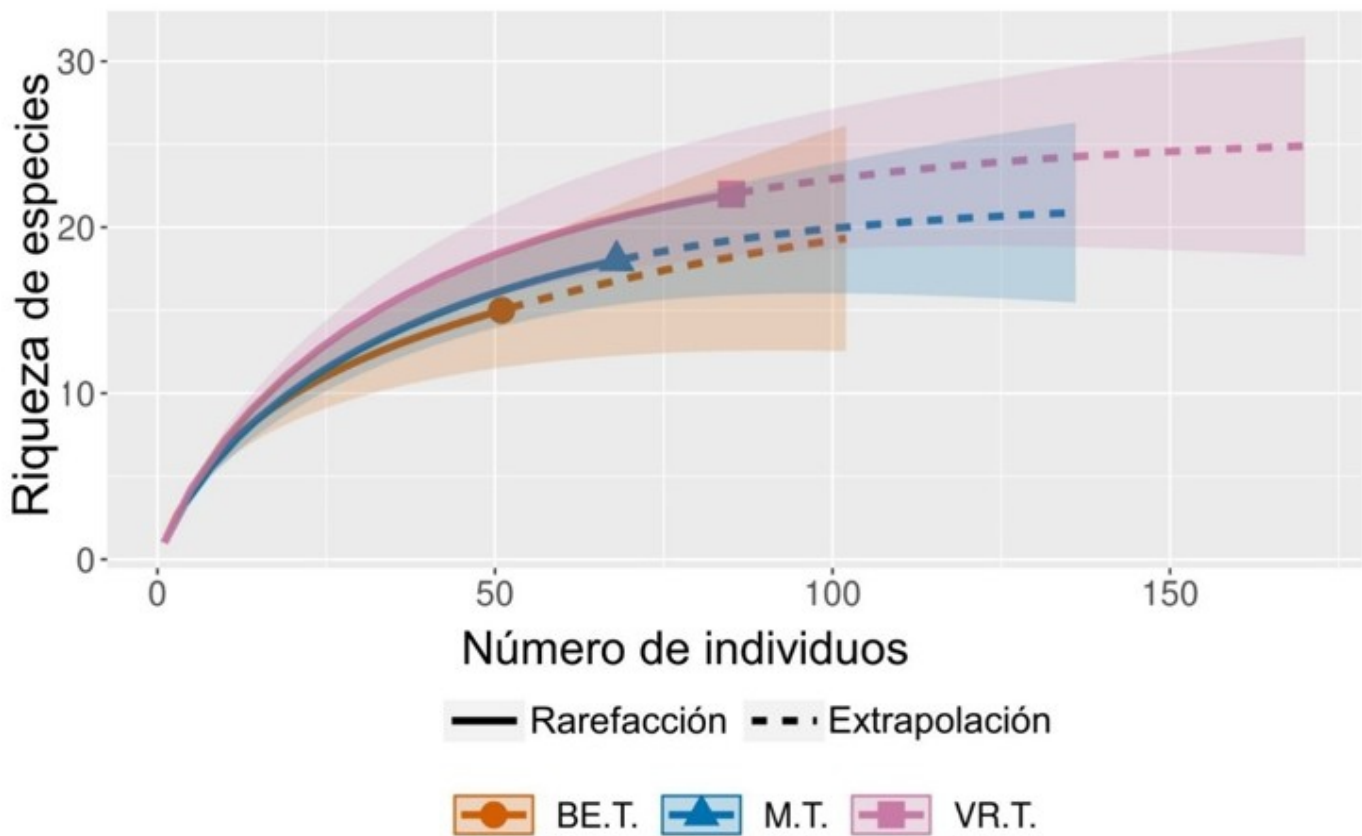


Figura 2. Curva de rarefacción de las especies de hormigas durante las tres temporadas en los tres tipos de vegetación (BE.T.= Total de Bosque de Encino, M.T.= Total de Matorral, VR.T.= Total de Vegetación Ribereña). Se utilizó la riqueza de especies como unidad de medida.

La baja riqueza en el BE probablemente se debe a su complejidad estructural, razón por la cual muchas especies de hormigas anidan y forrajean mayormente en el dosel y no bajan al suelo. El uso de trampas arbóreas y cernidos de hojarasca podría aumentar la posibilidad de encontrar las especies crípticas ya que, se ha visto que el número de estas especies en bosques aumenta considerablemente (Greenslade y Greenslade, 1977; Estrada y Fernández, 1999; Soto-Cárdenas *et al.*, 2019).

La VR contó con la mayor riqueza de especies ($q_0 = 22$), la mayor cantidad de especies comunes ($q_1 = 14.41$) y la mayor cantidad de especies abundantes ($q_2 = 9.78$), por otro lado, el BE presentó la menor riqueza ($q_0 = 15$), y la menor cantidad de especies comunes ($q_1 = 10.58$), mientras que el MAT obtuvo una menor cantidad de especies abundantes ($q_2 = 6.86$) (Tabla 3; Figura 3).

Tabla 3. Diversidad de orden 0 (q0= riqueza de especies), 1 (q1= especies comunes). 2 (q2= especies muy abundantes), frecuencia de captura (FC) y abundancia (AB) por tipo de vegetación y temporada (C-S= Cálida-Seca, C-H= Cálida-Húmeda, F-S= Fría-Seca).

Tipo de vegetación	Temporada	q0	q1	q2	FC	AB
Bosque de Encino	C-S	8	6.73	5.82	19	5710
	C-H	10	8.21	6.697	26	1587
	F-S	6	4.92	4.17	15	2684
	Total	15	10.58	8.31	60	9981
Matorral	C-S	11	8.25	6.37	24	1512
	C-H	15	10.02	6.74	32	892
	F-S	6	4.65	3.77	17	34
	Total	18	10.87	6.86	73	2438
Vegetación Ribereña	C-S	17	13.03	10.29	36	1624
	C-H	15	11.28	8.76	36	997
	F-S	7	5.66	4.57	17	143
	Total	22	14.41	9.78	89	2764

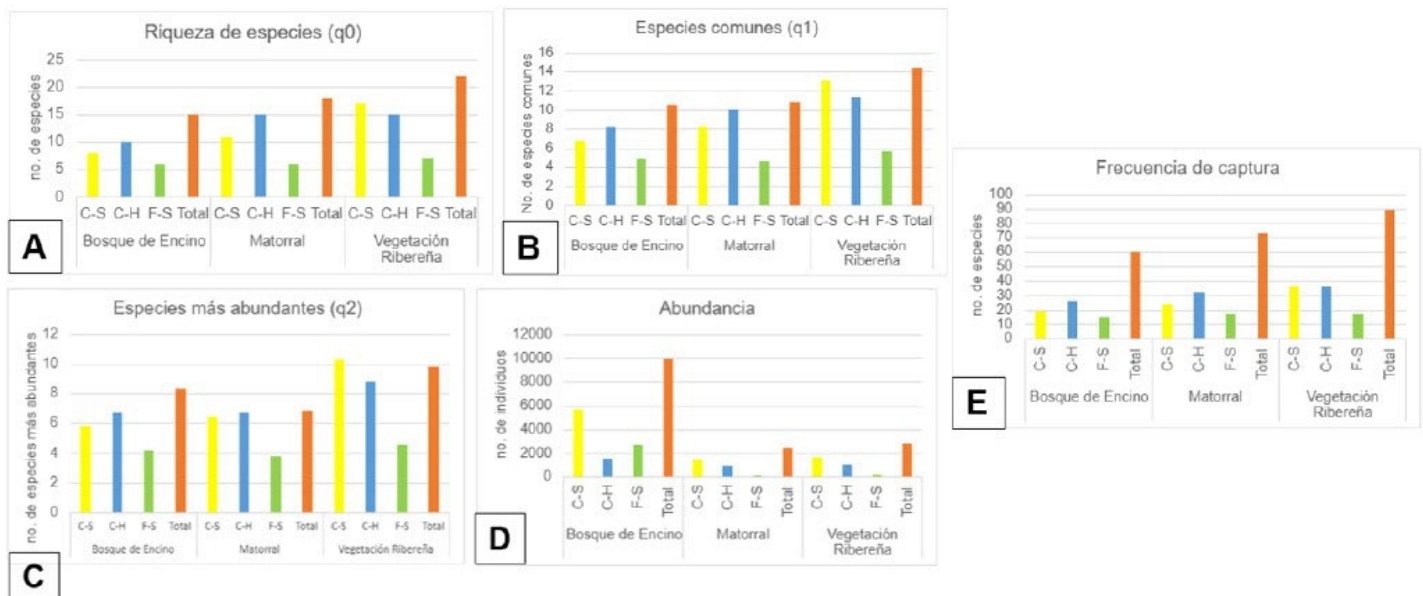


Figura 3. Gráficas del análisis de diversidad por tipo de vegetación y temporada (C-S= Cálida-Seca, C-H= Cálida-Húmeda, F-S= Fría-Seca). A. de orden 0 (q0= riqueza de especies), B. de orden 1 (q1= especies comunes), C. de orden 2 (q2= especies muy abundantes), D. abundancia (AB) y E. frecuencia de captura (FC).

La diversidad observada en VR probablemente se debe a que este hábitat cuenta con una amplia gama de recursos (agua del arroyo y flora árida y templada). Esto le hace posible albergar hormigas afines tanto a zonas con vegetación densa como escasa, permitiendo el establecimiento de especies tanto de hábitos generalistas como especialistas (García-Martínez *et al.*, 2015).

En otros estudios se ha observado que el bosque mesófilo de montaña cuenta con mayor riqueza de hormigas que la vegetación ribereña (García-Martínez *et al.*, 2014; Pérez-Toledo *et al.*, 2016). Estos resultados contrastantes con el presente estudio probablemente se deben al tipo de bosque, ya que en el bosque de encino predominan las condiciones bajas de temperatura y humedad, lo que podría estar limitando la diversidad mirmecofaunística.

Para VR, la mayor diversidad se observó en temporada C-S ($q_0=17$, $q_1=13.03$ y $q_2=10.29$); en MAT la mayor diversidad se observó en temporada C-H ($q_0=15$, $q_1=10.02$ y $q_2=6.74$), al igual que en BE ($q_0=10$, $q_1=8.21$ y $q_2=6.70$). Estos resultados, tanto en MAT como en BE coinciden con Guzmán-Mendoza *et al.* (2010), quienes, en un sitio árido con baja cobertura vegetal, obtuvieron mayor diversidad de hormigas, en temporada de lluvias con respecto a la temporada de secas. La temporada C-S contó con mayor abundancia de hormigas (AB= 8846).

Esto coincide con lo reportado por Castaño-Meneses *et al.* (2015), quienes mencionan que la fluctuación mensual de la mirmecofauna indica que en los meses más calurosos y fríos los requerimientos de forrajeo son mayores y es probable que exista un mayor número de obreras fuera de las colonias que tengan que recorrer mayores distancias en busca de alimento por lo que se incrementa la abundancia de hormigas en el paisaje árido. En contraste en la temporada F-S disminuyó la abundancia (AB= 2,861). Estos resultados concuerdan con Jiménez-Vargas *et al.* (2017) quienes obtuvieron los valores más altos de riqueza y abundancia de hormigas en el período de lluvia (agosto-octubre), mientras que en diciembre y enero se obtuvo la riqueza y abundancia más baja.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) tanto para la abundancia como para la riqueza de hormigas entre temporadas en VR y MAT. De acuerdo con el análisis post-hoc con la prueba de Mann-Whitney para la abundancia tanto en VR como en MAT, la temporada fría-seca (F-S) difiere significativamente ($p < 0.05$) de las temporadas C-H y C-S (Figura 4).

En términos de riqueza de especies, VR obtuvo las mismas diferencias entre temporadas que en el análisis de abundancia, pero en MAT se observaron diferencias entre F-S y C-H (Tablas 4 y 5).

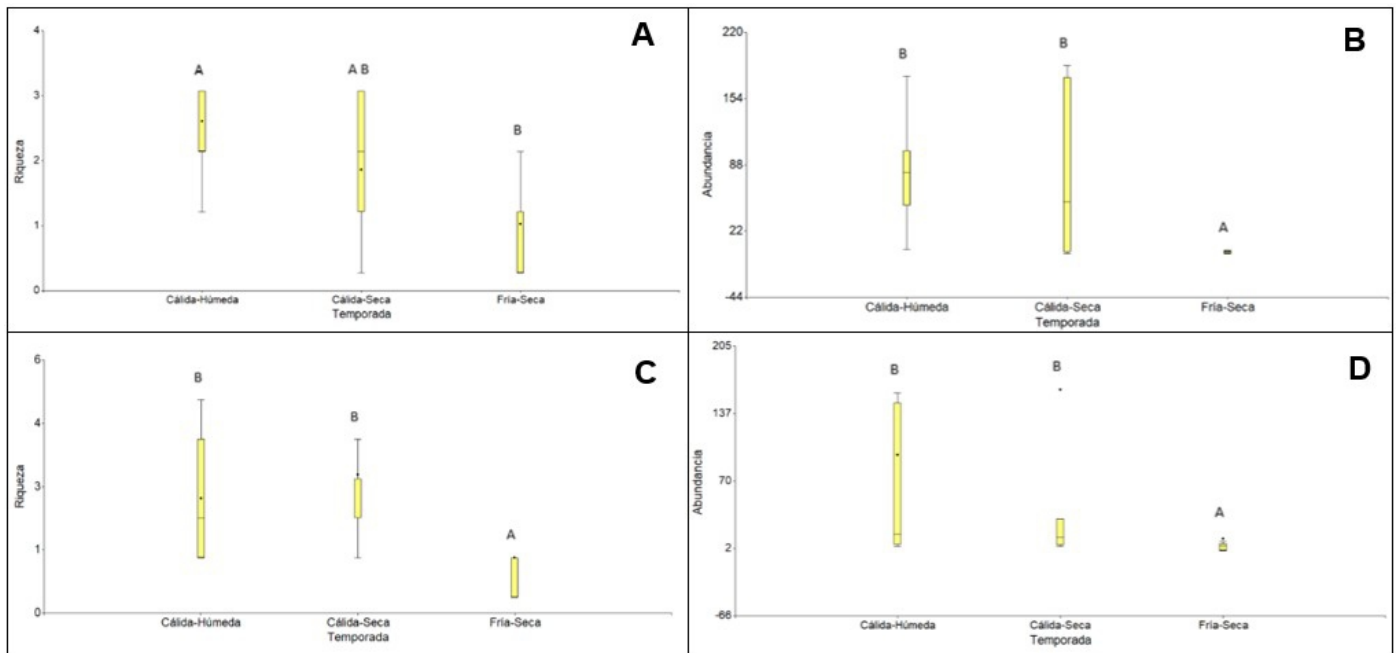


Figura 4. Gráficas con el método post-hoc de Mann-Whitney para observar la abundancia y riqueza de hormigas entre temporadas para la VR y el MAT. Para el MAT, A. Riqueza de especies, B. Abundancia de especies; para la VR, C. Riqueza de especies, D. Abundancia de especies.

Tabla 4. Análisis con el método post-hoc de Mann-Whitney para la abundancia de hormigas entre temporadas para cada tipo de vegetación. Las celdas en rojo indican que se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre temporadas.

ABUNDANCIA				
		Cálida-Húmeda	Cálida-Seca	Fría-Seca
BOSQUE DE ENCINO	Cálida-Húmeda		0.5167	0.7592
	Cálida-Seca	0.5167		0.9691
	Fría-Seca	0.7592	0.9691	
VEGETACIÓN RIBEREÑA	Cálida-Húmeda		0.8794	0.0223
	Cálida-Seca	0.8794		0.0244
	Fría-Seca	0.0223	0.0244	
MATORRAL	Cálida-Húmeda		0.6775	0.0002
	Cálida-Seca	0.6775		0.0268
	Fría-Seca	0.0002	0.0268	

Tabla 5. Análisis con el método post-hoc de Mann-Whitney para la riqueza de especies de hormigas entre temporadas para cada tipo de vegetación. Las celdas en rojo indican que se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre temporadas.

RIQUEZA				
		Cálida-Húmeda	Cálida-Seca	Fría-Seca
BOSQUE DE ENCINO	Cálida-Húmeda		0.1493	0.0735
	Cálida-Seca	0.1493		0.72
	Fría-Seca	0.0735	0.72	
VEGETACIÓN RIBEREÑA	Cálida-Húmeda		0.5604	0.0176
	Cálida-Seca	0.5604		0.0067
	Fría-Seca	0.0176	0.0067	
MATORRAL	Cálida-Húmeda		0.3168	0.0008
	Cálida-Seca	0.3168		0.0686
	Fría-Seca	0.0008	0.0686	

Esto probablemente se debe a que cuando baja la temperatura ambiental las especies disminuyen su actividad y, por el contrario, en C-H se observa mayor abundancia y riqueza de especies debido a que las hormigas son más activas gracias a que existe una disponibilidad de recursos (Encina *et al.*, 2007). En BE no se observaron diferencias ($p > 0.05$) en ninguno de los dos análisis, esto debido quizás a que, al contar el BE con cobertura vegetal densa, esto permite que el

ambiente sea más estable a lo largo del año, haciendo posible que la abundancia y riqueza de especies de hormigas se distribuya de manera homogénea durante todas las temporadas (Estrada y Fernández, 1999).

En el análisis NMDS se observó que en los polígonos de la VR convergen especies de formicidos tanto de MAT como de BE, lo que indicaría que se trata de un punto de transición entre estos dos puntos de muestreo (Figura 5).

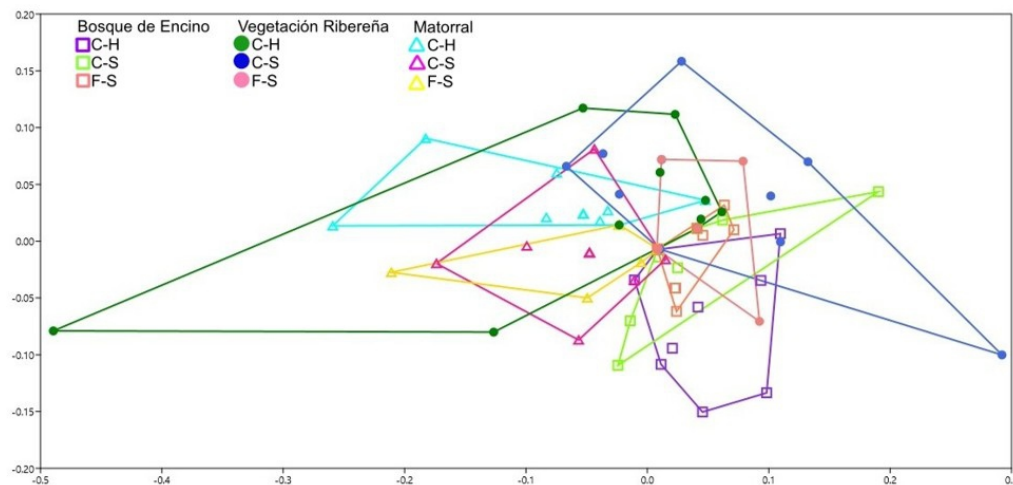


Figura 5. Análisis de Ordenamiento Multidimensional No Métrico (NMDS) por tipo de vegetación y temporada (C-S= Cálida-Seca, C-H= Cálida-Húmeda, F-S= Fría-Seca).

La VR es uno de los ecosistemas más diversos y dinámicos presentando flora típica de BE y MAT como árboles deciduos de los géneros *Populus*, *Quercus* y *Alnus* (ahuehuetes, encinos, mezquites) y pastos en las orillas del arroyo (Granados-Sánchez, Hernández-García y López-Ríos, 2006; Moreno-Jiménez *et al.*, 2017). Por otro lado, aunque MAT y BE convergen en un punto, no se mezclan entre sí, debido a que son diferentes en composición de hormigas, y además son hábitats con condiciones contrastantes de temperatura, humedad y cobertura vegetal arbórea y herbácea, razón por la cual no es de extrañar que sean menos similares (Varela-Hernández, 2013; Soto-Cárdenas *et al.*, 2019).

Se observó mayor abundancia de hormigas en la temporada C-S y C-H, esto sugiere que en temperaturas bajas la mayoría de las especies, disminuyen su actividad. Estrada y Fernández (1999) mencionan que la temperatura juega un importante papel en la distribución de hormigas debido a que determina sus actividades de forrajeo, sitios de anidación y es un factor primordial en el desarrollo de larvas y pupas. Por otro lado, *Pheidole calens*, *Dorymyrmex insanus*, *Pogonomyrmex barbatus*, *Odontomachus clarus* y *Myrmecocystus melliger* se ven beneficiadas cuando la temperatura de suelo es mayor (Castaño-Meneses *et al.*, 2015; Soto-Cárdenas *et al.*, 2019). *Camponotus zonatus* y *Formica* sp. presentaron una correlación positiva con el porcentaje de hojarasca. Muchas especies del género *Camponotus* forrajean y anidan en los árboles, por ello es común que prefieran sitios con mayor cobertura vegetal y cantidad de hojarasca (Castaño-Meneses *et al.*, 2015). El espesor de hojarasca mostró correlación positiva con *Prenolepis imparis*, *Tetramorium spinosum* y *Nylanderia* sp.

Los componentes principales 1 y 2 explican el 77.6% de la variación (CP1 = 48.6% y CP2 = 29%). Las variables “cobertura vegetal arbórea”, “temperatura de suelo”, “porcentaje de hojarasca” y “espesor de hojarasca” fueron las que aportaron mayor porcentaje para la construcción del componente principal 1, mientras que las variables “cobertura vegetal herbácea”, “humedad de suelo” y “espesor de hojarasca” aportaron el mayor porcentaje para la construcción del componente principal 2 (Figura 6; Tabla 6). Las variables que mostraron correlación con alguna especie fueron el espesor de hojarasca con *Prenolepis imparis*, *Tetramorium spinosum* y *Nylanderia* sp., el porcentaje de hojarasca con *Camponotus zonatus* y *Formica* sp. y la temperatura de suelo con *Pheidole calens*, *Dorymyrmex insanus*, *Pogonomyrmex barbatus*, *Odontomachus clarus* y *Myrmecocystus melliger*. La cobertura vegetal herbácea, la cobertura vegetal arbórea y la humedad de suelo no obtuvieron ninguna correlación clara con ninguna especie. Al respecto, se sabe que *Dorymyrmex insanus* prefiere hábitats áridos con temperatura de suelo alta (Camargo-Vanegas y Guerrero, 2020).

La EBAZ cuenta con cinco especies bioindicadoras según los valores de IndVal obtenidos (Tabla 7; IndVal > 0.4 y p < 0.05), con al menos dos especies por cada tipo de vegetación. Las especies bioindicadoras con valores altos de IndVal indican condiciones ambientales específicas. Para el BE la especie bioindicadora fue *Prenolepis imparis* (IndVal = 0.52). Esto concuerda con la biología y hábitos de la especie, ya que es típica de bosques templados con bajas temperaturas (Tonione *et al.*, 2020). *Pheidole* sp. 1 (IndVal = 0.408) fue la única especie bioindicadora en el MAT, una gran cantidad de especies de este género están

relacionadas a zonas sujetas a disturbios y hábitats áridos (Guzmán-Mendoza *et al.*, 2016; Jiménez-Vargas *et al.*, 2017), lo que explica su adaptación al pastoreo y las temperaturas altas de esa zona. *Monomorium minimum* es bioindicadora de la VR (IndVal = 0.414), sin embargo, Rodríguez-de León *et al.* (2019), reportaron un IndVal y un valor de *p* alto, aunque no significativo, para esta especie en cultivos de maíz y sábila, y en un sitio sin cultivo, en donde presentó mayor asociación al área sin cultivo. Esto difiere de nuestros resultados, pero se sabe que esta especie tiene una distribución cosmopolita y se adapta a sitios conservados y perturbados (González-Martínez y Vázquez-Bolaños, 2019), razón por la cual su potencial como bioindicador puede variar a nivel local. *Dorymyrmex insanus* (IndVal = 0.695) fue bioindicadora del MAT y la VR. Esta especie también ha sido reportada como bioindicadora en cultivos de nopal (Gómez-Otamendi *et al.*, 2018). El BE y la VR compartieron a *Liometopum apiculatum* como especie bioindicadora (IndVal=0.633).

CONCLUSIONES

Este estudio representa uno de los primeros esfuerzos por conocer la mirmecofauna de la EBAZ, así como su potencial bioindicador. Éste servirá como base para futuros estudios enfocados en el análisis espacial y temporal de las hormigas del estado, además, el hecho de analizar la diversidad, abundancia y uso como bioindicadores, brindará una herramienta que podría ser utilizada por los tomadores de decisiones en materia de conservación. Valdría la pena llevar a cabo más estudios en la EBAZ implementando métodos de muestreo complementarios, tales como trampas arbóreas y cernidos de hojarasca procesados con embudos de

Berlesse o sacos winkler, a fin de contar con un listado lo más completo posible. Por otro lado, este trabajo es el primero en el estado de Aguascalientes en evaluar el potencial de hormigas como bioindicadores ecológicos, con lo cual cobra importancia, ya que estos resultados pueden ser utilizados como referente al momento de evaluar el estado de conservación de ecosistemas similares al área de estudio.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Aguascalientes, al Departamento de Biología y a la Colección Zoológica por el espacio y material de trabajo. A las personas que acompañaron y ayudaron en campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alatorre-Bracamontes, C. y Vázquez-Bolaños, M. 2010. Lista comentada de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del norte de México. *Dugesiana* 17(1): 9-36.
- Andersen, A., B. Hoffmann, W. Müller, D. Griffiths. 2002. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. *Journal of Applied Ecology* 39: 8-17.
- AntWeb. 2023. Version 8.91.2. California Academy of Science. <https://www.antweb.org/>
- Berman, M., A. N. Andersen, C. Hély, C. Gaucherel. 2013. Overview of the distribution, habitat association and impact of exotic ants on native ant communities in New Caledonia. *PloS one* 8(6): 1-12. En: *Avances de Formicidae de México*. (Eds: Castaño-Meneses, G., M. Vázquez-Bolaños, Martínez). Astra Ediciones, S. A. de C. V. México, pp. 151-160.

- Brown, K. 1997. Diversity, disturbance and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation* 1(1): 25-42.
- Cabrero-Sañudo, F., R. Cañizares, E. Caro-Miralles, D. Gil, S. Grzechnik, D. López. 2022. Seguimiento de artrópodos bioindicadores en áreas urbanas: objetivos, experiencias y perspectivas. *Ecosistemas* 31(1): 2340.
- Camargo-Vanegas, J., R. Guerrero. 2020. Las hormigas *Pheidole* (Formicidae: Myrmicinae) en el bosque seco tropical de Santa Marta, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 46(2): 1-22.
- Chanatásig-Vaca, C., E. Huerta, P. Rojas, A. Ponce-Mendoza, J. Mendoza, A. Morón, H. Van der wal, B. Dzib-Castillo. 2011. Efecto del uso de suelo en las hormigas (Formicidae: Hymenoptera) de Tikinmul, Campeche, México. *Acta Zoológica Mexicana* 27(2): 441-461.
- Czechowski, W., W. Czechowska. 2006. Succession of *Lasius* s. str. ant species (Hymenoptera: Formicidae) in moist pine forests—reassessment after taxonomic revisions of the subgenus. *Fragmenta Faunistica* 49(2): 91-97.
- Encina, J., A. Zárate, J. Valdés, J. Villarreal. 2007. Caracterización ecológica y diversidad de los bosques de encino de la sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 81: 51-63.
- Estrada, C., F. Fernández. 1999. Diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en un gradiente sucesional del bosque nublado (Nariño, Colombia). *Revista de Biología Tropical* 47(1-2): 189-201.
- García-Martínez, M. A., F. Escobar-Sarria, J. E. Valenzuela-González, D. L. Martínez-Tlapa, G. R. Pérez-Toledo, P. A. González. 2014. Mirmecofauna asociada a remanentes de vegetación ribereña de Bosque Mesófilo de Montaña en un paisaje de uso humano del centro de Veracruz. *Entomología Mexicana* 1: 497-502.
- Gómez-Otamendi, E., Y. Ortiz-Arteaga, E. Ávila-Gómez, G. Pérez-Toledo, J. Valenzuela, C. Moreno. 2018. Diversidad de hormigas epigeas en cultivos de nopal tunero (*Opuntia albicarpa*) y matorrales de *Opuntia* spp. del estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 89: 454-465.
- González-Valdivia, N., G. González-Escolástico, E. Barba, S. Hernández-Daumás, S. Ochoa-Gaona. 2013. Mirmecofauna asociada con sistemas agroforestales en el Corredor Biológico Mesoamericano en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 306-317.
- Greenslade, P., P. Greenslade. 1977. Some effects of vegetation cover and disturbance on a tropical ant fauna. *Insectes Sociaux* 24: 163-182.
- Guzmán-Mendoza, R., J. Calzontzi-Marín, M. Salas-Araiza, E. Salazar-Solís, D. Sanzón-Gómez, R. Martínez-Yañez. 2016. Riqueza y Diversidad de hormigas en tres fragmentos de bosque templado con diferente nivel de disturbio. *Entomología Mexicana* 3: 502-506.

- Guzmán-Mendoza, R., G. Castaño-Meneses, M. 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(2): 427-435.
- Hernández-Ruiz, P., G. Castaño-Meneses, Z. Cano-Santana, Z. 2009. Composition and functional groups of epiedaphic ants (Hymenoptera: Formicidae) in irrigated agroecosystem and in nonagricultural areas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44(8): 904-910.
- Jiménez-Carmona, E., Y. Domínguez-Haydar, N. Henao, G. Zabala, S. Escobar, I. Armbrrecht, P. de Ulloa. 2015. Las hormigas en el monitoreo de la restauración ecológica. En: *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres* (Eds: Aguilar-Garavito M., W. Ramírez). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C. Colombia, pp. 108-118.
- Jiménez-Vargas, C., J. Martínez-Toledo, E. Jiménez-Sánchez, E. 2017. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) capturadas con trampas NTP-80 en un bosque de encino en Chapa de Mota, Estado de México. *Entomología Mexicana* 4: 710-715.
- Keshamma, E. 2022. An Overview on Ants as Bioindicator. *International Journal of Engineering Technology and Management Sciences* 5(6): 825-829.
- Martínez-Martínez, J., O. Rosales-Carrillo, M. Silva-Briano, J. Escoto-Rocha, J., Escoto-Moreno, F. Tafuya-Rangel, G. Villalobos-Jiménez, L. Delgado-Saldivar, J. Sigala-Rodríguez, A.
- Encarnación-Luévano, E. Sigala-Meza, J. Ayala-Rodríguez, R. Rosales-García, I. Villalobos-Juárez, C. Esparza-Estrada, C. Franco-Servín, A. Herrera-Meza, G. de la Riva-Hernández, V. Franco-Ruiz. P. García-Macías. 2018. *Biodiversidad de la Estación Biológica Agua Zarca*. 1ª. ed. México: Departamento Editorial de la Dirección General de Difusión y Vinculación de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Pearson, D. 1994. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. *Phil. Trans R. Soc. Lond. B*. 345: 75-79.
- Pérez-Toledo, G., J. Valenzuela-González, C. Flores-Galván, C. Gallardo-Hernández, V. Vásquez-Torres, M. García-Martínez. 2016. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) asociadas a tres tipos de vegetación de un paisaje agropecuario en Veracruz. *Entomología Mexicana* 3: 582-588.
- Ribera, I., G. Foster. 1997. El uso de artrópodos como indicadores biológicos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 20: 265-276.
- Rodríguez-Elizalde, I., G. Castaño-Meneses. 2024. Lista comentada de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Calvillo, Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 95: 1-37.

- Rojas-Fernández, P. 1996. Formicidae (Hymenoptera). En: Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento (Ed: González-Soriano, E.). Universidad Nacional Autónoma de México. México, pp.483-500.
- Rojas-Fernández, P. 2001. Las hormigas del suelo en México: diversidad, distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae). Acta Zoológica Mexicana 1: 189-238.
- Soto-Cárdenas, M., M. Vásquez-Bolaños, C. García-Gutiérrez, M. Correa-Ramírez, R. Torres-Ricario, M. González-Güereca, I. Chairez-Hernández. 2019. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Durango, México. Revista Colombiana de Entomología 45 (2): 1-9.
- Sundström, L., P. Seppä, P. Pamilo. 2005. Genetic population structure and dispersal patterns in *Formica* ants—a review. Annales Zoologici Fennici 42: 163-177.
- Tejeda, C., K. Mehlreter, V. Sosa V. 2008. Indicadores ecológicos multi-taxonómicos. En: Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación (Eds: Manson R. H., V. Hernández, S. Gallina, K. Mehlreter). Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). México, pp.271-278.
- Tonione, M., S. Cho, G. Richmond, C. Irian, N. D. Tsutsui. 2020. Intraspecific variation in thermal acclimation and tolerance between populations of the winter ant, *Prenolepis imparis*. Ecology and Evolution 10(11): 4749-4761.
- Varela-Hernández, F. 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. Revista Peruana de Entomología. 48: 1-6.
- Vásquez-Bolaños, M. 2011. Lista de especies de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) para México. Dugesiana 18(1): 93-133.
- Vásquez-Bolaños, M. 2015. Taxonomía de Formicidae (Hymenoptera) para México. Métodos en Ecología y Sistemática 10 (1): 1-53.
- Vásquez-Bolaños, M., A. Cisneros-Caballero. 2013. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Aguascalientes. En: Memorias del XXI Congreso Nacional de Zoología (Ed: Sigala, J.) Universidad Autónoma de Aguascalientes, pp. 155.
- Vásquez-Bolaños, M., G. Castaño-Meneses, A. Cisneros-Caballero, G. A. Quiroz-Rocha, J. L. Navarrete-Heredia. 2013. Formicidae de México. México. Orgánica Editores.
- Ward, P. 2000. Broad scale patterns of diversity in leaf litter ant communities. En: Ants, standard methods for measuring and monitoring biodiversity (Eds: Agosti, D., J. Majer, L. Alonso, T. Schultz, T). Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. pp.99-121.
- Ward, P. 2010. Taxonomy, phylogenetics, and evolution. En: Ant ecology (Eds: Lach, L., C. Parr, K. Abbott, K.) Oxford University Press. Oxford, pp. 3-17.

***Liometopum apiculatum* MAYR, 1870 (Formicidae: Dolichoderinae) PROMOTORA DE LA DIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS EDÁFICOS EN UNA ZONA ÁRIDA DE HIDALGO**

Erandi Mentado-Minero¹, Alicia Callejas Chavero² y Gabriela Castaño-Meneses³

^{1,2}Laboratorio de Ecología Vegetal, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Sato. Tomas, Instituto Politécnico Nacional, erandi.mentado@outlook.com, alicallejas@hotmail.com

³Laboratorio de Ecología de Artrópodos en Ambientes Extremos, UMDI-Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, gabycast99@hotmail.com

RESUMEN

Los nidos de *Liometopum apiculatum* modifican las propiedades del suelo, dando lugar a la formación de una estructura rica en nutrientes denominada "trabécula", la cual sirve como sustrato para la ovoposición por parte de las hormigas y como refugio para diversas especies de artrópodos. El presente estudio tiene como objetivo describir la comunidad de artrópodos asociados a nidos de *L. apiculatum* en una zona semiárida de Hidalgo. En abril de 2022, se llevó a cabo una inspección de seis nidos en Huichapan, mediante la cual se recolectaron artrópodos utilizando métodos directos (pinzas y pincel) e indirectos (embudos de Berlese). El análisis de la diversidad verdadera (q_0 , q_1 , q_2) se llevó a cabo mediante el uso de iNEXT. En total se recolectaron 2007 organismos, clasificados en 67 morfoespecies pertenecientes a 28 familias y 17 órdenes. Los grupos que presentaron mayor diversidad fueron Trombidiformes, Sarcoptiformes, Mesostigmata, Coleoptera, Araneae, Hemiptera y Collembola, mientras que Pseudoscorpiones, Opiliones y otros estuvieron representados por una sola morfoespecie. El índice de diversidad verdadera de orden 1 fue $q_1=17.38$, el grupo más abundante resultó ser Acari, con 12 géneros todos nuevos registrados como huéspedes de *L. apiculatum*, incluyendo ácaros mirmecófilos y depredadores de hormigas. Se esperaba una mayor diversidad de Collembola; sin embargo, únicamente se identificaron dos morfoespecies sugiriendo que podrían ser huéspedes temporales. En conclusión, los nidos de *L. apiculatum* albergan una gran diversidad de artrópodos y por lo tanto promueven la diversidad de la fauna edáfica. Sin embargo, es importante continuar con este tipo de investigaciones para comprender mejor el papel de los artrópodos en la ecología de los nidos de *L. apiculatum* y su impacto en los ecosistemas.

PALABRAS CLAVE

IndVal, diversidad, composición, vegetación, temporada.

ABSTRACT

The nests of *Liometopum apiculatum* modify soil properties, leading to the formation of a nutrient-rich structure called "trabecula," which serves as a substrate for oviposition and as a refuge for various arthropod species. This study aims to describe the community of arthropods associated with *L. apiculatum* nests in a semi-arid region of Hidalgo. In April 2022, an inspection of six nests was conducted in Huichapan, during which arthropods were collected using direct methods (tweezers and brushes) and indirect methods (Berlese funnels). The analysis of true diversity (q_0 , q_1 , q_2) was carried out using iNEXT. A total of 2007 organisms were collected, classified into 67 morphospecies belonging to 28 families and 17 orders. The orders with the highest diversity were Trombidiformes, Sarcoptiformes, Mesostigmata, Coleoptera, Araneae, Hemiptera, and Collembola, while Pseudoscorpiones, Opiliones, and others were represented by a single morphospecies. The true diversity index was $q_1=17.38$, with the most abundant group being Acari, comprising 12 genera, all newly recorded as hosts of *L. apiculatum*, including myrmecophilous mites and ant predators. A greater diversity of Collembola was expected; however, only two morphospecies were identified, suggesting they might be temporary hosts. In conclusion, the nests of *L. apiculatum* harbor a great diversity of arthropods and thus promote the diversity of soil fauna. However, it is important to continue this type of research to better understand the role of arthropods in the ecology of *L. apiculatum* nests and their impact on ecosystems.

KEY WORDS:

IndVal, diversity, composition, vegetation, seasons.

INTRODUCCIÓN

Las hormigas son insectos geófilos dominantes en la mayoría de los ecosistemas terrestres por su riqueza, abundancia y biomasa, y muchas especies son consideradas ingenieros ecológicos clave (Jones *et al.*, 1994; Lavelle y Spain, 2001; Cammeraat y Risch, 2008; King, 2020; Schultheiss *et al.*, 2022). En zonas subhúmedas y semiáridas, son cruciales, removiendo 350–420 kg de suelo por hectarea al año y creando microhábitats que sustentan poblaciones de plantas e invertebrados (Briese, 1982; King, 2006). Transforman el suelo, formando estructuras biogénicas que actúan como reservorios de nutrientes y refugios para otras especies (Jones *et al.*, 1994; Menta, 2012; Cabrera-Dávila *et al.*, 2017).

Eric Wasmann (1886) describió la diversidad de organismos asociados a hormigueros, y Donisthorpe (1927) fue el primero en usar el término "mirmecófilo" para aquellos que viven en o cerca de nidos, beneficiándose de las hormigas y las modificaciones que estas hacen al suelo. Recientemente, se ha explorado el "efecto hormiga", describiendo la microbiota y fauna asociada a los nidos y hormigueros (Wagner *et al.*, 1997; Delgado-Baquerizo *et al.*, 2019; King, 2020), así como los mecanismos que permiten a los inquilinos coexistir con las hormigas (Parmentier, 2019). La mayoría de los estudios se han centrado en hormigas de la tribu Attini, especialmente los géneros *Atta* y *Acromyrmex*, con énfasis en coleópteros y arácnidos (Cushing, 1997; Vaz-de-Mello *et al.*, 1998; Navarrete-Heredia, 2001), aunque recientemente se han incluido otros géneros (Castaño-Meneses *et al.*, 2017; Castaño-Meneses *et al.*, 2019; Frizzi *et al.*, 2020). En Huichapan, Hidalgo, una zona árida con matorrales xerófilos abunda *Liometopum*

apiculatum (Formicidae: Dolichoderinae) también conocida como "hormiga escamolera", una especie famosa de importancia gastronómica en México, cuyas larvas y pupas de la casta reproductora (reinas y zánganos), se utilizan desde tiempos prehispánicos como fuente de alimento para consumo humano por su alto contenido en proteínas y grasas (Ramos-Elourdy, 2006; Lara-Juárez *et al.*, 2015; Martínez-Hernández y Callejas-Chavero, 2015). Construye colonias típicamente subterráneas a una profundidad de 80 a 150 cm, anidando en diversos sustratos como debajo de rocas, debajo o dentro de troncos muertos, o al pie de plantas de *Quercus* spp., *Pinus ponderosa* Douglas ex P. Lawson & C. Lawson, *Pinus cembroides* Zucc, *Yucca* spp., *Cilindropuntia* spp., o *Agave* spp. (Tarango-Arámbula, 2012; Hoey *et al.* 2013; Juárez *et al.*, 2017). Y a pesar de la importancia económica y biológica que ostenta, no existen estudios que describan la diversidad de artrópodos asociados a sus nidos.

Este trabajo es el primero en describir la diversidad de artrópodos asociados a nidos de *L. apiculatum* en ambientes semiáridos, destacando su papel como promotor de biodiversidad. Los resultados pueden apoyar a diversas políticas de conservación para regular el uso sostenible de escamoles y fundamentar programas de restauración ecológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

En abril 2022, se ubicaron seis nidos de hormiga escamolera con la ayuda de pobladores de Zequetejé, municipio de Huichapan en el Estado de Hidalgo, en México. En cada uno de los nidos ubicados, se realizó una recolecta directa de artrópodos con pinceles y pinzas entomológicas, los

organismos recolectados se conservaron en frascos y viales con alcohol 70%. Este muestreo se complementó con la colecta de dos muestras del suelo y hojarasca a los primeros 10 cm de donde se localiza la entrada de los nidos en cada sitio y también se recolectó fauna dentro del nido: Los nidos se excavaron con ayuda de palas y picoletas hasta llegar a la cámara de incubación donde se encuentra la trabécula, donde se tomaron dos muestras de suelo (324gr cada una) por sitio, entre los 40 - 90 cm de profundidad.

Todas las muestras de suelo (24 en total) se trasladaron en recipientes de plástico dentro de una hielera para evitar la desecación y/o muerte y pérdida de organismos. En el Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, en la Facultad de Ciencias, UNAM, se colocaron cada una en embudos de Berlese que se mantuvieron tres días en oscuridad y a temperatura ambiente, y otros tres días bajo una fuente de luz (focos de 60w) para aumentar la desecación de las muestras de forma paulatina. Los organismos obtenidos se preservaron en alcohol 70%. Posteriormente usando un microscopio estereoscópico se separaron, se contaron y se separaron por morfotipo. Algunos ejemplares fueron aclarados y montados en preparaciones semipermanentes en solución de Hoyer para su identificación (Palacios-Vargas y Mejía-Recamier, 2007).

La identificación se realizó al nivel taxonómico más fino posible, con claves taxonómicas hasta nivel de orden, además de algunas familias, géneros y especies.

Análisis estadístico: Luego de identificar las morfoespecies, se describió la composición de la comunidad de artrópodos asociados a los nidos, y posteriormente con los datos obtenidos de riqueza y abundancia se calculó la

diversidad verdadera de artrópodos usando los números de Hill (qD) en el programa iNEXT (Chao *et al.*, 2016) siendo q_0 (0D) el número de especies observado, el orden q_1 (1D) es la riqueza y equidad de todas las especies observadas un equivalente al exponencial del índice de entropía de Shannon-Winner, y el orden q_2 (2D) es la diversidad de especies más abundantes siendo el equivalente al inverso del índice de dominancia de Simpson (Chao *et al.*, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total, de los seis nidos se recolectaron 2007 organismos, de los cuales 1986 fueron adultos y 21 se encontraron en estado de larva o ninfa.

Los ejemplares fueron clasificados en 67 morfoespecies pertenecientes a 28 familias y 17 órdenes. Los órdenes mejor representados por número de morfoespecies fueron: Trombidiformes (13), Sarcoptiformes (13), Mesostigmata (12), Coleoptera (8), Araneae (4), Hemiptera (4) y Collembola (2), mientras que Pseudoscorpiones, Opiliones, Opiliacarida, Blattodea, Mantodea (en estado de ninfa), Lepidoptera, Thysanoptera y Chilopoda fueron representados con una única morfoespecie cada uno (Fig. 1).

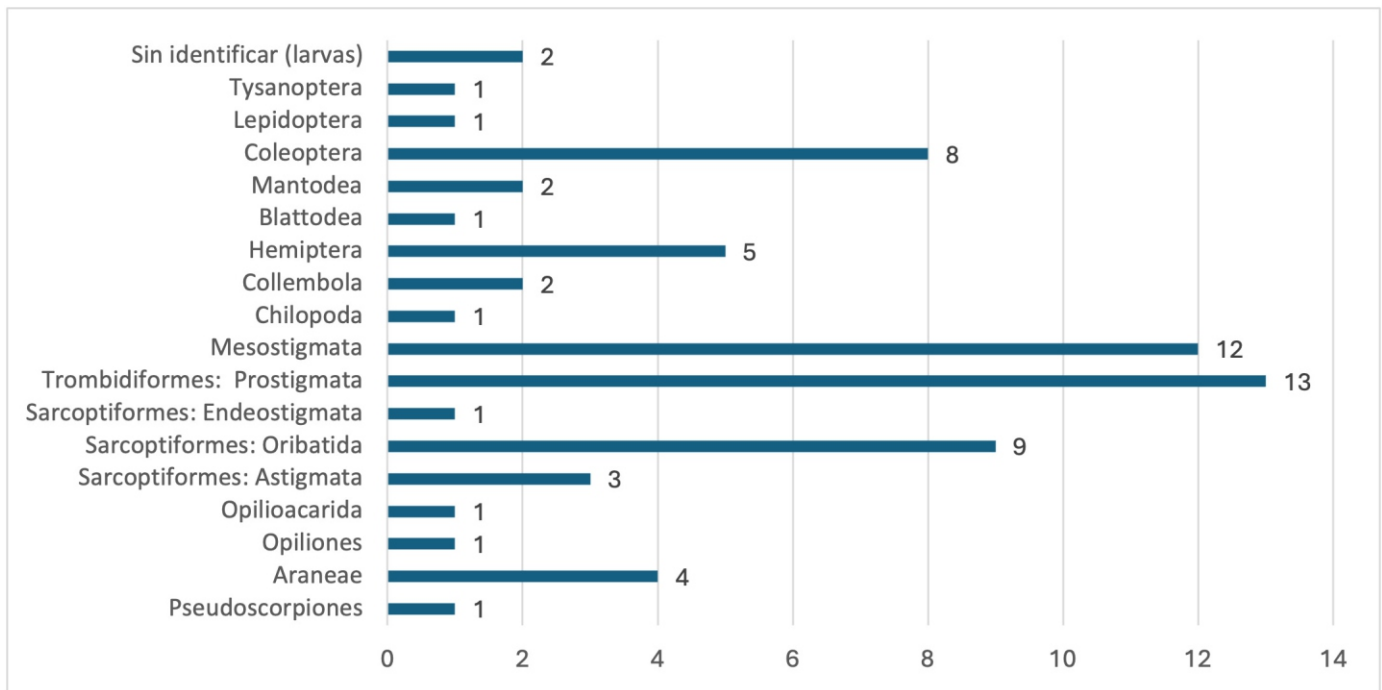


Figura 1. Número de morfoespecies por orden de artrópodos en nidos de *L. apiculatum* en Huichapan, Hidalgo, México.

La mayor abundancia se concentró en el orden Sarcoptiformes (853 individuos distribuidos en los siguientes subórdenes: 324 pertenecen a Oribatida, 527 pertenecientes a Astigmata, y solo dos a Endeostigmata), seguido de Mesostigmata (550) y Trombidiformes (351), mientras que los grupos más raros fueron Pseudoscorpiones, Opilioacarida, Mantodea, Lepidoptera y Tysanoptera con dos o menos individuos registrados (Fig. 2).

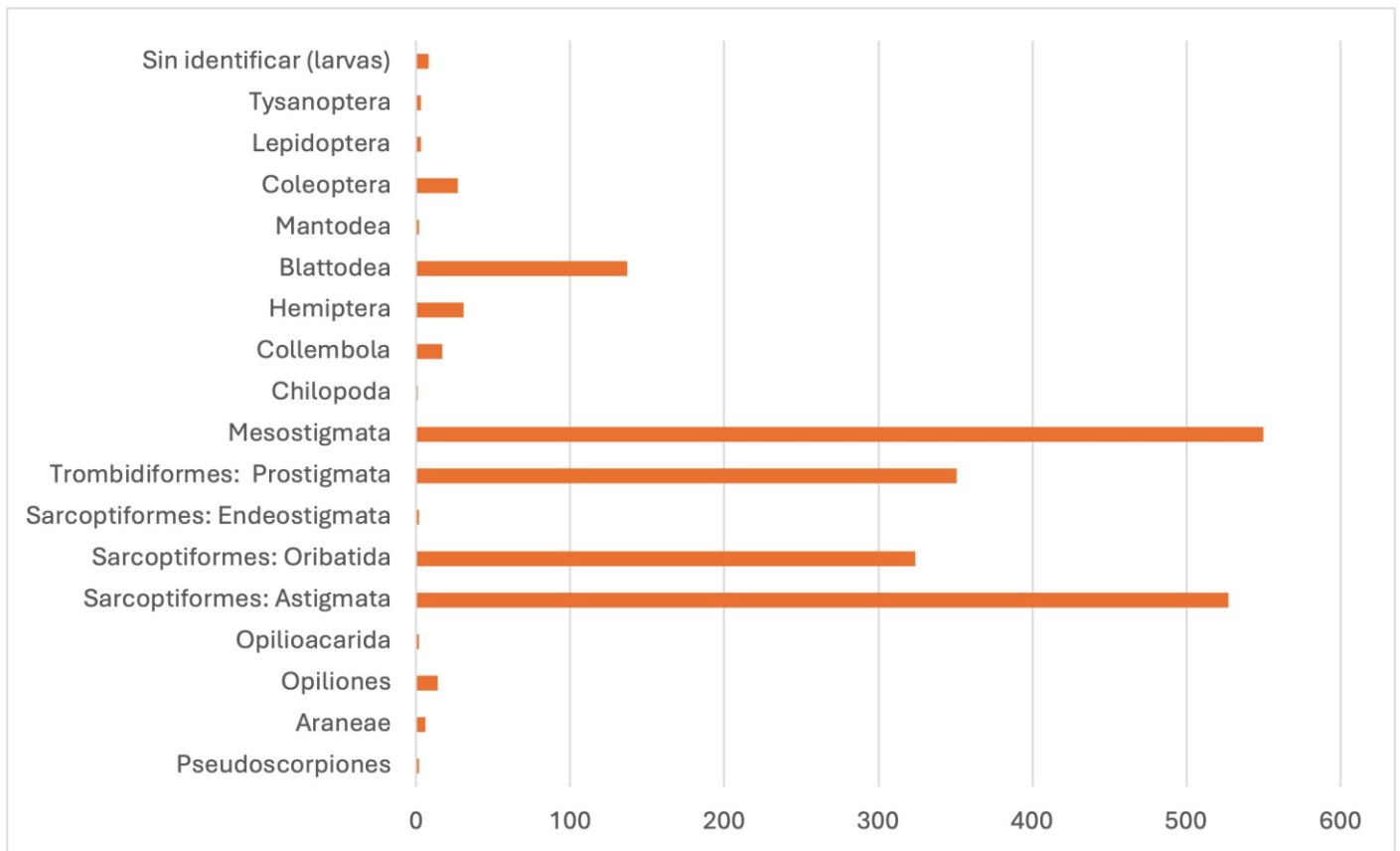


Figura 2. Abundancia de cada orden de artrópodos en nidos de *L. apiculatum* en Huichapan, Hidalgo, México.

Los ácaros son huéspedes frecuentes de insectos sociales, con papeles variados como foréticos, comensales, detritívoros, depredadores y ectoparásitos (Krantz, 1978; Kistner, 1982). Este estudio identificó doce géneros de ácaros no reportados previamente como huéspedes de *L. apiculatum*: *Euphthiracarus spp.*, *Cosmochthonius spp.*, *Neoamerioppia spp.*, *Scheloribates spp.*, *Tectocepheus spp.*, *Zygoribatula spp.*, *Peloribates spp.*, *Cunaxa capreolus*, *Odontoscirus spp.* y *Antennophorus spp.* Estos ácaros suelen habitar el suelo, alimentándose de detritos, hongos y otros invertebrados, pero también se encuentran en el cuerpo de hormigas adultas,

larvas o huevos, aprovechando las secreciones salivales (Eickwort, 1990; Donisthorpe, 1927; Kistner, 1982; Castaño-Meneses *et al.*, 2019). Se registró una morfoespecie de la familia *Antennophoridae* (Acari: Mesostigmata), que incluye especies asociadas a hormigas del género *Lasius* (Kistner, 1982; Trach y Bobylev, 2018). Otro ácaro depredador de *L. apiculatum* es *Trombidium holosericeum* (Acari: Atinotrichida: Trombidioidea), que se encuentra cerca de los nidos y se alimenta de huevos y pupas (Lara-Juárez *et al.*, 2015). Cuadriello (1980) sugiere que su color rojo podría indicar un mal sabor o toxicidad, lo que explicaría por qué *L. apiculatum* no lo ataca.

Estas dos morfoespecies podrían no ser los únicos ácaros depredadores de *L. apiculatum*, pero se requiere una identificación más precisa de los mesostigmados y prostigmados observados.

Aunque se esperaba una mayor diversidad de colémbolos (comensales comunes en nidos de hormigas), solo se encontraron dos morfoespecies, su ausencia esta más relacionada con las propiedades del suelo, tales como el pH-KCl, factor que tiene un amplio efecto en la distribución y abundancia de los colémbolos (Cutz-Pool *et al.*, 2007; Maruyama *et al.*, 2013; Castaño-Meneses *et al.*, 2019). El género *Xenylla* fue el mejor representado de los colémbolos encontrados, y se encuentra en el suelo alimentándose de materia vegetal y esporas de hongos

(Castaño-Meneses *et al.*, 2004) por lo que su rol dentro de los nidos de *L. apiculatum* es la de un geobionte detritívoro aprovechándose de los restos vegetales introducidos por las hormigas al suelo.

Otros grupos, como los coleópteros, estuvieron presentes en menor cantidad y podrían ser huéspedes temporales. Algunos escarabajos podrían ser mirmecófagos que depredan huevos o larvas de *L. apiculatum*, ampliando el registro más allá de los estafilínidos *Dinardilla liometopi*, *D. mexicana* y *Sceptobius dispar* (Lara-Juárez *et al.*, 2015). Aunque Lara-Juárez *et al.* (2015) reportan grillos del género *Myrmecophila spp.* en nidos de *L. apiculatum*, que se mimetizan con las hormigas (Desutter, 1997), no se encontraron en este estudio.

Los nidos de *L. apiculatum* son espacios que favorecen la presencia de otros organismos y donde se puede encontrar una gran diversidad de artrópodos. Hay 67 especies diferentes (q_0), lo que indica una buena variedad de especies presentes en el nido, si hacemos la distinción de riqueza de especies en la entrada ($q_0=45$) y dentro del nido ($q_0=44$) notamos que no existe una gran diferencia y que ambos ambientes son heterogéneos y propician una alta riqueza de especies de artrópodos. Mientras que la diversidad efectiva (q_1) es de aproximadamente 17.38, lo que significa que, aunque hay muchas especies, no todas son igualmente abundantes, algunas son mucho más comunes que otras, y el valor de la dominancia ($q_2 = 10.32$) refleja aún más el peso de esas especies, teniendo estas un impacto más significativo en la comunidad. Evaluando la parte superior ($q_1 = 19.02$; $q_2=13.1$) e inferior ($q_1=11.23$; $q_2=6.57$) del nido, podemos decir que el perfil superior es más diverso al tener más especies que además estas distribuidas de mejor manera, a diferencia de la parte inferior/interna del nido donde abunda especies con dominancia alta, lo que reduce la diversidad (Fig.3).

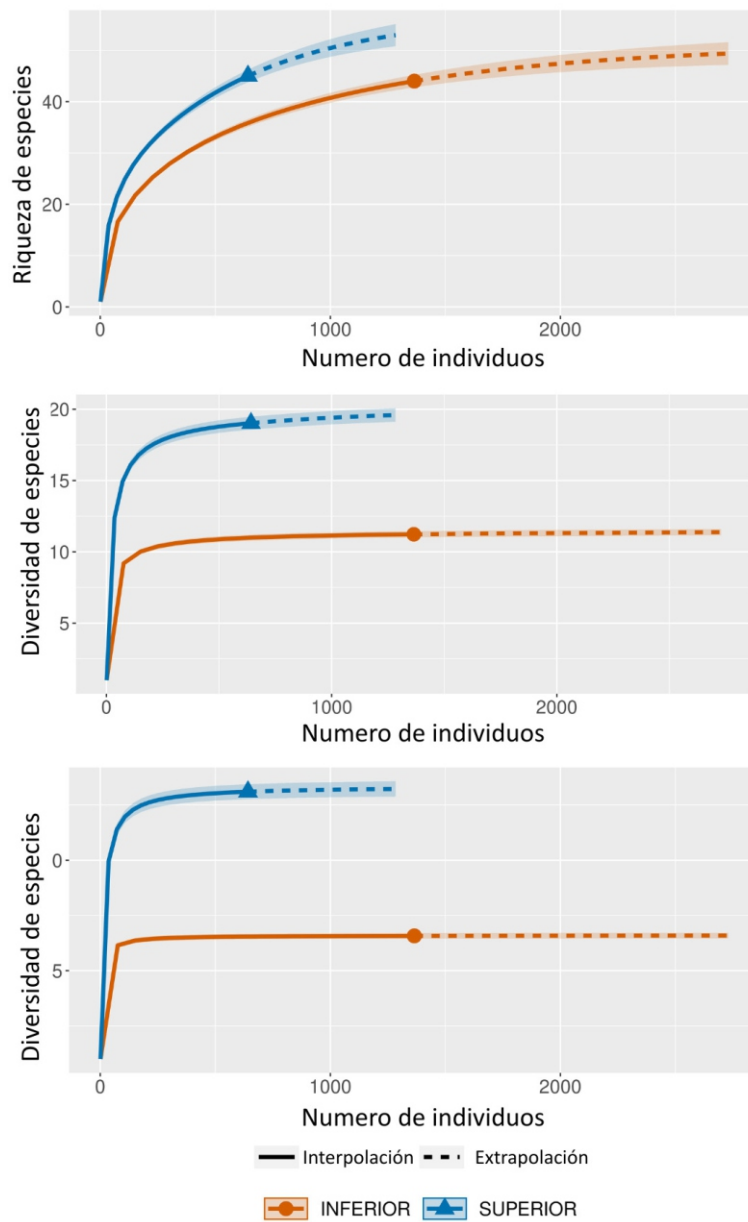


Figura 3. Diversidad verdadera (Números de Hill q_0 , q_1 , q_2) para los nidos de *L. apiculatum* en Huichapan Hidalgo, México.

La línea continua es la porción interpolada, los símbolos (circulo naranja = perfil inferior del suelo en los nidos, a nivel de la trabecula; triangulo azul = perfil superior del suelo, justo a los 10 primeros cm de la entrada del nido) marcan la diversidad observada y la línea punteada es la porción extrapolada, mientras las bandas sombreadas son los intervalos de confianza de 95%. De arriba abajo se muestra el orden q de la diversidad expresada como numero efectivo de especies (diversidad verdadera) donde 0D es el número de especies observado (riqueza de morfoespecies), 1D es diversidad de todas las morfoespecies y 2D es la diversidad de especies dominantes.

CONCLUSIONES

La abundancia y variedad de artrópodos registrados indican que los nidos de *L. apiculatum* proporcionan las condiciones adecuadas para que varias especies de fauna edáfica se establezcan y desarrollen, son altamente atractivos para la fauna del suelo en la región árida del centro de México. Sin embargo, hay una diferencia notable entre la dominancia de especies a de artrópodos asociados a los nidos de esta hormiga, existiendo una mejor representación de grupos como los ácaros, y dejando al resto de grupos en calidad de especies raras que pueden a considerarse huéspedes temporales.

AGRADECIMIENTOS

A los profesores de la Facultad de Ciencias, UNAM por prestarnos sus instalaciones durante el trabajo de separación, conteo e identificación de los ejemplares, Dr. José Guadalupe Palacios Vargas, Dra. Blanca Estella Mejía Recamier, Dra. Margarita Ojeda Carrasco, y a las asesoras.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Briese, D. T. 1982. The effect of ants on the soil of a semiarid saltbush habitat. *Insectes Sociaux* 29: 375-382.
- Cabrera-Dávila, G., A. A. Socarrás, E. G. Cubría, T. Tcherva, C. A. Martínez-Muñoz, A.L. Piña. 2017. Fauna del suelo. En: *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (Eds: Mancina, C.A., D.D. Cruz) Editorial AMA. La Habana, Cuba. pp. 254-283.
- Cammeraat, E. L. H., A. C. Risch. 2008. The impact of ants on mineral soil properties and processes at different spatial scales. *Journal of Applied Entomology* 132(4): 285-294.
- Castaño-Meneses, G., J. G. Palacios-Vargas, L. Q. Cutz-Pool. 2004. Feeding habits of Collembola and their ecological niche. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología* 75(1): 135-142.
- Castaño-Meneses, G., J. G. Palacios-Vargas, J.H. Delabie, D. Zeppelini, C. S. Mariano. 2017. Springtails (Collembola) associated with nests of fungus-growing ants (Formicidae: Myrmicinae: Attini) in southern Bahia, Brazil. *Florida Entomologist* 100(4): 740-742.
- Castaño-Meneses, G., R. De Jesus Santos, J. R. M. Dos Santos, J. H. Delabie, L. L. Lopes, C. S. Mariano. 2019. Invertebrates associated to *Ponerine* ants' nests in two cocoa farming systems in the southeast of the state of Bahia, Brazil. *Tropical Ecology* 60(1): 52-61.
- Chao, A., K. H. Ma, T.C. Hsieh. 2016. iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) Online: Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity. http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/inext-online/ Consulta: 4 de febrero de 2024.
- Chao, A., N. J. Gotelli, T. C. Hsieh, E. L. Sander, K. H. Ma, R. K. Colwell, A. M. Ellison. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs* 84: 45-67.

- Cuadriello, A. J. I. 1980. Consideraciones biológicas y económicas acerca de los escamoles (Hymenoptera: Formicidae). Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF. 106 p.
- Cushing, P. E. 1997. Myrmecomorphy and myrmecophily in spiders: a review. *Florida Entomologist* 80: 165–193.
- Cutz-Pool, L. Q., J. G. Palacios-Vargas, G. Castaño-Meneses, N. E. García-Calderón. 2007. Edaphic Collembola from two agroecosystems with contrasting irrigation type in Hidalgo State, Mexico. *Applied Soil Ecology* 36(1): 46-52.
- Delgado-Baquerizo, M., D. J. Eldridge, K. Hamonts, B. K. Singh. 2019. Ant colonies promote the diversity of soil microbial communities. *The ISME Journal* 13(4): 1114-1118.
- Desutter, G. L. 1997. First record of ant-loving crickets (Orthoptera: Myrmecophilidae: Myrmecophilinae) in New Caledonia. *Australian Journal of Entomology* 36: 159-163.
- Donisthorpe, H. 1927. The guests of British ants, their habits and life stories. George Routledge and Sons Limited.
- Eickwort, G. C. 1990. Association of mites with social insects. *Annual Review of Entomology* 35: 469–488.
- Frizzi, F., A. Masoni, M. Migliorini, P. P. Fanciulli, F. Cianferoni, P. Balzani, G. Santini. 2020. A comparative study of the fauna associated with nest mounds of native and introduced populations of the red wood ant *Formica paralugubris*. *European Journal of Soil Biology* 101: 103-241.
- Hoey, C., R. M. K. Rust, J. H. Klotz. 2013. A review of the biology, ecology and behavior of velvety tree ants of North America. *Sociobiology* 60: 1-10.
- Jones, C. G., Lawton, J. H., Shachak, M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. En: *Ecosystem management* (Eds. Samson, F.B., F. L. Knopf). Springer. New York, pp. 130-147.
- Juárez, A., C. Cortez-Romero, Y. Cruz-Miranda, F. J. Morales-Flores. 2017. Hábitat y densidad de nidos de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr) en una UMA de Zacatecas, México. *Agroproductividad* 10(5): 10-17.
- King, T. 2006. The value of ant-hills in grasslands. *British Wildlife* 17(6): 392.
- King, T. 2020. The persistence of *Lasius flavus* ant-hills and their influence on biodiversity in grasslands. *British Journal of Entomology and Natural History* 33(3): 215-221.
- Kistner, D. H. 1982. The social insects' bestiary. *Social Insects* 3: 1-244.
- Krantz, G. W. 1978. A manual of acarology. Corvallis, OR. Oregon University Book Store.
- Lara-Juárez, P., J. R. Aguirre Rivera, P. Castillo Lara, J. A. Reyes Agüero. 2015. Biología y aprovechamiento de la hormiga de escamoles, *Liometopum apiculatum* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoológica Mexicana* 31(2): 251-264.

- Lavelle, P., A. V. Spain. 2001. Soil Ecology. New York, NY. Kluwer Scientific Publications.
- Martínez-Hernández, D. G., A. Callejas-Chavero. 2015. Efecto mutualista de *Liometopum apiculatum* (Hymenoptera: Formicidae) sobre la tasa de parasitoidismo en *Toumeyella martinezi* (Hemiptera: Coccidae) asociados a *Myrtillocactus geometrizans* (Cactaceae). En: Avances de Formicidae de México. (Eds: Castaño-Meneses, G., M. Vásquez-Bolaños, J. L. Navarrete-Heredia, G. A. Quiroz-Rocha, G. y I. Alcalá-Martínez). Astra Ediciones, S. A. de C. V. Guadalajara, Jalisco, México, pp. 109-120.
- Maruyama M., T. Komatsu, S. Kudo, T. Shimada, K. Kinomura. 2013. The guests of Japanese ants. Minamiyana, Japan. Tokai University Press.
- Menta, C. 2012. Soil fauna diversity-function, soil degradation, biological indices, soil restoration. En: Biodiversity conservation and utilization in a diverse world. (Ed: Lameed, G. A.) Rijeka. Croacia. pp. 59-94.
- Navarrete-Heredia, J. L. 2001. Beetles associated with *Atta* and *Acromyrmex* ants (Hymenoptera: Formicidae: Attini). Transactions of the American Entomological Society 127:381-429.
- Parmentier, T. 2019. Host following of an ant associate during nest relocation. Insectes Sociaux 66(2): 329-332.
- Placios-Vargas, J. G., B. E. Mejía-Recamier. 2007. Técnicas de colecta, montaje y preservación de microartrópodos edáficos. UNAM, Facultad de Ciencias.
- Ramos-Elorduy, J., J.M. Pino. S.C. Correa. 1998. Insectos comestibles del Estado de México y determinación de su valor nutritivo. Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología. 69(1):65-104.
- Schultheiss, P., S. S. Nooten, R. Wang, M. K. Wong, F. Brassard, B. Guénard. 2022. The abundance, biomass, and distribution of ants on Earth. Proceedings of the National Academy of Sciences 119(40): e2201550119.
- Tarango-Arámbula, L. A. 2012. Los escamoles y su producción en el Altiplano Potosino-Zacatecano. RESPYN 4: 139-144.
- Trach, V. A., A. N. Bobylev. 2018. Description of the female of the myrmecophilous mite *Antennophorus goesswaldi* Wiśniewski et Hirschmann, 1992 (Acari: Mesostigmata: Antennophoridae). Acarina 26(2): 227-235.
- Vaz-de-Mello, F. Z., J. N. Louzada, J. H. Schoereder. 1998. New data and comments on scarabaeidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) associated with attini (Hymenoptera: Formicidae). The Coleopterists' Bulletin 52(3):209-216.
- Wagner, D., M. J. Brown, D. M. Gordon. 1997. Harvester ant nests, soil biota and soil chemistry. Oecologia 112(2):232-236.
- Wasmann, E. S. J. 1886. Über die Lebensweise einiger Ameisengäste. Dtsch Entomol Zeitschr 30:49-66

LISTADO DE FORMÍCIDOS (Hymenoptera: Formicidae) DE TEUCHITLÁN, JALISCO, MÉXICO

Vanessa Elizabeth Pérez Morales, Miguel Vásquez Bolaños

Entomología, Centro de Estudios en Zoología, Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Ramón Padilla Sánchez # 2100, Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México, C. P. 45220.

RESUMEN

La familia Formicidae cuenta con 21 subfamilias y casi 16,000 especies en el mundo, en México se citan alrededor de 1,200 especies, mientras que para Jalisco se registran 160 especies. Ciertas hormigas han sido introducidas a otros espacios, favoreciendo su dispersión, principalmente en áreas urbanas. Para México se registran 130 especies en áreas urbanas, tanto nativas como introducidas. En Jalisco se han estudiado poco las hormigas presentes en zonas urbanas, tal es el caso del Bosque Los Colomos, Zona Metropolitana de Guadalajara, Puerto Vallarta y el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Con el objetivo de conocer la diversidad del estado de Jalisco, se realizaron colectas en el municipio de Teuchitlán, se colectó de manera directa y con cebos (atún y nuez) en la zona centro, las afueras del área urbana y en la zona arqueológica Guachimontones. Se encontraron 16 especies de hormigas distribuidas en los tres sitios de colecta, pertenecientes a 14 géneros y 5 subfamilias. Para Dolichoderinae un género y una especie, Formicinae tres géneros y tres especies, Pseudomyrmecinae un género y una especie, Ponerinae un género y una especie, Myrmicinae ocho géneros y diez especies, y cuatro especies introducidas. En la zona centro y las afueras de la ciudad se identificaron seis especies en cada una, mientras que la zona arqueológica resultó ser la más diversa con 12 especies. En este caso las áreas con o rodeadas de vegetación nativa son más diversas, y las áreas urbanas concentran a todas las especies introducidas encontradas en este estudio.

PALABRAS CLAVE

Hormigas, área urbana, especies introducidas, diversidad..

ABSTRACT

Formicidae family comprises 21 subfamilies and nearly 16,000 species worldwide; around 1,200 species are recorded in Mexico; while 160 species are recorded in Jalisco. Certain ants have been introduced to other areas, favoring their dispersal, mainly in urban areas. In Mexico, 130 species are quoted in urban areas, both native and introduced. Ants in urban areas have been little studied in Jalisco: Los Colomos Forest, the Guadalajara Metropolitan Area, Puerto Vallarta, and the University Center for Biological and Agricultural Sciences. To understand the diversity in the state of Jalisco collections were made in the municipality of Teuchitlán, samples were collected directly and using baits in the city center, the outskirts of the urban area, and the Guachimontones archaeological site. Sixteen species of ants were found, distributed in the three collection sites, belonging to 14 genera and five subfamilies: Dolichoderinae one genus, and one species, Formicinae three genera, and three species, Pseudomyrmecinae one genus and one species, Ponerinae one genus and one species, Myrmicinae eight genera and ten species, and four introduced species. The city center and outskirts have six species each, while the archaeological site was the most diverse, with 12 species. In this case, the areas with or surrounded by native vegetation are more diverse, and the urban areas concentrate all the introduced species found in this study.

KEYWORDS

Ants, urban zones, introduced species, diversity.

INTRODUCCIÓN

Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) cuentan con una de las estructuras sociales más complejas del reino animal (Jaffé, 1993). La familia Formicidae es muy diversa, ya que está conformada por 6 subfamilias fósiles y 16 vivientes, así como 504 géneros y 16 002 especies válidas (Bolton, 2025). De acuerdo con Vásquez-Bolaños (2015), en México se reportan 927 especies y 93 géneros pertenecientes a 11 subfamilias. Por otro lado, para el estado de Jalisco se registran aproximadamente 120 morfoespecies, de las cuales 57 están identificadas a un nivel taxonómico específico, siendo Myrmicinae la subfamilia más representativa con 25 géneros, 20 especies identificadas y más de 60 morfoespecies

(Vásquez-Bolaños & Navarrete-Heredia, 2004). Con el transcurso de los años, se han extendido e incrementado los territorios urbanizados, espacios que cuentan con una densidad poblacional elevada, zonas ocupadas por construcciones, vías de transporte y áreas verdes, tales como jardines y parques urbanos, donde además de la presencia humana destaca el importante papel que juegan las actividades económicas no agrícolas en estos espacios (Ríos-Fernández, 2015). Lo anterior ha generado que las hormigas han sido introducidas a distintos espacios a causa de las actividades antropogénicas, en este sentido los registros de hormigas urbanas en el mundo son escasos, pero se han encontrado especies

nativas, introducidas e invasoras en éstas áreas perturbadas (Lucky, 2009).

Aunado a lo anterior, se conoce que en México hay más de 130 especies de hormigas que se pueden encontrar en zonas urbanas en el país, las cuales se agrupan en 44 géneros y 7 subfamilias (Reynoso-Campos & Vásquez-Bolaños, 2022). Las hormigas urbanas en Jalisco, se han estudiado poco, sin embargo, existen reportes de investigaciones realizadas en áreas pertenecientes a parques urbanos de la Zona Metropolitana en donde se registraron 35 especies de hormigas, 21 géneros y cinco subfamilias (Uribe-Mendoza, *et al.*, 2024), en el Bosque Los Colomos se identificaron con 25 especies pertenecientes a 20 géneros y 6 subfamilias (González-Hernández, *et al.*, 2019), en Puerto Vallarta se encontraron 13 especies, pertenecientes a 11 géneros y 4 subfamilias (Cupul-Magaña, 2009), y en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias se obtuvieron 39 especies de formícidos agrupadas en 22 géneros y 6 subfamilias (Vásquez-Bolaños, 2020).

Por lo tanto, este trabajo se llevó a cabo con el objetivo de incrementar el conocimiento de la presencia de la familia Formicidae en zonas urbanas, a través del estudio de la mirmecofauna del municipio de Teuchitlán, Jalisco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El municipio de Teuchitlán se encuentra localizado en la región Valles de Jalisco, sus municipios colindantes son Ahualulco del Mercado, Amatitán, Ameca, San Martín Hidalgo, Tala, y Tequila, y tiene una extensión territorial de 285.53 kilómetros cuadrados (Instituto de Información Estadística y

Geográfica de Jalisco, 2021), el municipio de Teuchitlán cuenta con clima semicálido semihúmedo, de acuerdo a la clasificación de Köeppen (Comisión Estatal del Agua del estado de Jalisco, 2015) y una temperatura media anual de 21.2°C (IIEG, 2022).

El área de estudio dispone de 10 tipos de vegetación, basados en la clasificación de Rzedowski (2006) y Miranda & Hernández (1963), entre los que se encuentra el bosque de coníferas, bosque de pino-encino, palmar, pastizal, bosque tropical caducifolio, bosque mesófilo de montaña, matorral, vegetación acuática y subacuática.

Por otro lado, el uso de suelo se ve con una cobertura predominante de actividad agropecuario con casi un 70% de la superficie del territorio, seguido de zonas urbanas y asentamientos humanos (INEGI, 2010).

Para la realización de éste trabajo se llevaron a cabo colectas en dos puntos del municipio de Teuchitlán, en el centro, las afueras del área urbana y en la Zona Arqueológica Guachimontones, en Guachimontones se efectuaron colectas de forma directa, donde se buscaron de manera activa a los organismos en su ambiente (Márquez, 2005), mientras que en el centro de Teuchitlán se realizaron colectas de forma indirecta atrayendo a los organismos utilizando como cebo atún en aceite y nuez sobre un cuadro de papel (Sarmiento, 2003), en ambos métodos de colecta se emplearon pinzas entomológicas para la captura de los especímenes encontrados, así como frascos previamente etiquetados y alcohol etílico al 70% para su preservación.

Los ejemplares se analizaron en el laboratorio de entomología del CUCBA de la Universidad de Guadalajara bajo microscopio

estereoscópico para su identificación a nivel subfamilia y consecutivamente, a nivel género. Para lo anterior, se utilizaron claves dicotómicas (Fernández & Palacio, 2003) para su correcta determinación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron 16 especies de hormigas, pertenecientes a 14 géneros y 5 subfamilia. Myrmicinae, siendo la subfamilia con mayor diversidad, representada con ocho géneros y diez especies; Formicinae con tres géneros y tres especies; Dolichoderinae con un género y

una especie; Pseudomyrmecinae con un género y una especie y Ponerinae representada con un género y una especie; Se tienen cuatro especies introducidas: *Paratrechina longicornis*, *Anoplolepis gracilipes*, ambas nativas del continente asiático, *Tetramorium simillimum* y *Tetramorium bicarinatum*, originarias de África. La zona centro y las afueras de la ciudad tienen seis especies cada una, mientras que la zona arqueológica resultó ser la más diversa con 12 especies, aunque es necesario explorar las otras áreas urbanas y los alrededores para conocer qué otras especies de hormigas están presentes.

Lista de hormigas presentes en Teuchitlán, Jalisco. *Especies introducidas.

Formicidae Latreille, 1809

Dolichoderinae Forel, 1878

Dorimyrmex Mayr, 1866

Dorymyrmex insanus (Buckley, 1866)

Formicinae Latreille, 1809

Anoplolepis Sanschi, 1914

Anoplolepis gracilipes (Smith, 1857)*

Brachymyrmex Mayr, 1868

Brachymyrmex obscurior (Forel, 1893)

Paratrechina Motschulsky, 1863

Paratrechina longicornis (Latreille, 1802)*

Pseudomyrmecinae Smith, 1952

Pseudomyrmex Lund, 1831

Pseudomyrmex gracilis (Fabricius, 1804)

Ponerinae Lepeletier de Saint-Fargeau, 1835

Odontomachus Latreille, 1804

Odontomachus clarus (Roger, 1861)

Myrmicinae Lepeletier de Saint-Fargeau, 1835

- Atta* Fabricius, 1818
 - Atta mexicana* (Smith, 1858)
- Aphaenogaster* Mayr, 1853
 - Aphaenogaster mexicana* (Pergande, 1896)
- Cardiocondyla* Emery, 1869.
 - Cardiocondyla obscurior* (Wheeler, 1929)
- Monomorium* Mayr, 1855.
 - Monomorium minimum* (Buckley, 1867).
- Pheidole* Westwood, 1839.
 - Pheidole tepicana* Pergande, 1896.
- Pogonomyrmex* Mayr, 1868.
 - Pogonomyrmex wheeleri* Olsen, 1934
- Solenopsis* Westwood, 1840
 - Solenopsis geminata* (Fabricius, 1804)
- Tetramorium* Mayr, 1855
 - Tetramorium simillimum* (Smith, 1851)*
 - Tetramorium bicarinatum* (Nylander, 1846)*
 - Tetramorium spinosum* (Pergande, 1896)

CONCLUSIONES

Para poder tener más conocimientos sobre la distribución de hormiga es necesario que se hagan más investigaciones referente a este grupo de insectos y los espacios en los que habitan; Ya que las hormigas son organismos que fácilmente pueden ser introducidos en ambientes donde pueden no ser nativas, lo cual ha sido relacionado con diversas actividades antropogénicas;

En este sentido, es necesario explorar más áreas urbanas para saber qué especies de hormigas están presentes y qué factores favorecen su dispersión y proliferación en zonas perturbadas y de transición.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los evaluadores que llevan a cabo la revisión de textos de la revista Vidsupra. Así como al Dr. Miguel Vásquez Bolaños por su asesoramiento y acompañamiento en la creación de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bolton, B. (2025). An online catalog of the ants of the world. Available from <https://antcat.org>, Consulta: 11 de febrero de 2025.
- Comisión Estatal del Agua del estado de Jalisco (2015). Ficha técnica hidrológica municipal, Teuchitlán. Secretaría General de Gobierno. https://www.ceajalisco.gob.mx/doc/fichas_hidrológicas/region2/teuchitlan.pdf Consulta: 11 de febrero de 2025.
- Cupul-Magaña, F. (2009). Diversidad y abundancia de hormigas (Formicidae) en las viviendas de Puerto Vallarta, Jalisco, México. *Ecología Aplicada*. Vol. 8(2). pp. 115-117. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34112150013>
- Fernández, F. (2003). Introducción a las hormigas de la región neotropical. Capítulo 5. Breve introducción a la biología social de las hormigas. pp. 89-96.
- González-Hernández, A., Quiroz-Rocha, G. & Vásquez-Bolaños, M. (2019). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México. *Digital Ciencia@UAQRO*. Vol. 12(2). pp. 23-27.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010). Compendio de Información geográfica municipal, Teuchitlán, Jalisco. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/14/14095.pdf Consulta: 11 de febrero de 2025.
- Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (2021). Teuchitlán, Diagnóstico del municipio, p. 7. <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2021/10/Teuchitl%C3%A1n.pdf> Consulta: 11 de febrero de 2025.
- Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (2022). Teuchitlán, Diagnóstico del municipio. p. 7. <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2022/10/Teuchitl%C3%A1n.pdf> Consulta: 16 de febrero de 2025.
- Jaffé, K. (1993). El mundo de las hormigas. Equinoccio, Ediciones de la Universidad Simón Bolívar.
- Lucky, A. (2009). Urban Ants of North America and Europe: Identification, Biology, and Management. *Systematic Entomology*. Vol. 34. pp. 401-408. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.2008.00466.x>
- Márquez, J. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica aragonesa*. Vol. 37. pp. 385-408. <http://sea-entomologia.org/PDF/GeneraInsectorum/GE-0056.pdf>
- Miranda, F. & Hernández, X. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la sociedad Botánica de México*. Vol. 28. pp. 29-179 <https://doi.org/10.17129/botsci.1084>
- Palacio, E. & Fernández, F. (2003). Introducción a las hormigas de la región neotropical. Capítulo 15. Clave para las subfamilias y géneros. pp. 233-260.
- Ríos-Fernández, J. (2015). Diccionario de geografía aplicada y profesional. Terminología de análisis, planificación y gestión de territorio. Universidad de León.
- Reynoso-Campos, J. & Vásquez-Bolaños, M. (2022). Hormigas urbanas en México: asqueles, asquelines y chicanas; ¿Hay algo más?. *Boletín de la Asociación Mexicana de Sistemática de Artrópodos*. Vol. 6. pp. 1-4.

- Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México, capítulo 9. Tipos de vegetación. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Sarmiento, C. (2003). Introducción a las hormigas de la región neotropical. Capítulo 12. Metodologías de captura y estudio de las hormigas. pp.201-210.
- Uribe-Mendoza, J., Reynoso-Campos, J., Quiroz-Rocha, A. & Vásquez-Bolaños, M. (2024). Lista comentada de formícidos (Hymenoptera: Formicidae) en parques urbanos de la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México. Dugesiana, Revista de Entomología. Vol. 31(2). pp. 2 - 2 - 3 -
<http://dugesiana.cucba.udg.mx/index.php/DUG/article/view/7336/6785>
- Vásquez-Bolaños, M. (2015). Taxonomía de Formicidae (Hymenoptera) para México. Métodos en ecología y sistemática. Vol. 10(1). pp. 1-53.
- Vásquez-Bolaños, M. & Navarrete-Heredia, J. L. (2004). Checklist of the ants (Hymenoptera: Formicidae) from Jalisco state, México. Sociobiology. Vol. 43(2) pp. 351-365.
- Vásquez-Bolaños, M. (2020). Hormigas (Hymenoptera) presentes en el CUCBA, Zapopan, Jalisco, México. e-CUCBA (14). pp.48-54.
<https://doi.org/10.32870/e-cucba.v0i14.166>

DIVERSIDAD DE HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) ASOCIADAS A FLORES Y FRUTOS DE DOS ESPECIE DE CACTÁCEAS (CACTACEAE), EN UNA ZONA ÁRIDA DE HIDALGO, MÉXICO

Ma. Fernanda Franco Solís¹, Alicia Callejas Chavero² y Rosa Gabriela Castaño Meneses

^{1,2}Laboratorio de Ecología Vegetal, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Campus Santo Tomás, Instituto Politécnico Nacional., ^{1,2}Laboratorio de Ecología Vegetal, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Campus Santo Tomás, Instituto Politécnico Nacional. maryfer.franco25@gmail.com, alicallejas@hotmail.com ³Laboratorio de Ecología de Artrópodos en Ambientes Extremos, UMDI-Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, gabycast99@hotmail.com

RESUMEN

La interacción entre plantas y hormigas en México ha sido ampliamente estudiada en ecosistemas tropicales, pero poco se sabe en zonas áridas y semiáridas. En Zequetejé, Huichapan, diversas cactáceas brindan recursos a las hormigas durante la floración y fructificación. Este estudio analizó la diversidad de hormigas asociadas a *Myrtillocactus geometrizans* y *Cylindropuntia imbricata* en un matorral xerófilo de Hidalgo. Se monitorearon 17 individuos con al menos 30 flores o frutos, registrando la morfoespecie, tipo de recurso utilizado, permanencia y abundancia. Se calcularon los índices de Shannon, equidad de Pielou y similitud de Sorensen con el programa Past (4.03). Se identificaron doce especies de hormigas: ocho en floración y doce en fructificación. En *M. geometrizans*, la más abundante fue *Liometopum apiculatum*, mientras que en *C. imbricata* predominó *Camponotus mina*. La actividad fue mayor de 9:00 a 12:00 y de 17:00 a 19:00 h. En floración, las hormigas utilizaron néctar floral en *M. geometrizans* y néctar extrafloral en *C. imbricata*. En fructificación, consumieron pulpa de frutos en *M. geometrizans* y continuaron con el néctar extrafloral en *C. imbricata*. La diversidad fue mayor en *C. imbricata*, tanto en floración ($H'=1.29$) como en fructificación ($H'=1.56$). Se concluye que la oferta de recursos de las plantas influye en la composición y diversidad de la comunidad de hormigas en este ecosistema.

PALABRAS CLAVE

recursos, floración, fructificación, interacciones y diversidad.

ABSTRACT

The interaction between plants and ants in Mexico has been widely studied in tropical ecosystems, but little is known about it in arid and semi-arid zones. In Zequetejé, Huichapan, various cacti provide resources to ants during flowering and fruiting. This study analyzed the diversity of ants associated with *Myrtillocactus geometrizans* and *Cylindropuntia imbricata* in a xerophilous shrubland in Hidalgo.

Seventeen individuals with at least 30 flowers or fruits were monitored, recording morphospecies, type of resource used, permanence, and abundance. Shannon, Pielou's evenness, and Sorensen similarity indices were calculated using the Past (4.03) program. Twelve ant species were identified: eight during flowering and twelve during fruiting. In *M. geometrizans*, the most abundant species was *Liometopum apiculatum*, while in *C. imbricata*, *Camponotus mina* predominated. Activity was highest from 9:00 to 12:00 and from 17:00 to 19:00 h. During flowering, ants used floral nectar in *M. geometrizans* and extrafloral nectar in *C. imbricata*. During fruiting, they consumed fruit pulp in *M. geometrizans* and continued using extrafloral nectar in *C. imbricata*. Diversity was higher in *C. imbricata*, both during flowering ($H'=1.29$) and fruiting ($H'=1.56$). It is concluded that the availability of plant resources influences the composition and diversity of the ant community in this ecosystem.

KEY WORDS

Resources, flowering, fruiting, interactions, and diversity.

INTRODUCCIÓN

Las interacciones biológicas son fundamentales para el equilibrio de los ecosistemas, ya que permiten la regulación natural de las poblaciones (Franklin *et al.*, 2016). Estas interacciones involucran diversos organismos de distintos niveles tróficos y pueden ser tanto positivas como negativas, dependiendo de las condiciones ambientales y ecológicas. Además, no son fijas, pues varían según la época del año, el lugar y los recursos disponibles.

Un ejemplo de estas interacciones es la relación entre hormigas y plantas. A pesar de su pequeño tamaño, las hormigas desempeñan un papel ecológico crucial debido a su organización y eficiente aprovechamiento de recursos. Estas interacciones pueden ser neutrales, antagónicas o mutualistas. En particular, las mutualistas son frecuentes y benefician a ambos organismos, reflejando la importancia de la cooperación en la naturaleza (Chamberlain y Holland, 2009).

Las plantas con nectarios extraflorales (NEFs) establecen interacciones clave con hormigas. Estos NEFs secretan una solución rica en azúcares y otros compuestos (Bernardello *et al.*, 2007; Nicolson y Thornburg, 2007), atrayendo hormigas, avispas y escarabajos que defienden la planta de herbívoros. También reducen el gasto energético en defensa química, lo que refuerza su importancia en los ecosistemas tropicales y semiáridos. Las cactáceas son un ejemplo de plantas que presentan NEFs en estructuras como areolas, botones y espinas, estableciendo interacciones mutualistas facultativas con las hormigas. Sin embargo, la efectividad de esta relación depende de factores bióticos, como la calidad del néctar y la competencia con otros insectos, y abióticos, como la temperatura y la humedad, que influyen en la actividad de las hormigas (Whitford, 2002; Jakobsen y Kristjansson, 1994). La fenología de las plantas también varía con las condiciones ambientales, afectando la dinámica de los polinizadores y dispersores (Bronstein, 1995; McIntosh, 2002). El periodo de actividad de las hormigas (diurno o nocturno) impacta su abundancia y composición poblacional (Aréchiga, 2004; Dáttilo *et al.*, 2015). Además, la cantidad y calidad del néctar cambia a lo largo del día, lo que influye en su tasa de forrajeo (Falcão *et al.*, 2014). La competencia por los NEFs determina la dominancia de ciertas especies de hormigas, afectando la riqueza y composición de la comunidad, así como el grado de protección brindado a la cactácea (Luna-De la Torre *et al.*, 2016). Así, la interacción hormiga-planta es crucial para la estructuración de comunidades ecológicas y el funcionamiento de los ecosistemas.

La interacción entre plantas y hormigas en México ha sido ampliamente estudiada en ecosistemas tropicales y poco se sabe de esta interacción en zonas áridas y semiáridas. La relación entre cactus y hormigas en zonas áridas es común, algunos autores mencionan que afectan el éxito reproductivo de la planta y otros que pueden ser polinizadoras. Sin embargo, muy poco se sabe sobre su ecología. En Zequetejé, Huichapan, se encuentran varias especies de cactáceas de importancia económica (subfamilias Cactoideae y Opuntioideae), de las cuales las hormigas obtienen diferentes recursos durante la floración y fructificación. Bajo la hipótesis de que las cactáceas de la subfamilia Opuntioideae, con flores más grandes, vistosas, con abundante néctar y polen (*Cylindropuntia imbricata*), tendrán una comunidad de hormigas más diversa que las de Cactoideae (*Myrtillocactus geometrizans*), la cual suele presentar flores menos vistosas y una cantidad menor y variable de néctar y polen. El objetivo de este estudio fue describir la estructura de la comunidad de hormigas asociadas a las flores y frutos de dos cactáceas en Huichapan, Hidalgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La zona de estudio donde se llevaron a cabo los muestreos se ubica en la localidad de Zequetejé, en el municipio de Huichapan, al oeste del estado de Hidalgo. Las coordenadas del sitio de muestreo son 20° 22' 39" N y 99° 36' 22" O y la altitud es de 2100 m s. n. m. La zona presenta un clima semiseco con régimen de lluvias en verano, la temperatura anual es de 16°C

y la precipitación pluvial media es de 437 milímetros por año con un periodo de lluvias en los meses de mayo a septiembre. El suelo es de origen volcánico, con buen drenaje y rico en materia orgánica, predomina el suelo tipo feozem.

Trabajo de campo.

Se realizaron colectas en campo durante el periodo de floración (abril-mayo) y fructificación (julio-agosto). En la zona de estudio, para la colecta de hormigas se ubicaron alrededor de 17 plantas, con la condición de que tuvieran al menos 30 flores o frutos, por especie para cada periodo y una altura superior a los 1.5 m. La colecta inició a las 9:00 h, hora en la que las flores están totalmente abiertas, esta consistió en monitorear por intervalos de 20 minutos, las flores abiertas, para la etapa de floración y monitorear los frutos para la etapa de fructificación, posteriormente se ubicaron a las hormigas y se registró la parte de la planta en la que se encontraban, qué hacían y por cuánto tiempo permanecieron en ese lugar. Se recolectaron dos o tres ejemplares de cada especie con ayuda de un pincel y para su preservación fueron depositadas en un frasco con alcohol al 70%. Lo antes mencionado, se repitió tantas veces como fue necesario hasta las 14:00 h, tiempo en el que disminuye casi por completo la actividad de las hormigas debido a la alta radiación solar. La colecta se retomó a las 16:00 h y se concluyó a las 19:00 h, tiempo aproximado en el que se metía el Sol. Una vez terminada la colecta, se procedió a realizar el etiquetado. En total se realizaron dos colectas para la temporada de floración y dos para la de fructificación. Las colectas tuvieron la duración de dos días; el primer día se monitorearon dos especies de cactáceas y el segundo día las otras dos restantes.

Trabajo de gabinete.

Las hormigas colectadas se identificaron a nivel de especie usando la clave de Fernández (2003) y con asesoría de especialistas en el grupo Dra. Gabriela Castaño Meneses. Con los datos del número de especies (riqueza) y abundancia relativa de cada una de ellas se calculó el índice de diversidad de Shannon (H'), coeficiente de equidad de Pielou (J'), coeficiente de similitud de Sorensen (C.S.) y para comparar la diversidad de las comunidades de hormigas a lo largo del periodo reproductivo se usó una prueba de "t" pareada. Todos los análisis se realizaron en el programa Past (4.03). Con los datos de los recursos utilizados, tiempo de permanencia y abundancia de cada especie de hormiga, se obtuvo la lista de los recursos que ofrece la planta, así como el recurso con mayor valor de importancia para la comunidad de hormigas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró que la riqueza en la etapa de floración y en la etapa de fructificación es diferente. En total se registraron doce especies de hormigas, de las cuales, ocho especies se encontraron en la floración y doce especies en la fructificación. Sin embargo, hay hormigas que se encuentran en ambas etapas tal es el caso de *Liometopum apiculatum* y *Camponotus mina* y otras que son exclusivas. Así mismo, se encontró que, para la etapa de floración, en el caso de *Myrtillocactus geometrizans*, el horario en el que se registró una mayor riqueza de hormigas (5) fue de 14:00-15:00 y de 16:00-17:00. Mientras que *Cylindropuntia imbricata*, presentó una mayor riqueza (5) en el horario de 10:00-11:00.

Para la etapa de fructificación, en *M. geometrizzans*, el horario en el que se registró una mayor riqueza de hormigas (7) fue de 17:00-18:00 y *C. imbricata*, presentó una mayor riqueza (7) en los horarios de 9:00-10:00 y 12:00-13:00 (Figura 1). Los resultados obtenidos en este estudio muestran una variación en la riqueza de especies de hormigas entre las etapas de floración y fructificación, lo que sugiere que la disponibilidad de recursos florales y frutales puede influir en la presencia y actividad de estos insectos. Se registraron un total de doce especies, de las cuales ocho estuvieron presentes durante la floración y doce en la fructificación. Estos hallazgos contrastan con lo reportado por Uriostegui *et al.* (2021), quienes indicaron que la mayor riqueza y abundancia de hormigas ocurre en la etapa de floración. La discrepancia entre ambos estudios puede atribuirse a factores ambientales, diferencias en las especies vegetales analizadas, variaciones en la metodología de muestreo o la presencia de otros recursos disponibles en la etapa de fructificación.

Respecto a la abundancia y composición de especies, tanto en la etapa de floración como en la de fructificación, en *M. geometrizzans* la hormiga más abundante fue *L. apiculatum*, mientras que en *C. imbricata* la hormiga mejor representada fue *C. mina*. Ambas cactáceas, en la etapa de floración presentaron un total de 7 especies, sin embargo, *M. geometrizzans* en la fructificación se registró un total de 10 especies, mientras que en *C. imbricata* solo se registraron 9 especies (Tabla 1). La presencia de especies comunes en ambas etapas, como *L. apiculatum* y *C. mina*, sugiere que algunas hormigas poseen una estrategia generalista

de forrajeo, adaptándose a diferentes recursos disponibles a lo largo del ciclo fenológico de las plantas. En contraste, la existencia de especies exclusivas en cada etapa indica que ciertos taxones pueden tener preferencias específicas por recursos florales o frutales, lo que puede estar determinado por factores como la disponibilidad de néctar, polen o frutos y sus interacciones ecológicas con las plantas. Respecto a los resultados obtenidos en este estudio sobre la abundancia y composición de especies de hormigas en diferentes especies de cactáceas durante las etapas de floración y fructificación presentan similitudes y diferencias con estudios previos. En primer lugar, la dominancia de *L. apiculatum* en *M. geometrizzans* durante la floración coincide con reportes previos donde esta especie ha sido documentada como una hormiga forrajera altamente asociada con plantas nectaríferas en ecosistemas áridos y semiáridos (Rico-Gray y Oliveira, 2007). Su comportamiento agresivo y su capacidad de monopolizar recursos podría explicar su alta representación en estos cactus. Sin embargo, otros estudios han encontrado que, en algunas regiones, especies del género *Camponotus* pueden desempeñar un rol similar en la polinización (Lach *et al.*, 2010), lo cual no fue reflejado en nuestros resultados, donde *C. mina* tuvo menor abundancia en comparación con otras especies. Para *C. imbricata*, *C. mina* fue la hormiga mejor representada, lo cual concuerda con hallazgos previos en los que se ha demostrado que especies de *Camponotus* muestran una fuerte preferencia por cactáceas con exudados azucarados (Del-Claro & Oliveira, 2000).

Durante la fructificación, se observó nuevamente una alta abundancia de

L. apiculatum en *M. geometrizzans*, lo cual sugiere que esta especie mantiene su dominancia en ambas etapas fenológicas, posiblemente debido a su agresividad y capacidad de monopolizar los frutos y nectarios extraflorales (Rico-Gray y Oliveira, 2007). En contraste, *C. mina* fue la hormiga más abundante en *C. imbricata*, lo que sugiere que la composición de hormigas puede variar según la especie de cactácea y la disponibilidad de recursos en cada fase fenológica.

En general, los resultados de este estudio refuerzan la idea de que la composición y abundancia de hormigas en cactáceas está fuertemente influenciada por la fenología de las plantas, la disponibilidad de recursos y las interacciones competitivas entre especies.

Respecto a los resultados de diversidad, para la floración y la fructificación la comunidad de hormigas asociadas a *C. imbricata* fue significativamente la más diversa ($H' = 1.29$) y ($H' = 1.56$) respectivamente, en comparación con *M. geometrizzans* ($H' = 0.47$) y ($H' = 0.87$) respectivamente (Tabla 2). Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que la diversidad de la comunidad de hormigas asociadas varía significativamente entre las especies de plantas y entre las fases fenológicas de floración y fructificación. En comparación con estudios anteriores en ecosistemas similares, se observa que las especies de cactáceas pueden albergar una alta diversidad de hormigas, pero que esta diversidad está modulada por la etapa de desarrollo de la planta y la disponibilidad de recursos asociados (Rico-Gray *et al.*, 1998). Esto resalta la importancia de considerar las interacciones planta-hormiga en diferentes momentos del ciclo de vida de la planta para

comprender mejor los factores que estructuran estas comunidades.

Respecto a los recursos que más utilizan las hormigas en la etapa de floración y de fructificación, se observó que, en *M. geometrizzans* el recurso más utilizado fue la pulpa de los frutos maduros, mientras que en *C. imbricata* utilizaron mayormente el néctar extrafloral (Tabla 3). Los resultados de este estudio muestran que las hormigas utilizan diferentes recursos en función de la etapa fenológica de las cactáceas. Se ha demostrado que el néctar extrafloral juega un papel clave en las interacciones planta-hormiga, proporcionando una fuente de alimento estable y favoreciendo relaciones mutualistas en las que las hormigas protegen a la planta de herbívoros y patógenos (Heil y McKey, 2003). La fuerte asociación entre *C. imbricata* y el néctar extrafloral refuerza la idea de que las plantas con NEFs pueden beneficiarse de la presencia de hormigas agresivas que disuaden a los herbívoros (Ness, 2006). Por otro lado, la alta utilización de la pulpa de fruto maduro en *M. geometrizzans* sugiere un posible papel de las hormigas en la dispersión secundaria de semillas. Estudios previos han documentado que ciertas especies de hormigas pueden recolectar frutos y dispersar semillas, un fenómeno conocido como mirmecocoria, el cual es común en ambientes áridos y semiáridos (Pizo y Oliveira, 2001). En comparación con otras regiones áridas y semiáridas, estos hallazgos refuerzan la idea de que la disponibilidad de recursos determina las interacciones hormiga-planta. Mientras que en zonas tropicales la preferencia de las hormigas suele inclinarse hacia estructuras florales y nectarios, en ambientes áridos la pulpa de fruto

y el néctar extrafloral pueden adquirir una mayor relevancia debido a la limitación de recursos hídricos y energéticos.

Por último, sobre la actividad de forrajeo de las hormigas a lo largo del día en la floración, se observó que para *M. geometrizzans*, la mayoría de las especies de hormigas se encuentran durante todo el día, sin embargo, la especie *Crematogaster opaca* y la especie *Monomorium compressum*, solo se encontraron en un horario de 14:00-15:00 y de 16:00-17:00 respectivamente (Figura 2). Y para *C. imbricata*, las especies *M. compressum* y *Forelius keiferi*, solo se encontraron de 10:00-11:00 mientras que la especie *Camponotus andrei* solo se colectó por la tarde (Figura 3). Respecto a la etapa de fructificación, en *M. geometrizzans*, la especie *Temnothorax* sp. solo se encontró en la mañana, en un horario de 9:00-10:00, mientras que las especies *Forelius mccoocki* y *Nylanderia austroccidua*, solo se encontraron por la tarde (Figura 4). Finalmente, para *C. imbricata* la mayoría de las especies se encontraron únicamente por la mañana y al medio día, sin embargo, *Crematogaster opaca* y *Camponotus mina* también se encontraron por la tarde (Figura 5). Finalmente, la presencia exclusiva de *Monomorium minimum* en *C. imbricata* entre las 9:00 y 10:00 horas indica una posible segregación temporal en la actividad de las especies, lo cual podría estar relacionado con la competencia y estrategias de forrajeo (Cerdá *et al.*, 1998). El análisis de los horarios de mayor riqueza de hormigas en la etapa de floración revela patrones diferenciados según la especie vegetal estudiada. Estas diferencias horarias podrían estar relacionadas con la disponibilidad de recompensas florales en cada especie, las preferencias de forrajeo de las

hormigas o las condiciones ambientales, como la temperatura y humedad, que afectan su actividad. En conjunto, estos resultados resaltan la compleja interacción entre hormigas y plantas en distintos momentos del ciclo fenológico. La variabilidad en la riqueza de hormigas entre floración y fructificación sugiere que diferentes especies pueden estar cumpliendo funciones ecológicas particulares en cada etapa, lo que enfatiza la importancia de estudios adicionales para comprender la dinámica de estas interacciones y su impacto en la ecología de polinización y dispersión de semillas.

CONCLUSIONES

La riqueza y composición de las hormigas cambia entre la floración y la fructificación.

En floración la riqueza fue menor (ocho especies) que en fructificación (doce especies), sin embargo, hay hormigas que se encuentran en ambas etapas y otras que son exclusivas.

Las hormigas aprovechan una amplia variedad de recursos proveniente de las cactáceas, tales como el polen, néctar, frutos y semillas. El uso de estos recursos puede variar según las necesidades específicas de cada especie y a su vez influyen en la composición, abundancia y diversidad de la comunidad de hormigas asociadas.

Dado que las cactáceas no florecen simultáneamente, proporcionan recursos a las hormigas durante todo el año. Las flores de la subfamilia Opuntioideae, que ofrecen más néctar y polen, mantienen una comunidad de hormigas más diversa en comparación con la subfamilia Cactoideae.

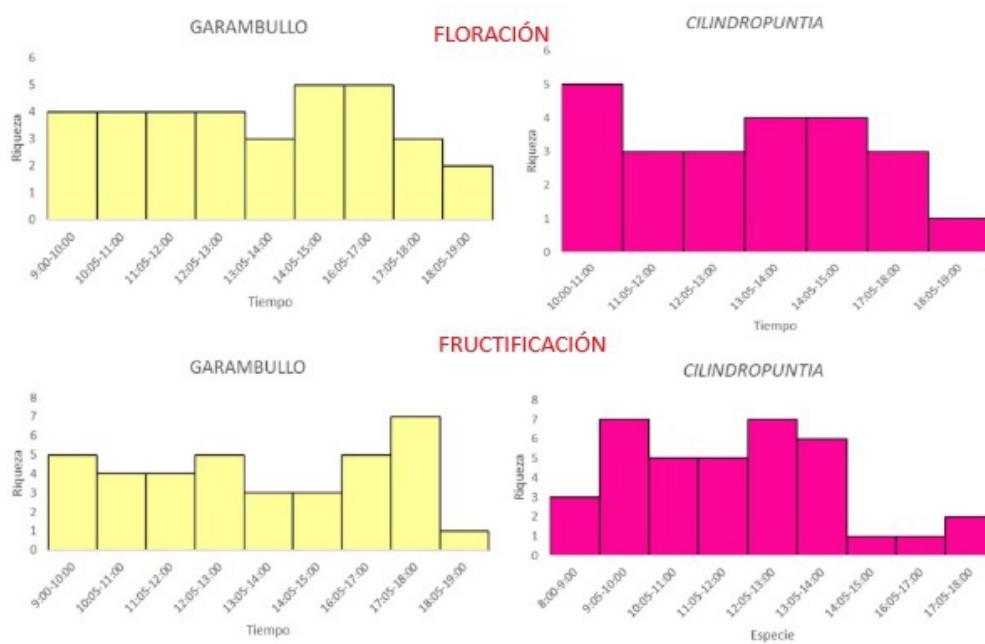


Figura 1. Riqueza de especies de hormigas de *M. geometrizans* y *C. imbricata* en la etapa de floración y fructificación.

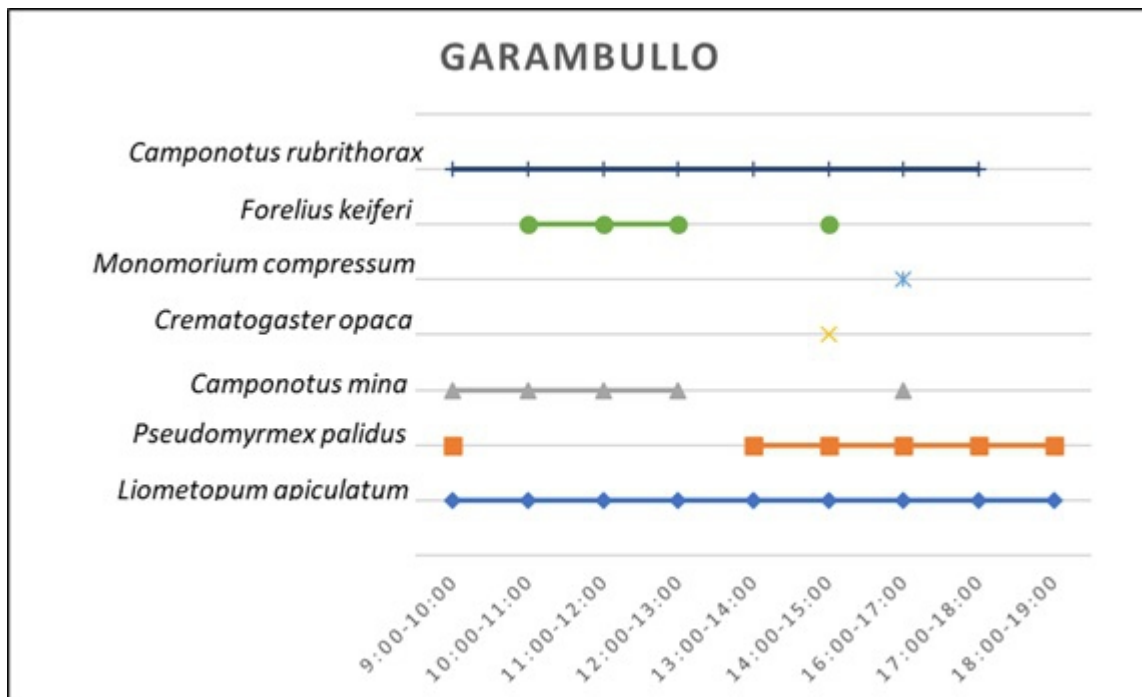


Figura 2. Distribución en el tiempo de las especies de hormigas en *M. geometrizans* en la etapa de floración.

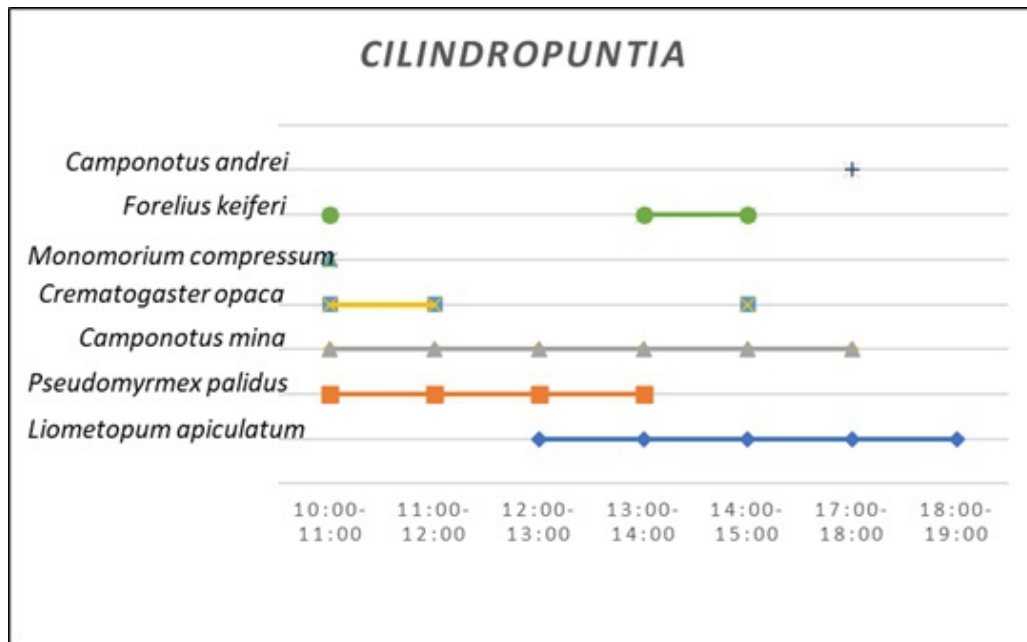


Figura 3. Distribución en el tiempo de las especies de hormigas en *C. imbricata* en la etapa de floración.

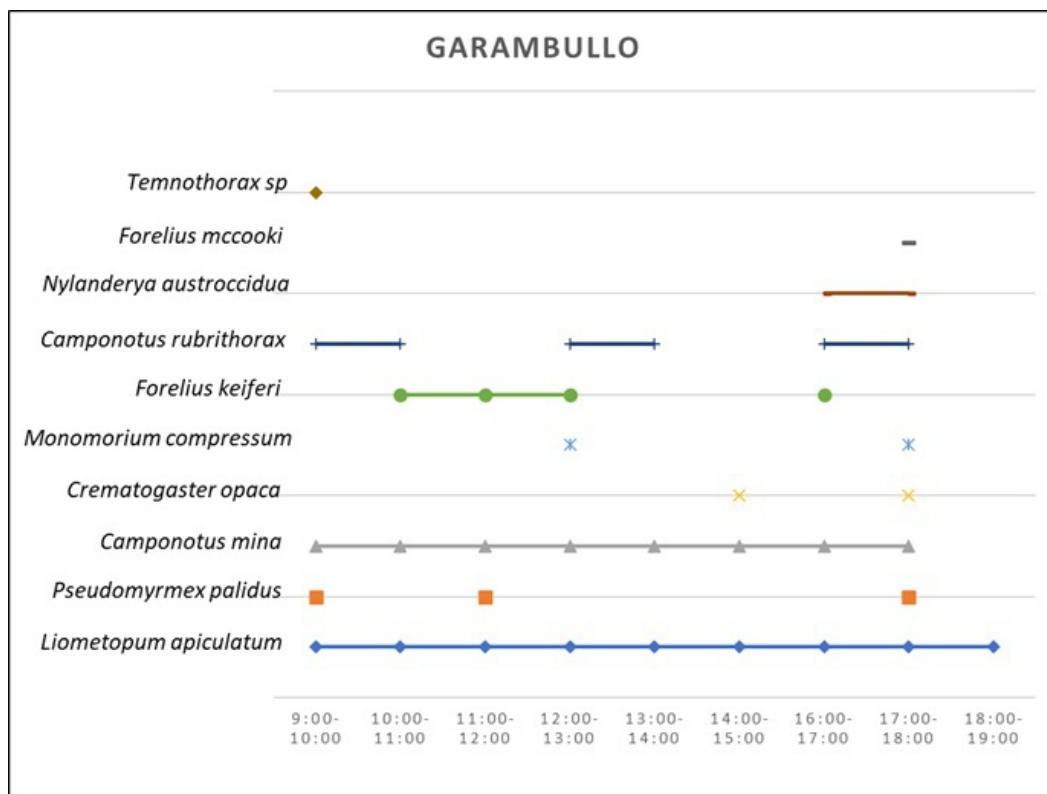


Figura 4. Distribución en el tiempo de las especies de hormigas en *M. geometriza* en la etapa de fructificación.

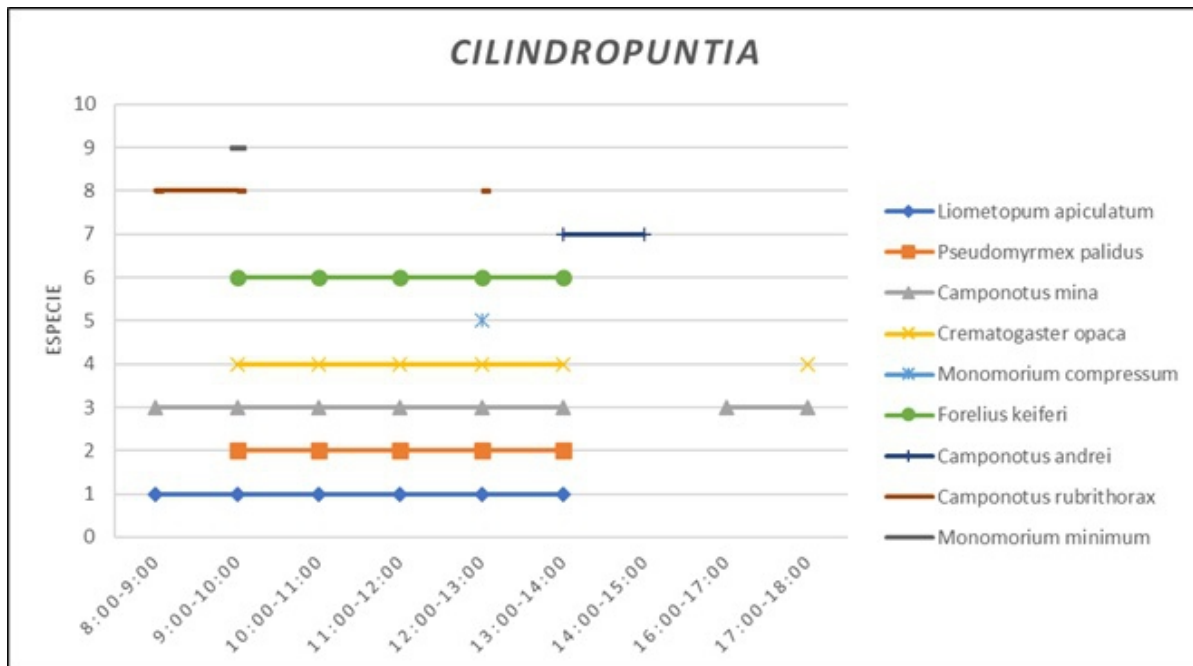


Figura 5. Distribución en el tiempo de las especies de hormigas en *C. imbricata* en la etapa de fructificación.

Tabla 1. Composición y abundancia de las especies de hormigas asociadas a dos especies de cactáceas durante el periodo de floración y fructificación, en un matorral xerófilo de Hidalgo.

ESPECIES FLORACIÓN	<i>M. geometrizans</i>	<i>C. imbricata</i>
<i>Camponotus andrei</i>	0	15
<i>Camponotus mina</i>	164	1003
<i>Camponotus rubrithorax</i>	341	0
<i>Crematogaster opaca</i>	4	97
<i>Forelius keiferi</i>	139	413
<i>Liometopum apiculatum</i>	5790	911
<i>Monomorium compressum</i>	13	13
<i>Pseudomyrmex palidus</i>	28	51
ESPECIES FRUCTIFICACIÓN	<i>M. geometrizans</i>	<i>C. imbricata</i>
<i>Camponotus andrei</i>	0	87
<i>Camponotus mina</i>	537	927
<i>Camponotus rubrithorax</i>	202	18
<i>Crematogaster opaca</i>	17	274
<i>Forelius keiferi</i>	287	343
<i>Forelius mccoocki</i>	155	0
<i>L. apiculatum</i>	5562	915
<i>Monomorium compressum</i>	27	48
<i>Monomorium minimum</i>	0	42
<i>Nylanderia austroccidua</i>	55	0
<i>Pseudomyrmex palidus</i>	21	36
<i>Temnothorax sp.</i>	165	0

Tabla 2. Estructura de la comunidad de hormigas asociadas a dos especies de cactáceas durante el periodo de floración y fructificación, en un matorral xerófilo de Hidalgo.

	<i>M. geometrizans</i>		<i>C. imbricata</i>	
	FLORACIÓN	FRUCTIFICACIÓN	FLORACIÓN	FRUCTIFICACIÓN
Riqueza	7	10	7	9
Abundancia	6479	7028	2503	2690
Dominancia	0.8025	0.6358	0.3223	0.2629
Equidad	0.2423	0.3812	0.6654	0.7137
Shannon [H']	0.4715	0.8777	1.295	1.568

Tabla 3. Recursos utilizados por las hormigas asociadas a 4 especies de cactáceas durante el periodo de floración/fructificación. PM; Pulpa de fruto maduro, F; Néctar floral, N; Nectario extrafloral, E; Escama, B; Botones, S; Sépalos, PI; Pulpa de fruto inmaduro, T; Tépalos, P; Polen, O; Nopales, A; Áfidos, H; Piojo harinoso.

ESPECIES	Floración/ Fructificación	
	<i>M. geometrizans</i>	<i>C. imbricata</i>
<i>Camponotus andrei</i>		N, B/ F
<i>Camponotus mina</i>	PM, F, B/ N, E, PM, PI	N, F, B, PM/ N, B
<i>Camponotus rubrithorax</i>	B, PM, F, S, N, PI / PM, N	/ N, PM
<i>Crematogaster opaca</i>	PM/ PM, N	N/ N
<i>Forelius keiferi</i>	PM, F, N, B/ PM, PI	N, F/ N, B
<i>Forelius mccooki</i>	/ PM	
<i>L. apiculatum</i>	PM, F, N, E/ N, E, H, A, PM, PI	N, F, B, T/ N, F, B
<i>Monomorium compressum</i>	T/ PM	N/ N
<i>Monomorium minimum</i>		/ N
<i>Nylanderia austroccidua</i>	/ N	
<i>Pseudomyrmex palidus</i>	F, N, PM, PI / PM, N	N, F/ N
<i>Temnothorax sp.</i>	/ N	

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Dra. Rosa Gabriela Castaño Meneses y a Israel Rodríguez, de la Facultad de Ciencias UNAM Campus Juriquilla, por la identificación de las hormigas y agradecemos por el financiamiento al proyecto SIP 20231444.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aréchiga RM, Rodríguez JL, Orozco-Segovia A, Rojas-Aréchiga M. 2004. Light effect on seed germination of four mammillaria species from the TehuacánCuicatlán valley, central México. *The Southwestern Naturalist*, 49(1):11-17
- Bemardello L, Rivera L, Galetto L. 2007. Nectar secretion pattern, removal effects, and breeding system of *Ligaria cuneifolia* (Loranthaceae) *Canadian Journal of Botany*, 1996, 74(12): 1996-2001
- Bronstein J.L. 1995. The plant-pollinator landscape. In: Hansson L., Fahrig L. and Merriam G. (eds), *Mosaic Landscapes and Ecological Processes*. Chapman & Hall, London.
- Cerdá, X., Retana, J., y Cros, S. (1998). Critical thermal limits in Mediterranean ant species: trade-off between mortality risk and foraging performance. *Functional Ecology*, 12(1), 45-55.
- Chamberlain, S. A., and J. N. Holland. 2009. Quantitative synthesis of context dependency in ant-plant protection mutualisms. *Ecology* 90:2384-2392.
- Del-Claro, K., y Oliveira, P. S. (2000). Conditional outcomes in a neotropical treehopper-ant association: temporal and species-specific variation in ant protective effects. *Oecologia*, 124(2), 156-165.
- Falcão JCF, Dáttilo W. 2014. Temporal variation in extrafloral nectar secretion in different ontogenic stages of the fruits of *Alibertia verrucosa* S. Moore (Rubiaceae) in a neotropical savanna. *Journal of Plant Interactions*, Pages 137-142.
- Franklin KA, PN Sommers, CE Aslan, BR López, JL Bronstein, E. Bustamante, A. Búrquez, RA Medellín y B. Marazzi. 2016. Interacciones bióticas de plantas en el desierto de Sonora: conocimiento actual y perspectivas futuras de investigación. *Revista internacional Plant Science* 177 (3): 217-234.
- Heil, M., y McKey, D. (2003). Protective ant-plant interactions as model systems in ecological and evolutionary research. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34(1), 425-453
- JAKOBSEN, H. B., & KRISTJÁNSSON, K. (1994). Influence of Temperature and Floret Age on Nectar Secretion in *Trifolium repens* L. *Annals of Botany*, 74(4), 327-334. <http://www.jstor.org/stable/42765453>
- Lach, L., Parr, C., & Abbott, K. (Eds.). (2010). *Ant Ecology*. Oxford University Press.

- Luna, Pedro & Castro-Leal, Lizbeth & Contreras-Cerón, Ricardo y Castillo, Analucia. (2016). ACTIVIDAD DE FORMÍCIDOS EN *Ferocactus latispinus* (CACTACEAE) EN UNA ZONA SEMIÁRIDA DEL CENTRO DE MÉXICO. *Entomología Mexicana*, 3, 530-536.
- Martínez-Hernández, D. G., Arriola-Padilla, V. J., Callejas-Chavero, A., González-Hernández, H. y Gijón-Hernández, A. (2015). Biología de la escama blanda *Toumeyella martinezi* Kondo y González (Hemiptera: Coccidae) del garambullo (*Myrtillocactus geometrizans* (mart. Ex pfeiff) Console) en Huichapan, Hidalgo. *Entomología Mexicana*, 2, 172-179.
- McIntosh M. 2002. Flowering phenology and reproductive output in two sister species of *Ferocactus* (Cactaceae). *Plant Ecology*, 159: 1-13.
- Ness, J. H., Morris, W. F., & Bronstein, J. L. (2006). Integrating quality and quantity of mutualistic service to contrast ant species protecting *Ferocactus wislizeni*. *Ecology*, 87(4), 912-921. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2006\)87\[912:IOAQOM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2006)87[912:IOAQOM]2.0.CO;2)
- Nicolson SW, Thornburg RW. 2007. "Nectar chemistry" Nectaries and nectar. Springer Netherlands: 215-264.
- Pizo, M. A., y Oliveira, P. S. (2001). Size and lipid content of non-myrmecochorous diaspores: Effects on the interaction with litter-foraging ants in the Atlantic rain forest of Brazil. *Plant Ecology*, 157(1), 37-52.
- Rico-Gray, V., García-Franco, J. G., Palacios-Ríos, M., Díaz-Castelazo, C., Parrilla, M. D., y Nash, D. R. (1998). Geographical and seasonal variation in the richness of ant-plant interactions in Mexico. *Biotropica*, 30(2), 190-200.
- Rico-Gray, V., y Oliveira, P. S. (2007). *The Ecology and Evolution of Ant-Plant Interactions*. University of Chicago Press.
- Uriostegui, A. F., Cornejo Romero, A., y Callejas Chavero, A. (2021). Importancia de *Mammillaria magnimamma* (Cactaceae) como fuente de recursos para su comunidad de hormigas asociadas, en el Valle del Mezquital, Hidalgo. *Sociedad Científica Mexicana de Ecología*. Recuperado de <https://scme.mx/importancia-de-mammillaria-magnimamma-cactaceae-como-fuente-de-recursos-para-su-comunidad-de-hormigas-asociadas-en-el-valle-del-mezquital-hidalgo/>
- Whitford WG (2002) Ecology of Desert Ecosystems. Elsevier Science Ltd. London, UK. San Diego, CA, USA. 343p.

HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) DE LA MICHILÍA, DURANGO, MÉXICO

Nota científica

Miguel Angel Soto-Cárdenas¹ y Miguel Vásquez-Bolaños²

¹SECIHTI-Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional. Sigma # 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, Victoria de Durango, Durango, C. P. 34220, México. miguelsoto06@hotmail.com

²Entomología, Centro de Estudios en Zoología, Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Ramón Padilla Sánchez # 2100, Las Agujas, Zapopan, Jalisco. C. P. 45220, México. miguel.vasquez@academicos.udg.mx

Posterior a la VII Reunión de Formicidae de México, cuya sede fue el CIIDIR unidad Durango, se realizó una salida de campo, el destino fue el Área Natural Protegida La Michilía. Esta zona se localiza en el municipio Súchil, a 139 kilómetros al sur de la ciudad Victoria de Durango en la Sierra Madre Occidental.

Para planeación del viaje se contactó al Ing. Candelario Cárdenas Figueroa, subdirector encargado del despacho de la CONANP, que tiene sus oficinas en el municipio Vicente Guerrero. Allí nos esperaba el Técnico operativo Favián Flores y el señor Pedro Roldan Morales, quienes nos acompañaron hasta el lugar y fungieron como guías durante los recorridos. La pernocta fue en la Estación Biológica Piedra Herrada que administra el INECOL, allí nos recibió el señor José Medina Flores.

La Reserva de la Biosfera La Michilía fue decretada el 18 de julio de 1979 (y recategorizada el 7 de junio de 2000), con una superficie de 35,000 hectáreas; abarca los municipios Súchil y Mezquital en el estado de

Durango. Se localiza en la región Norte y Sierra Madre Occidental, la vegetación es pradera de alta montaña, selva baja subcaducifolia y matorral espinoso tamaulipeco (SEMARNAT-CONANP, 2024).

La visita a La Michilía, fue del miércoles 18 al viernes 20 de junio, durante este periodo se recorrió parte del área protegida. La primera escala fue sobre el camino de terracería Mezquital-San Miguel de Temcaya, en San Pedro Alcantar, con vegetación de selva baja subcaducifolia dominada por mezquites. Otra escala fue cerca de San Miguel de La Michilía con vegetación de selva baja subcaducifolia perturbada y nopaleras. La última (antes de la estación) fue en La Rita, con vegetación de selva baja subcaducifolia perturbada (fuera del polígono del ANP). Estando en la estación el traslado fue hacia el arroyo nana Juana con vegetación de bosque de pino-encino y vegetación raparia, tras un recorrido sobre el cauce del arroyo. También se caminó por los alrededores de la estación Piedra Herrada.

Se observaron 19 especies de hormigas, pertenecientes a 16 géneros y cinco subfamilias: La subfamilia con la mayor diversidad fue Myrmicinae, con siete géneros y nueve especies; le siguió Formicinae, con cinco géneros y seis especies; Dolichoderinae, con dos géneros y dos especies; mientras que las subfamilias Ponerinae y Dorylinae fueron las menos diversas con un género y una especie cada una.

Entre las hormigas que se encontraron está la hormiga escamolera (*Liometopum* sp.) y la mielera (*Myrmecocystus* sp.), ambas de distribución Neártica. Además, se observó una especie de marabunta (*Neivamyrmex* sp.) estas hormigas no construyen hormigueros como el resto de las hormigas, son seminómadas; este género es exclusivo del continente americano con amplia distribución.

Lista de las especies de hormigas de La Michilía.

Formicidae
Dolichoderinae
Dorymyrmex sp.
Liometopum sp.
Formicinae
Camponotus sp.
Formica sp. 1
Formica sp. 2
Lasius sp.
Myrmecocystus sp.
Prenolepis imparis
Ponerinae
Odontomachus sp.
Dorylinae
Neivamyrmex sp.
Myrmicinae
Atta mexicana

Crematogaster sp.
Monomorium sp.
Pheidole sp. 1
Pheidole sp. 2
Pogonomyrmex sp.
Solenopsis sp. 1
Solenopsis sp. 2
Tetramorium sp.

En el Plan de Manejo se mencionan dos especies de hormigas: *Ectatomma ruidum* y *Ectatomma tuberculatum* (SEMARNAT-CONANP, 2024), ninguna de estas fue observada durante la visita. Es necesario hacer un estudio a fondo sobre las hormigas de la reserva, ya que dada la extensión y diversidad de ecosistemas de La Michilía hay una mayor cantidad de especies de las que aquí se reportan. Además, dada la complejidad del grupo, es indispensable realizar colectas para revisar el material bajo el microscopio y lograr determinar a nivel especie.

AGRADECIMIENTOS

Al INECOL: Secretaría Técnica (C. P. María Eugenia Ramírez López) y al señor José Medina Flores por las facilidades para el ingreso y el hospedaje durante la estancia; a la CONANP: al Técnico operativo Fabián Flores, al señor Pedro Roldan Morales y al Ing. Candelario Cárdenas Figueroa por el apoyo en los recorridos y guía durante las caminatas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SEMARNAT-CONANP. 2024. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera La Michilía. Ciudad de México, SEMARNAT-CONANP.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

Los autores que tengan interés en publicar en la revista VIDSUPRA del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Durango (CIIDIR-IPN-Durango), deberán ajustarse a los lineamientos establecidos para artículos científicos originales e inéditos.

Las contribuciones quedarán dentro de los siguientes tipos de trabajos:

- a) Resultados de investigación o experimentales
- b) Notas científicas
- c) Estudios de revisión
- d) Divulgación: monografía, ensayo, tesis, reflexión y crítica.

Los trabajos experimentales deberán presentar resultados originales de investigación, que no hayan sido previamente publicados. Se dividirán en las siguientes secciones:

TÍTULO. A continuación del título irán el (los) nombre (s) del (los) autor (es), y en seguida, el nombre de la institución donde se generó el trabajo.

RESUMEN. Deberá contener no más de 250 palabras. Establecerá brevemente el propósito del trabajo y los principales resultados y conclusiones. Evitar citas bibliográficas, abreviaciones no comunes, pero si son necesarias, deben ser definidas.

PALABRAS CLAVE. Serán de tres a cinco.

ABSTRACT. Deberá tener los mismos lineamientos que el RESUMEN

KEY WORDS. Serán de tres a cinco.

INTRODUCCIÓN. En esta sección se brindarán los antecedentes adecuados y se establecerán los objetivos del trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS. Se deberá proporcionar el suficiente detalle del trabajo experimental y de campo para que el trabajo pueda ser reproducido. Métodos ya publicados se pueden indicar con una referencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La discusión deberá incluir la significancia de los resultados.

CONCLUSIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. Revisar un número reciente para consultar el estilo de la presentación de las referencias bibliográficas.

Tablas y Figuras se entregarán en archivos independientes con las siguientes características:

- Formato .jpg. de alta resolución y tamaño grande.
- Figuras, cuadros y fotografías deben ir en blanco y negro o escala de grises.
- Las tablas no deben llevar bordes verticales
- Los títulos respectivos no deben formar parte de la tabla o la figura.

ENTREGA DE DOCUMENTOS

Los documentos originales se entregarán vía correo electrónico, en formato Word, a la dirección vidsupra@gmail.com dirigidos a la M.C. Rebeca Alvarez Zagoya.

La comisión editora se reserva los derechos para la selección y publicación de los trabajos.

Los artículos contenidos en la revista son de la responsabilidad exclusiva de los autores.

PROCEDIMIENTO

Todos los trabajos que se envíen y cumplan con los lineamientos de este documento serán sometidos a revisión por parte de especialistas, con un estricto anonimato tanto de autores como de evaluadores.

La Coordinación Editorial se reserva el derecho de realizar la corrección de estilo y los cambios editoriales que considere necesarios para mejorar el trabajo.

Cada autor principal recibirá un ejemplar del número de la revista en que es publicado su artículo.

Toda correspondencia deberá dirigirse a:

vidsupra@gmail.com

Revista VID SUPRA, CIIDIR IPN Unidad Durango

Unidad Politécnica de Integración Social

Sigma No. 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II

Durango, Dgo., México, 34220

Tel. (618) 814 2091 y Fax (618) 814 4540

Teléfono de red IPN (55) 5729 6000 Ext. 82615

Los autores son los únicos responsables del material, textos e imágenes que utilizan en sus respectivos trabajos,debiendo respetar siempre los derechos de autor de terceras personas, por lo que la Revista no se hace responsable de lo contenido en este tema respecto al trabajo de los autores.

CIIDIR DURANGO

CENTRAL DE INSTRUMENTACIÓN

Central de **Instrumentación**

Laboratorios de fisicoquímica
y microbiología

Servicios

Análisis de alimentos
Análisis de agua
Análisis de suelos
Análisis de bebidas con
contenido alcohólico

Acreditaciones

Entidad Mexicana de Acreditación
Laboratorio de Ensayos
COFEPRIS
Laboratorio Tercero Autorizado



Informes:

DRA. LAURA SILVIA GONZÁLEZ VALDEZ
Coordinadora de la Central de Instrumentación CIIDIR IPN
Unidad Durango
Calle Sigma Núm. 119 Fracc. 20 de Nov. II
Durango, Dgo. México. C.P.34220
Tel (618) 814-20-91 Y 814 45 40 Extensiones: 82615 Y 82601
Correo electrónico: ci_dgo@ipn.mx