



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE HUATUSCO

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE HORMIGAS EN ZONAS CONSERVADAS Y PERTURBADAS DEL PARQUE ESTATAL “EL REFUGIO” Y SU USO COMO INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL.

**OPCIÓN DE TITULACIÓN
TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERIA AMBIENTAL**

**PRESENTA:
C. MARIA DEL PILAR HERRERA MENDOZA**

**DIRECTOR DE TRABAJO RECEPCIONAL
DR. ADAN CABAL PRIETO**

**CO-DIRECTORA
DRA. MADAI ROSAS MEJIA**

HUATUSCO, VER.

Mayo de 2023.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE HUATUSCO

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE HORMIGAS EN ZONAS CONSERVADAS Y PERTURBADAS DEL PARQUE ESTATAL “EL REFUGIO” Y SU USO COMO INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL.

**OPCIÓN DE TITULACIÓN
TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERIA AMBIENTAL**

**PRESENTA:
C. MARIA DEL PILAR HERRERA MENDOZA**

**DIRECTOR DE TRABAJO RECEPCIONAL
DR. ADAN CABAL PRIETO**

**CO-DIRECTORA
DRA. MADAI ROSAS MEJIA**

HUATUSCO, VER.

Mayo de 2023.



Huatusco, Ver., 19 de mayo del 2023
Asunto: Liberación del Informe final

DR. ERICK MORALES POLANCO
JEFE DEL DEPTO DE DESARROLLO ACADÉMICO
P R E S E N T E.

Por este medio les informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral.

Nombre del egresado (a)	María Del Pilar Herrera Mendoza
Carrera:	Ingeniería Ambiental
No. de Control:	173Z0295
Nombre del Proyecto:	"Identificación de especies de hormigas en zonas conservadas y perturbadas del parque estatal el refugio y su uso como indicadores de impacto ambiental"
Producto (opción de titulación)	Tesis

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta actividad para la formación profesional de nuestros(as) egresados(as).

ATENTAMENTE

Ing. Salomón López Serrano
JEFE (A) DE CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Dr. Adán Cabal Prieto	Dr. Salvador Partida Sedas	Dr. Jesús Atenodoro Alonso
Nombre y Firma del Asesor (a)	Nombre y Firma del Revisor	Nombre y Firma del Revisor

Archivo.



Av. 25 Poniente No. 100. Col. Reserva Territorial, Huatusco, Ver. C.P. 94100. Tel. 273-73-4-40-00
Ext. 203, e-mail: dir_dhuatusco@tecnm.mx tecnm.mx | www.itshuatusco.edu.mx



2023
Francisco
VILLA

AGRADECIMIENTOS

A el Instituto Tecnológico Superior de Huatusco por enseñarme todo lo que se, por ser mi alma mater, por ayudarme y orientarme a encontrar mi vocación.

A el Instituto de Ecología Aplicada (IEA) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas por el apoyo brindado y el acogimiento en sus instalaciones donde se desarrolló esta investigación.

A mi director de tesis el Dr. Adán Cabal Prieto por el apoyo brindado a mi trabajo, gracias por siempre ayudarme y guiarme a resolver mis dudas y obtener una resolución adecuada a todo. Aportando su tiempo y conocimientos en este proceso para la mejora del contenido de mi proyecto de investigación, Gracias por creer en mí.

A mi codirectora de tesis la Dra. Madai Rosas Mejía agradezco sinceramente por confiar en mí, por aceptarme, apoyarme y darme una oportunidad de adentrarme en el mundo de la investigación, la ayuda recibida en el proceso tan interesante que es un proyecto de investigación fue la de más alta calidad, agradezco por compartir su tiempo, sus conocimientos y su gusto por el estudio de las hormigas conmigo. Ayudándome siempre a resolver mis dudas e incertidumbre de la mejor manera posible.

Un agradecimiento especial a la Dra. Rubí Rodríguez-de por toda su ayuda, apoyo y por sus aportaciones de conocimiento en los trabajos de campo y de laboratorio. A la M. en C. María de las Nieves Becerra Castañeda un agradecimiento porque su aportación y conocimientos me permitieron ser parte integral de este proyecto, pero principalmente por su acompañamiento y amistad durante este proceso.

Agradezco también a mis profesores de la universidad que conforman la academia de ingeniería ambiental los doctores Dr. Salvador Partida Sedas, así como Dr. Adán Cabal Prieto y al Dr. Jesus Atenodoro Alonso por siempre dar lo mejor para enseñar a las nuevas generaciones de ingenieros ambientales. No solo por darnos conocimiento educativo o laboral si no por darnos más allá de sus deberes como docentes, gracias porque ustedes sembraron en nosotros sus alumnos el amor, así como la dedicación a la carrera y a la ciencia.

Un agradecimiento especial a el Ing. Juan Luévano y sus compañeros trabajadores del “Bosque urbano” por su gran ayuda durante nuestra realización del trabajo de campo y las personas de la asociación civil Tonantzin tlalli por su apoyo.

A mis amigos que me apoyaron siempre y me dieron ánimos para no rendirme, gracias por interesarse en mi trabajo y en mis pláticas sobre hormigas.

DEDICATORIA

A mi padre

Por haberme forjado como la persona que soy ahora, por convertirme en una alma libre y soñadora. Porque gracias a su apoyo incondicional siempre me motivo a cumplir mis objetivos y anhelos, no tengo palabras suficientes para agradecer por tanto que me diste y por ahora cuidarme, protegerme y guiarme desde el cielo.

A mi madre

Tus esfuerzos son impresionantes, tu amor invaluable y aunque la mayoría de veces parece que estuviéramos en una batalla, hay momentos en los que la guerra hace unirnos para lograr nuestros objetivos te agradezco por estar a mi lado. Sin tu esfuerzo esto no habría sido posible, gracias por nunca dejarme sola.

A mis hermanas Carol y Judith

Por el amor incondicional que he resivido de ustedes desde el día que nací, por enseñarme, apoyarme y guiarme en este camino tan complicado llamado vida, agradezco de corazon todo lo que han hecho por mi. Gracias por no soltarme de la mano nunca y ayudarme a creer en mis sueño, sin su ayuda y compromiso este proyecto no hubiera sido posible, las amo son mi mayor ejemplo y orgullo nunca olviden que mis logros son suyos.

A Liz

Gracias por ser mi mejor amiga, la vida nos puso en el mismo camino y nos enseñó que existen lazos irrompibles a pesar del tiempo y espacio.

INDICE GENERAL

INDICE DE CUADROS	9
RESUMEN.....	11
I. INTRODUCCIÓN	13
II. ANTECEDENTES	15
III. MARCO TEÓRICO.....	19
3.1 Generalidades.....	19
3.2 Morfología de las hormigas	19
3.3 Bioindicadores	21
3.4 Las hormigas como indicadores.....	23
3.5 Especies exóticas	24
3.5.1 Hormigas exóticas invasoras	25
3.6 Grupos funcionales.....	26
3.7 Gremios tróficos.....	28
IV. JUSTIFICACION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	30
V. HIPÓTESIS	32
VI. OBJETIVO GENERAL.....	32
VII. METODOLOGÍA.....	33
7.1 Área de estudio.....	33
7.1.1 Clima.....	34
7.1.2 Uso de suelo.....	34
7.2 Trabajo de campo	36
7.2.2 Ubicación de los sitios	39
7.2.3 Muestreo y colecta	40
7.2.4 Trampas de cebo.....	41
7.2.5 Captura directa	42
7.3 Trabajo de gabinete.....	42
7.4 Análisis estadísticos.....	43
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	68
XI. Anexos.....	76
.....	106

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. CLASIFICACIÓN DE BIOINDICADORES (GONZÁLEZ-ZUARTH & VALLARINO, 2014).	
.....	22
CUADRO 2. LISTADO DE GREMIOS TRÓFICOS DE HORMIGAS CONSIDERADOS EN EL PRESENTE ESTUDIO (ARENAS-CLAVIJO & ARMBRECHT, 2018).	29
CUADRO 3. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LOS SITIOS DE ESTUDIO.	36
CUADRO 4. LISTADO DE LAS HORMIGAS REGISTRADAS EN LOS SITIOS DE ESTUDIO.	50
CUADRO 5. ESPECIES DE HORMIGAS REGISTRADAS POR SITIOS.	53
CUADRO 6. ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS.	56
CUADRO 7. ESTIMADORES DE RIQUEZA POR SITIOS.	56
CUADRO 8. ÍNDICES DE DIVERSIDAD POR SITIOS.	57
CUADRO 9. ÍNDICE DE JACCARD PARA LOS SITIOS DE ESTUDIO.	58
CUADRO 10. ESTIMADORES PARAMÉTRICOS DE LOS SITIOS DE ESTUDIO.	59
CUADRO 11. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE LOS SITIOS CON PRESENCIA Y AUSENCIA DE LA ESPECIE EXÓTICA.	60
CUADRO 12. VALOR INDICADOR IND/VAL.	61

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MORFOLOGÍA DEL CUERPO DE UNA HORMIGA (BRABSTETTER & SÁENZ, 2012).	20
FIGURA 2. MAPA DEL ÁREA DE ESTUDIO Y PUNTOS DE MUESTREO DEL PARQUE ESTATAL “EL REFUGIO”	34
FIGURA 3. ZONIFICACIÓN DEL PARQUE ESTATAL "EL REFUGIO" (POE, 2019).	35
FIGURA 4. SITIOS DE ESTUDIO EN EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA PARQUE ESTATAL “EL REFUGIO”	38
FIGURA 5. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE ESTUDIO EN EL PARQUE ESTATAL “EL REFUGIO”	39
FIGURA 6. DELIMITACIÓN Y MARCAJE DE LOS TRANSECTOS DE SITIO TRES, EN EL PARQUE ESTATAL “EL REFUGIO” EN CD. VICTORIA, TAMAULIPAS.	39
FIGURA 7. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE UN SITIO Y MÉTODOS DE COLECTA EMPLEADOS.	40
FIGURA 8. MUESTREO DE TRAMPA DE CEBOS (A) COLOCACIÓN DE LOS CEBOS EN EL SITIO 6 (B)	41
FIGURA 9. MÉTODO DE COLECTA DIRECTA.	42
FIGURA 10. MUESTRAS RECOLECTADAS EN EL ANP PARQUE ESTATAL “EL REFUGIO”.	43
FIGURA 11. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES MEDIANTE EL ESTEREOSCOPIO.	43
FIGURA 12. RIQUEZA DE ESPECIES POR GRUPO FUNCIONAL DE HORMIGAS. DD: DOLICHODERINAE DOMINANTE, CS: CAMPONOTINI SUBORDINADA, ECC: ESPECIALISTA DE CLIMA CALIDO, ECT: ESPECIALISTA DE CLIMA TROPICAL, C: ESPECIES CRIPTICAS, O: OPORTUNISTA, MG: MYRMICINAE GENERALISTA, DE: DEPREDADOR ESPECIALISTA.	52
FIGURA 13. NÚMERO DE ESPECIES IDENTIFICADAS POR SUBFAMILIAS DOLICHODERINAE (D), FORMICINAE (F), MYRMICINAE (M), PONERINAE (P) Y PSEUDOMYRMECINAE (PS).	52
FIGURA 14. FRECUENCIA DE INCIDENCIA DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL ESTUDIO.	54
FIGURA 15. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DEL SITIO DE ESTUDIO.	55
FIGURA 16. DENDOGRAMA DE SIMILITUD ENTRE LOS SITIOS DE ESTUDIO (ÍNDICE DE JACCARD).	58
FIGURA 17. CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES PARA SITIOS CON AUSENCIA (SA) Y SITIOS CON PRESENCIA (SP) DE LA ESPECIE EXÓTICA INVASORA; ASÍ COMO DEL SITIO MUESTRA.	60

Identificación de especies de hormigas en zonas conservadas y perturbadas del parque estatal “El Refugio” y su uso como indicadores de impacto ambiental.

María Del Pilar Herrera-Mendoza, Madai Rosas-Mejía y Adán Cabal-Prieto

RESUMEN

La pérdida de la biodiversidad como resultado del cambio de uso de suelo, la contaminación y el cambio climático son las mayores amenazas que enfrentan actualmente los ecosistemas naturales, aunado a esto las actividad antropogénicas propician la presencia de hormigas exóticas invasoras con capacidad de perturbar ecosistemas naturales por medio de interacciones negativas con especies endémicas, debido a lo anterior es necesario desarrollar métodos de monitoreo, que ayuden a prevenir, detectar e informar de manera temprana las alteraciones o impactos en el ecosistema que normalmente resultarían difíciles, inconvenientes y costosos de medir directamente. Las hormigas son un grupo bioindicador importante debido a que poseen sensibilidad al cambio ambiental, gran abundancia, y su taxonomía está resuelta en comparación con otros grupos. El presente estudio tiene como objetivo identificar y analizar las comunidades de especies de hormigas nativas y exóticas en el parque estatal “El Refugio”, Tamaulipas, México, así como explorar el rol ecológico de las especies identificadas para su utilización como indicadores ecológicos. Se realizó un muestreo estandarizado a 12 sitios seleccionados de manera aleatoria, en dónde se emplearon dos técnicas de muestreo, captura directa y trampas de cebo. Las muestras se preservaron en viales con alcohol absoluto, y posteriormente fueron procesadas en el laboratorio para su montaje e identificación a nivel de especie. Se contabilizó un total 11,606 individuos en donde se identificaron **31** especies de 5 subfamilias, Myrmicinae fue la subfamilia mejor representada. Se reportó la presencia de la especie exótica *Paratrechina longicornis* en 4 de los sitios en donde no se observó un impacto negativo sobre la comunidad de especies nativas. Se identificaron 2 especies *indicadoras*, una especie asociada a la vegetación secundaria y una para matorral espinoso tamaulipeco, así mismo se identificaron 4 especies *detectoras*. El presente estudio representa el primer esfuerzo para conocer la mirmecofauna del “parque estatal El Refugio” un Área Natural Protegida en un entorno urbano. Esta información puede utilizarse en programas de planeación y manejo de la conservación de la zona de estudios.

Palabras claves: Hymenoptera; bioindicadores; perturbación del ambiente; mirmecofauna.

Identification of ant species in conserved and disturbed areas of "El Refugio" state park and their use as indicators of environmental impact.

María Del Pilar Herrera-Mendoza, Madai Rosas-Mejía y Adán Cabal-Prieto

ABSTRAC

The loss of biodiversity as a consequence of the change in land use, pollution and climate change are the greatest threats facing natural ecosystems today, in addition to this, anthropic activities favor the presence of invasive exotic ants with the capacity to disturb the ecosystems. natural. through negative interactions with endemic species, so it is necessary to develop monitoring methods that help prevent, detect and report early alterations or impacts on the ecosystem that would normally be difficult, inconvenient and expensive to measure directly. Ants are an important bioindicator group because they are sensitive to environmental change, are highly abundant, and their taxonomy is resolved in comparison to other groups. The objective of this study is to identify and analyze the communities of native and exotic ant species in the state park "El Refugio", Tamaulipas, Mexico, as well as to explore the ecological role of the species identified for their use as ecological indicators. A standardized sampling was carried out in 12 randomly selected sites, where two sampling techniques were used: direct capture and baited traps. The samples were preserved in vials with absolute alcohol, and later processed in the laboratory for their assembly and identification at the species level. A total of 11,606 individuals were recorded where 31 species from 5 subfamilies were identified, Myrmicinae being the best represented subfamily. The presence of the exotic species *Paratrechina longicornis* was reported in 4 of the sites where no negative impact on the community of native species was observed. 2 indicator species were identified, one associated with secondary vegetation and the other with the Tamaulipan thorny scrub, likewise 4 detector species were identified. This study represents the first effort to know the myrmecofauna of "El Refugio State Park" a Protected Natural Area in an urban environment. This information can be used in conservation planning and management programs in the study area.

Keywords: Hymenoptera; bioindicators; environmental disturbance; myrmecofauna.

I. INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta los crecientes problemas ambientales debido a la pérdida o fragmentación del hábitat y conforme la contaminación y el cambio climático avanzan, nace la necesidad identificar y desarrollar métodos de monitoreo ambiental utilizando indicadores biológicos que consideran la presencia de ciertas especies, o taxones, como una estimación de condiciones ambientales definidas a partir de reacciones que exponen diferentes grados de degradación o perturbación del hábitat, proporcionando información veraz, concisa y fiable sobre la situación ambiental y son responsables de mostrar impactos progresivos de diferentes tipos de contaminantes en el medio ambiente. Para poder prevenir y detectar de manera temprana las alteraciones en el estado actual de los ecosistemas, alteraciones que podrían llegar a afectar negativamente al medio ambiente. Mediante una evaluación que nos ayude a obtener información de las condiciones ambientales de un ecosistema que normalmente resultarían difíciles y costosas de medir. De acuerdo con Tibcherani et al. (2018) las hormigas clasifican como indicadores ambientales, ecológicos y diversidad debido a que poseen una sensibilidad al cambio ambiental, presentan una gran abundancia, están presentes en hábitats intactos como en áreas perturbadas y son fáciles de identificar.

Como resultado de la antropización y globalización se ha generado un aumento en la introducción de especies aumentando de esta manera las especies exóticas, que son aquellas no nativas que llegaron a un país o región de manera intencional o accidental y presentan un grave problema debido que pueden llegar a afectar la biodiversidad de las zonas donde son introducidas convirtiéndose en especies invasoras. Según con Gosende-Amorin et al. (2019) las especies invasoras constituyen uno de los principales factores de la pérdida de biodiversidad y generan importantes impactos negativos económicos y ecológicos. Tienen la capacidad de establecer en ambientes antropizados como en zonas prístinas donde compiten y desplazan a la biodiversidad nativa llegando a provocar la extinción de algunas especies.

El objetivo de la presente investigación es identificar y analizar las comunidades de especies de hormigas nativas y exóticas en diferentes zonas del parque estatal el refugio, así como explorar el rol ecológico de las especies de hormigas en los hábitats estudiados para su utilización como bioindicadores, como una herramienta útil para evaluar los cambios en el medio ambiente de forma confiable y rentable.

Se estudió la estructura de la comunidad hormigas nativas y exóticas en diferentes zonas conservadas y perturbadas del área natural protegida parque estatal “El Refugio”, que se encuentra localizado en el municipio de Victoria, en el estado de Tamaulipas, México.

II. ANTECEDENTES

Las hormigas forman parte de uno de los grupos taxonómicos más estudiados en ambientes perturbados, dado que son organismos altamente abundantes, relativamente fáciles de estudiar y tienen una respuesta a estresores ambientales debido a que las comunidades de hormigas son particularmente susceptibles a efectos de la pérdida y fragmentación del bosque. Para México Dattilo et al. (2020) reportó la revisión más reciente sobre la diversidad de hormigas, dando a conocer 973 especies. Por otra parte, en el estudio de Flores-Maldonado et al., (2021) la diversidad mirmecológica (Hymenoptera: Formicidae) en Tamaulipas, México se llevó a cabo una investigación compuesta por el análisis de publicaciones, colecciones biológicas nacionales y una internacional, donde se obtuvo como resultado una riqueza específica de 195 especies de 60 géneros y se detectaron 29 registros de 10 especies exóticas para Tamaulipas.

Mendoza-Pilar (2016) realizó una investigación sobre la caracterización de las comunidades de hormigas en los ambientes conservados y perturbados de la selva baja caducifolia de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, en la costa del estado de Jalisco, México, con el objetivo de caracterizar las comunidades en cuanto a riqueza, abundancia y grupos funcionales para conocer el nivel de perturbación del ambiente, utilizando la metodología del protocolo de muestreo “Formigas do Foliar Litter Protocol” propuesto por Agosti & Alonso (2000), obteniendo así un método estándar que requiere menos esfuerzo de muestreo y se puede aplicar repetidamente en diferentes hábitats y estaciones. En dicha investigación se observó que debido a los altos niveles de perturbación que sufre la selva baja caducifolia resultado de actividades antropogénicas tiene efectos perjudiciales sobre las comunidades de hormigas provocando de esta manera la disminución de especies, favoreciendo la proliferación de especies de hormigas exóticas que ocasionan la disminución o desaparición de especies nativas. Los resultados reportados por el autor mostraron que el estudio de la comunidad de hormigas proporciona información clara y precisa para el desarrollo de planes de manejo y evaluación ambiental dado que los cambios

observados en la diversidad, abundancia y composición de las comunidades refleja de manera indirecta el estado en el que se conserva un ambiente.

Las hormigas en el monitoreo de restauración ecológica se han estudiado a nivel global, en algunas investigaciones se han enfocado en el uso de estos organismos como bioindicadores ecológicos, en este sentido Jiménez-Carmona et al. (2015) estudiaron el uso de las hormigas como bioindicadores ecológicos y ambientales en un proceso de restauración y rehabilitación ecológica, explorando el potencial indicador de las hormigas como herramienta para la evaluación de restauración y rehabilitación de ecosistemas, proponiendo un protocolo de monitoreo de la mirmecofauna para la optimización de recursos, extraer información confiable, de manera rápida, sencilla y replicable permitiendo una evaluación técnica que determine los impactos negativos. En este trabajo utilizaron una metodología de diseño experimental con la aplicación del protocolo de caracterización de hormigas del suelo. Los resultados evidenciaron una amplia eficiencia de muestreo, superior al 70% demostrando de esta manera su efectividad para caracterizar la diversidad de hormigas en diferentes ecosistemas.

Se concluyó que las hormigas ayudan a detectar patrones generales relacionados con los cambios de uso de suelo, la diversificación de los ecosistemas y el impacto del manejo forestal. Las hormigas también responden a la llegada especies exóticas invasoras como es el caso de la hormiga loca (*Nylanderia fulva*), cuya presencia afecta negativamente la densidad de hormigas o la hormiga de fuego (*Wasmannia auropunctata*) que ha sido identificada como un indicador negativo y se encuentra en áreas altamente perturbadas debido a que es una excelente competidora y en consecuencia desplaza a otras especies nativas.

En la misma línea de investigación Venuste et al. (2018) estudiaron el uso de hormigas de suelo y hojarasca (*Hymenoptera: Formicidae*) como indicadores biológicos de la calidad del suelo bajo diferentes usos de la tierra en el sur de Ruanda, como una forma de evaluar los cambios ambientales, en donde se encontró que en particular las especies de hormiga pueden servir como indicadores importantes de la calidad del suelo. El estudio tuvo como objetivo relacionar la abundancia de especies

de hormigas del suelo y de la hojarasca con los parámetros del suelo bajo diferentes especies de árboles tanto nativos como exóticos y en distintas variedades de plantaciones. En este trabajo realizaron la identificación de hormigas a nivel de especie y probaron las variaciones de abundancia, diversidad y uniformidad de las especies de hormigas del suelo y de la hojarasca con las variaciones en los parámetros fisicoquímicos del suelo con el fin de estudiar las relaciones entre el suelo y las especies de hormigas en los parámetros de suelos de especies de árboles nativos y exóticos, así como en plantaciones de plátano y café. Los resultados del estudio indicaron que las especies de hormigas se distribuyen de manera diferente en las especies de árboles nativos y exóticos, también se asociaron de manera distinta a los parámetros fisicoquímicos del suelo. Se concluyó que existe un papel importante de las especies de árboles exóticos y los cafetales en la conservación del suelo y que las especies de hormiga de hojarasca encontradas pueden indicar de manera diferente la calidad del suelo dependiendo del uso de la tierra.

De forma similar, en el estudio de Carvalho et al., (2020) se vincularon las respuestas ambientales de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) y las hormigas (Hymenoptera: Formicidae), con sus características ecológicas para de esta manera aclarar que indican en el contexto de la gestión de tierras de pastoreo en Brasil. Como resultado se obtuvo la clasificación tanto de los escarabajos peloteros como las hormigas en grupos. En esta investigación reportaron que la vinculación de respuestas a perturbaciones con las características ecológicas proporciona una base sustancialmente mejorada para el uso de taxones individuales como bioindicadores en estudios de suelo.

Dentro de estos trabajos de revisión de bioindicadores de contaminación ambiental Asif et al., (2018) realizaron un estudio de investigación en Gujrat, Pakistán, con el objetivo de seleccionar diferentes tipos de indicadores qué bajo alteraciones ambientales tienden a producir señales de perturbación. Se concluyó que el uso de especies indicadoras es rentable para poder evaluar cambios en el entorno.

En algunos estados de México se iniciaron investigaciones sobre las hormigas como bioindicadoras. En 2011 se comparó la mirmecofauna en monocultivos de cedro y

huertas nativas en Tikinmul, Campeche. Se encontró que existe una mayor densidad de hormigas en monocultivos con especies dominantes y especies indicadoras (Rojas, 2001).

Por otra parte Jiménez-Carmona et al., (2020) realizaron un estudio para evaluar a las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) como grupo indicador del impacto ambiental humano en los bosques de ribera del río Guadalquivir en Andalucía, España. En este estudio se analiza la utilización del índice QBR (Qualitat del Bosc de ribera) que estima el estado de conservación del bosque de ribera, frente al uso de especies bioindicadores como las hormigas. Con el objetivo de probar el nivel de correspondencia entre dos sistemas de evaluación de hábitat y perturbación frente a la riqueza y diversidad de hormigas como especies bioindicadores. Mediante la metodología de un diseño experimental, se revisó la relación entre el estado de conservación de los bosques y la diversidad de hormigas.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Generalidades

Las hormigas son insectos pertenecientes a la familia Formicidae del orden Hymenoptera, constituyen el principal grupo de insectos eusociales y suponen alrededor del 20% de la biomasa, el peso de todos los seres vivos. (Ríos-Casanova, 2014) Este grupo se divide en 20 subfamilias, 16 con representantes vivos y cuatro conocidas sólo a partir de fósiles, se han descrito casi 15,000 especies en todo el mundo, siendo los trópicos los lugares con la mayor cantidad de especies y de endemismos (González-Martínez & Vásquez-Bolaños, 2019). Son organismos termófilos, por lo que su distribución geográfica está influenciada por las condiciones de humedad y temperatura. Tienen funciones ecológicas muy relevantes como depredadoras y herbívoras, participan en los procesos físico-químicos del suelo, así como en la descomposición y el reciclaje de nutrientes, fertilización del suelo, la dispersión de semillas y son excelentes indicadores de calidad de hábitat.

3.2 Morfología de las hormigas

El cuerpo de las hormigas está cubierto de una cutícula dura que cumple las funciones de proteger, recibir estímulos y servir como exoesqueleto (Jefé Carbonell, 2004). Posee tres partes distintas y claramente diferenciables: la cabeza, el mesosoma (conjunto de tórax y primer segmento abdominal) y el abdomen, cada una con funciones propias e independientes entre sí.

La cabeza prognata, posee antenas entre 4 y 12 segmentos con escapo presente (Bolton et al., 2003). Contiene órganos sensoriales y se ubican ojos y aparato bucal, según Jefe Carbonell (2004) las antenas cumplen con funciones sensoriales de olfato, llegando a detectar sustancias químicas.

El tórax está unido al abdomen por medio de una fina membrana móvil y articulada llamada peciolo, que puede tener uno o dos nodos, según la especie. El tórax es la

sección media del dónde se ubican las extremidades de las hormigas como las patas y las alas, posee numerosas estructuras de importancia taxonómica.

El gáster alberga las vísceras y el aparato reproductivo. En la casta obrera el gáster se ha modificado en un aguijón o en un acidoporo (Escárraga & Guerrero, 2014). En el abdomen de algunas especies se encuentran situadas dos glándulas especiales que producen el ácido fórmico, de característico olor y con valiosas propiedades químicas. Las hormigas suelen utilizarlo para dejar un rastro de su paso a sus compañeras e indicarles la dirección a seguir.

De acuerdo con Branstetter & Sáenz (2012) las características morfológicas más notorias para distinguirlas de otros insectos son que el primer segmento de la antena (escapo) está alargado, tienen castas de obreras sin alas, presentan una glándula en el tórax que secreta sustancias con actividad antibacterial y antimicótica (llamada glándula metapleuraleal) y primordialmente se caracterizan por poseer un pecíolo, siendo esta estructura la que diferencia a las hormigas del resto de Himenópteros.

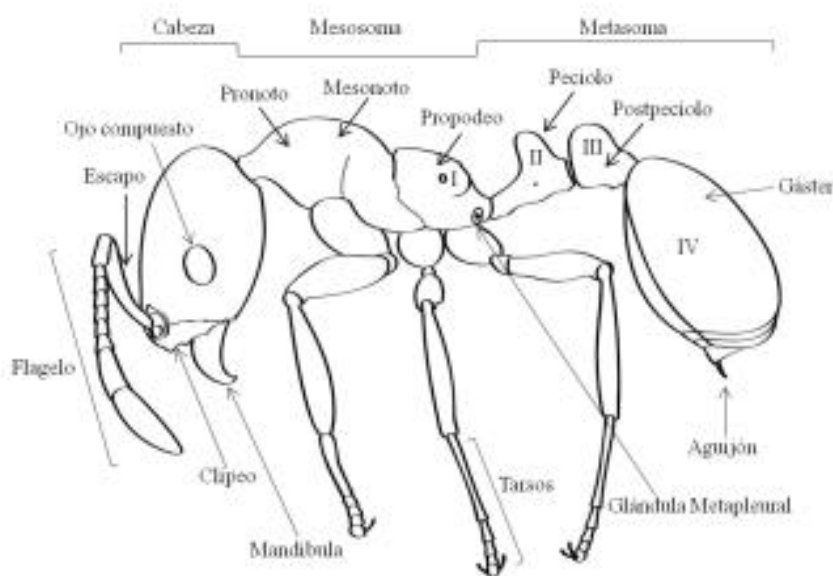


Figura 1. Morfología del cuerpo de una hormiga (Branstetter & Sáenz, 2012).

3.3 Bioindicadores

La pérdida de la biodiversidad como resultado del cambio de uso de suelo y el cambio climático es una de las mayores amenazas que enfrentan actualmente los ecosistemas naturales. El incremento de actividades antropogénicas como la agricultura, la urbanización, el turismo y la deforestación ha ocasionado una disminución importante en el hábitat de muchas especies, siendo una de las principales causas de la extinción de especies, la destrucción de sus hábitats naturales o la fragmentación de los mismos. Otras consecuencias de estas actividades son la contaminación ambiental y el cambio climático global con sus numerosos impactos.

La vulnerabilidad de las especies ante los estresores ambientales no es uniforme, depende de su capacidad de respuesta (resiliencia) y adaptación a las nuevas condiciones climáticas (González Zuart et al., 2014). Siendo necesaria una evaluación ambiental para obtener la información relevante que permita detectar de manera temprana las alteraciones que podrían llegar a afectar negativamente a las poblaciones, especies o ecosistemas y con ello establecer programas más eficaces para mitigar los daños causados por dichos estresores ambientales (Bellard et al., 2012).

Ante esta premisa se origina el concepto de especies indicadoras las cuales son responsables de mostrar impactos progresivos de diferentes tipos de contaminantes en el medio ambiente.

Se definen como aquellas que por sus características (sensibilidad a las perturbaciones ambientales, distribución, abundancia, dispersión, éxito reproductivo, entre otras) pueden ser utilizadas como estimadores del estatus de otras especies o de condiciones ambientales difíciles, inconvenientes o costosas de medir directamente (González Zuart et al., 2014).

No cualquier taxon puede ser un bioindicador, para ello deben contar con las siguientes características, ser estenóticos, es decir que posean una tolerancia reducida respecto a uno o más factores ambientales, proporcionar información biológicamente relevante, que la intensidad del cambio en el taxón bioindicador esté

correlacionado con la intensidad del disturbio ambiental y que sean fáciles de identificar por personas sin experiencia en el taxón.

Los bioindicadores se clasifican en tres categorías que se describen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación de bioindicadores (González-Zuarth & Vallarino, 2014).

Categoría de indicador	Definición	Funciones
<i>Indicador ambiental</i>	Especies que responden de forma predecible a disturbios ambientales, como la degradación de ambiente. La presencia/ausencia permite identificar y conocer los estragos causados por cambios de uso de suelo.	Detectar cambio en el estado del ambiente. Detectar perturbaciones mediante su respuesta específica.
<i>Indicador ecológico</i>	Taxones sensibles a la presencia de estresores ambientales, que permiten mediante su presencia o ausencia y sus fluctuaciones en el tiempo, conocer el impacto de dichos estresores sobre los demás taxones que habitan en la misma localidad.	Demuestra el impacto de un factor de estrés sobre la biota.
<i>Indicador de Biodiversidad</i>	Especies que reflejan el número de especies de los taxones que viven en simpatria, la riqueza de especies de la especie indicadora se utiliza para estimar la riqueza de especies de otros taxa.	Monitorear cambio en la diversidad. Identifica la diversidad de taxa en un área específica.

Reconociendo las características de una especie y su debida clasificación se puede convertir en una forma confiable y rentable de evaluar los cambios en el medio ambiente por medio de especies indicadoras, y dada la situación actual se requieren

bioindicadores rentables junto con su confiabilidad para detectar y mitigar los impactos de la contaminación en el medio ambiente (Asif et al., 2018).

3.4 Las hormigas como indicadores

Los bioindicadores se describen como la presencia de ciertos organismos en un ecosistema que proporciona información ambiental a partir de reacciones que exponen diferentes grados de degradación o perturbación del hábitat, de los trabajos de investigación sobre bioindicadores el 30 % corresponden a los invertebrados (Siddig, et al. 2016).

Las hormigas son uno de los grupos más abundantes de insectos, cumplen funciones ecológicas muy específicas que son importantes para los ecosistemas, se asocian con numerosas especies de animales y plantas, y poseen un amplio espectro de alimentación, por lo cual son consideradas como indicadores adecuados de calidad ambiental para diferentes ecosistemas pues presentan una serie de características deseables a este fin. Debido a su amplia distribución y diversidad, son un grupo sensible a los cambios ambientales con una fácil recolección, variedad de nichos que ocupan, rápida respuesta a cambios ambientales y su identificación relativamente fácil, pudiendo ser útiles en la evaluación de respuestas bióticas frente a prácticas agrícolas como la fertilización, la fumigación y las quemas (Chanatasig-Vaca, 2011). Dado que las hormigas se encuentran tanto en ambientes intactos como perturbados y son fáciles de identificar forman un grupo bioindicador importante, siendo útiles en la evaluación de respuesta de la biota frente a prácticas antropogénicas.

Las hormigas son utilizadas como bioindicadores para evaluar la respuesta ecológica a la perturbación, clasificándolas en grupos funcionales, de acuerdo con su respuesta a estresores ambientales modelo propuesto inicialmente por Andersen en 1995. Según Carvalho (2020) esto proporciona una base para vincular los rasgos ecológicos con las respuestas a las perturbaciones y de esa manera proponer un protocolo estandarizado para el uso de las hormigas como especies bioindicadoras y que se pueda aplicar en diferentes ecosistemas. De forma similar se utilizan para el

monitoreo en la recuperacion de areas perturbadas, cuantificando la presencia y/o ausencia de especies, la abundancia, la riqueza y la medicion de datos de variables abioticas. Estableciendo de esta manera patrones de correlacion que indiquen si se presenta o no recuperacion de las areas de estudio.

Por otra parte, de acuerdo Skaldina (2018) diferentes estudios confirmaron a las hormigas como un buen grupo bioindicador para varios tipos de contaminación, incluida la contaminación de suelo por uso de metales pesados. Las hormigas tienen una tolerancia mayor a la contaminación por metales pesados que otras especies de invertebrados, pero a pesar de eso la contaminación afecta la diversidad de las hormigas, su abundancia, el tamaño de la colonia y su comportamiento.

Un ejemplo de ello es la especie bioindicadora *Formica lugubris* que es adecuada para monitorear la contaminación industrial por metales pesados. Dado que responde a la contaminación con disminución de la masa corporal y disminución de la melanización de la cabeza (Skaldina et al., 2018). Los resultados del estudio de bioacumulación de metales pesados en el cuerpo de trabajadores de *Camponotus atriceps* y *Dorymyrmex brunneus* indicaron que se observaron niveles altos de Zn, Cd, Pb y Ni en la especie *Dorymyrmex brunneus*. De igual manera se encontró que *Pogonomyrmex rugosus* acumulan metales pesados de las semillas que consumen, lo que las convierte en bioindicadores ideales de contaminación en un ecosistema (Rabello-Casagrande et al., 2017).

La hormiga pequeña de fuego *Wasmania auropunctata* pose una correlacion negativa entre su frecuencia de captura y la riqueza total de hormigas en un fragmento del bosque seco tropical de Colombia, siendo asi una especie que se puede utilizar como indicador de biodiversidad (Arcila C. & Lozano-Zambran, 2003).

3.5 Especies exóticas

Las especies exóticas son especies no nativas que llegaron a un país o región de manera intencional o accidental (CONABIO, 2020). Son todas aquellas especies que fueron introducidas en un ambiente o ecosistema generalmente por actividades

humanas, capaces de sobrevivir, reproducirse y establecerse en el hábitat. Dado que las especies nativas difieren en el comportamiento con las especies exóticas invasoras, pueden causar daño al ecosistema como desajustes en la cadena trófica e incluso la extinción de especies.

Las especies exóticas invasoras son aquellas especies que lograron adaptarse y proliferar en ecosistemas fuera de su hábitat natural en donde fueron introducidas amenazando la diversidad de especies nativas. De acuerdo con CONABIO (2020) son aquellas especies que se reproducen sin control, tienen una gran capacidad de adaptación, poseen una dieta generalista; causando así daños en el ecosistema y diversidad nativa. Los efectos negativos de las especies exóticas invasoras sobre la diversidad biológica pueden intensificarse a causa del cambio climático, la destrucción de hábitats y la contaminación (ONU, 2011).

3.5.1 Hormigas exóticas invasoras

Las especies exóticas invasoras representan una seria amenaza para la integridad y función de los ecosistemas naturales. Comprender cómo estos invasores alteran las comunidades naturales es un aspecto importante debido a que representan una seria amenaza para la estructura y función de las comunidades nativas.

De acuerdo con Chifflet (2016) las hormigas exóticas representan un grave problema a nivel mundial, pudiendo causar daños irreparables en los ecosistemas. Se estima que en el mundo existe alrededor de 16,000 especies de hormigas, pero solo 19 especies son consideradas como exóticas invasoras por la Unión Internacional por la Conservación de la Naturaleza.

Las hormigas exóticas invasoras son especies con la capacidad de invadir y perturbar ecosistemas naturales por medio de interacciones negativas con especies endémicas, considerándose una amenaza para la conservación de la biodiversidad, causando ampliamente problemas económicos y de salud. El desplazamiento de especies nativas de insectos y otros invertebrados es probablemente uno de los efectos más perjudiciales de las hormigas invasoras en México (Rosas-Mejía et al., 2021).

Frecuentemente los hábitats perturbados por actividades antropogénicas son invadidos por especies exóticas, y se encuentran generalmente dominados por especies generalistas y oportunistas. Por otra parte, en los ecosistemas con perturbaciones naturales ciertas especies de hormigas nativas son resistentes por tener una mejor adaptación a las condiciones nativas (Mendoza-Pilar, 2016).

De acuerdo con Rosas-Mejía et al. (2021) las especies de hormigas exóticas reportadas en México que tienen mayor impacto ecológico hasta el momento son *Pheidole megacephala*, *Solenopsis invicta*, *Linepithema humile*, *Wasmannia auropunctata*, *Anoplolepis gracilipes* y *Nylanderia fulva*.

En México se posee un Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas, con el fin de determinar los riesgos de una especie exótica invasora, con esta herramienta se han evaluado especies como *Solenopsis invicta*, *Linepithema humile* y *Nylanderia fulva* (CONABIO, 2015). De acuerdo con Rosas-Mejía et al. (2021) actualmente se reportan 42 especies exóticas registradas para México.

3.6 Grupos funcionales

El papel de las hormigas como organismos bioindicadores se ha ido estableciendo fuertemente en las ciencias ambientales, puesto que algunos parámetros de sus comunidades como diversidad, abundancia relativa y grupos funcionales describen razonablemente al ambiente. La clasificación de hormigas en “grupos funcionales” con base en el comportamiento ecológico que tienen ante eventos de estrés y perturbación es un modelo utilizado para la interpretación de la relación entre la composición de una comunidad de hormigas que fue desarrollado por Greenslade en (1978). Clasifica las comunidades de hormigas en relación con la perturbación (factor que reduce la biomasa) y el estrés (factor que reduce la productividad), que se consideran de mayor importancia en la determinación de la estructura de las comunidades de hormigas (Villalba et al. 2014).

Dicho modelo fue aplicado posteriormente por Andersen (1995) en diversas comunidades mirmecológicas de Australia donde logró reconocer siete grupos

funcionales de hormigas en su artículo *Functional groups in relation to environment stress and disturbance*, que son de gran importancia para comprender la variación de estructura y funcionamiento de las comunidades de hormigas.

1. *Dolichoderinae Dominantes (DD)*: dentro de este grupo se encuentran hormigas que se caracterizan por ser agresivas, conductualmente dominante, que ejercen una influencia competitiva sobre otras hormigas y llegan a desplazarlas, predominan en ambientes abiertos con temperaturas cálidas que experimentan bajos niveles de estrés y perturbación.
2. *Camponotini Subordinadas (CS)*: del género *camponotus*, presenta comportamiento sumiso a *Dolichoderinae* dominantes, son segregadas ecológicamente por su cuerpo grande y su forrajeo nocturno, puede presentar hábitos arbóreos.
3. *Especialistas de Climas Calientes/Fríos/ Tropicales*: grupo de hormigas cuya distribución es principalmente en ambientes que caracterizan a la especie como climas cálidos, fríos y tropicales húmedos. Presentes habitan en los cuales DD son poco abundantes. Son especies tolerantes al estrés.
4. *Especies Crípticas (C)*: son hormigas diminutas, altamente abundantes en habitas con gran cobertura vegetal, anidan y forrajean principalmente entre la hojarasca y el suelo.
5. *Oportunistas (O)*: grupo de especies generalistas, poco competitivas que se encuentran presente en habitas donde la dominancia conductual es baja. Son predominantes en sitios con un alto nivel de estrés y disturbio.
6. *Myrmicinae Generalistas (MG)*: grupo cosmopolita de hormigas muy abundante que habitan en climas cálidos, resisten mejor el disturbio y estrés predominando en estos ambientes.
7. *Depredadoras Especialistas*: se caracterizan por su tamaño mediano y grande, presentan poca interacción con otras especies de hormigas debido a sus dietas especialistas, forrajean solitariamente o en grupos pequeños, con densidades usualmente bajas.

De acuerdo con Fontanla & Alfonso-Simonetti (2018) los grupos funcionales son grupos de especies que son similares en estrategias de vida y rasgos ecológicos, que influyen de manera similar en el ecosistema. Frecuentemente los hábitats perturbados por actividades antropogénicas son invadidos por especies exóticas, y se encuentran generalmente dominados por especies generalistas y oportunistas. Por otra parte, en los ecosistemas con perturbaciones naturales ciertas especies de hormigas nativas son resistentes por tener una mejor adaptación a las condiciones nativas (Mendoza-Pilar, 2016).

3.7 Gremios tróficos

La idea de que las comunidades animales pueden estar estructuradas en forma de gremios fue planteada inicialmente por Roth en 1967, haciendo referencia a grupos de especies que explotan los mismos recursos para su subsistencia de manera muy similar. Es un concepto donde se asocian las similitudes y diferencias en las maneras en que una especie explota los recursos, o comparten características y respuestas a impactos ambientales. Esto puede incluir diferentes aspectos ecológicos: relación en su taxonomía, preferencias de hábitat y alimentos, tolerancia ambiental y sus interacciones de comportamiento con otras especies (Ahuatzin et al., 2019).

Dado que las hormigas emplean una gran variedad de técnicas de forrajeo y poseen una amplia diversidad para ocupar nichos espaciales y temporales; nace la necesidad de clasificarlas en gremios tróficos. De acuerdo con (Castro-Souza et al., 2019) la separación de gremios llega a simplificar la comunidad de hormigas y puede facilitar la comprensión de los patrones ecológicos. De acuerdo con (Arenas-Clavijo & Armbrrecht, 2018) los gremios tróficos son divididos en 11 grupos de gremios tróficos que son considerados para el presente estudio se presenta en el cuadro “2”

Las hormigas son consideradas buenos bioindicadores ecológicos y poseen una amplia gama de gremios tróficos y grupos funcionales dado su participación en diferentes estratos del ecosistema. Son utilizados ampliamente en estudios de monitoreo y recuperación de hábitats, de bioindicadores de perturbación.

Cuadro 2. Listado de gremios tróficos de hormigas considerados en el presente estudio (Arenas-Clavijo & Armbrecht, 2018).

Código	Descripción del gremio	Especies
A	Omnívoras de suelo y hojarasca	<i>Pheidole</i> spp., <i>Solenopsis</i> spp., <i>Wasmania</i> spp., <i>Linepithemas</i> spp., <i>Cardiocondyla</i> spp., <i>Nesomyrmex asper</i> , <i>Temnothorax subditivus</i> .
B	Depredadoras poneromorfas generalistas de suelo y hojarasca	<i>Odontomachus chelifer</i> , <i>Ectatomma</i> <i>ruidum</i> , <i>Neoponera verenae</i> , <i>Neoponera</i> <i>aenescens</i> , <i>Pachycondyla</i> <i>impressa</i> , <i>Gnamptogenys striatula</i>
C	Oportunistas de suelo y vegetación	<i>Camponotus</i> spp., <i>nylanderia</i> spp., <i>Brachymyrmex</i> spp., <i>Dorymyrmex brunneus</i>
D	Cultivadoras de hongo a partir de hojas cortadas	<i>Atta cephalotes</i>
E	Cultivadoras de hongo a partir de detritus de artrópodos	<i>Cyphomyrmex</i> spp., <i>Mycocepurus smithii</i> , <i>Apterostigma pilosum</i>
F	Myrmicinas crípticas depredadoras especializadas	<i>Strumigenys</i> spp., <i>Acanthognathus</i> <i>ocellatus</i> , <i>Octostruma balzani</i>
G	Depredadoras poneromorfas crípticas	<i>Hypoponera</i> spp., <i>Heteroponerainca</i> , <i>Rasopone</i> <i>ferruginea</i> , <i>Neoponera crenata</i> , <i>Discothyrea</i> <i>denticulata</i>
H	Especialistas crípticas del suelo	<i>Acropyga</i> spp., <i>Tranopelta gilva</i>
I	Especies nómadas	<i>Eciton burchellii foreli</i> , <i>Labidusspp.</i> , <i>Neivamyrmex adnepos</i>
J	Omnívoras arbóreas que ocasionalmente forrajea en estratos más bajos	<i>Crematogaster</i> spp., <i>Aztecasp.</i> , <i>Myrmelachista</i> <i>zeledoni</i> , <i>Procryptocerus</i> spp., <i>Cephalotes</i> <i>minutus</i>
K	Pseudomyrmecinas	<i>Pseudomyrmex</i> spp.

IV. JUSTIFICACION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La pérdida de la biodiversidad como resultado del cambio de uso de suelo y el cambio climático es actualmente una de las mayores amenazas que enfrentan los ecosistemas naturales. El área natural protegida parque estatal “El Refugio” es un área destinada a la preservación, regeneración, propagación, aclimatación, reproducción de especies de flora nativa, así como investigación para la recuperación del hábitat que es refugio de la fauna silvestre (POE, 2019). Debido a esto y a que no existen, estudios, para la obtención de información relevante que permita detectar de manera temprana las alteraciones en el estado actual del parque estatal “El Refugio”, es necesario el desarrollo de estudios que describan las características estructurales y de composición que presentan las comunidades de organismos que se establecen ambientes que sufren disturbio.

Realizar estudios especializados para conocer el estado actual de un área o ecosistema llega a ser altamente costoso, y requiere la utilización de instrumentos especializados, por lo cual es necesario la identificación de herramientas que evalúen los cambios en el medio ambiente de forma confiable y rentable. Numerosos estudios han demostrado que el uso de especies indicadoras como una herramienta para la evaluación de restauración y rehabilitación de ecosistema es rentables y fiable para detectar y mitigar los impactos de la degradación de ecosistemas. Por otra parte, se ha demostrado positivamente el uso de las hormigas como bioindicadores ambientales, evaluando su respuesta ecológica a la perturbación puesto que se puede aplicar en diferentes áreas o ecosistemas para conocer su estado actual. Debido a que las hormigas son organismos altamente abundantes, relativamente fáciles de estudiar, tienen una respuesta a estresores ambientales y son particularmente susceptibles a efectos de la pérdida y fragmentación del ecosistema son utilizadas como bioindicadores para evaluar la respuesta ecológica a la perturbación (Chanatasig-Vaca, 2011). De acuerdo con Mendoza-Pilar (2016) las actividades antropogénicas tienen efectos perjudiciales sobre las comunidades de hormigas provocando de esta

manera la disminución de especies, favoreciendo la proliferación de especies de hormigas exóticas que ocasionan la disminución o desaparición de especies nativas.

Se realizará un monitoreo estandarizado que nos ayude examinar la riqueza de hormigas nativas y exóticas. Para revisar el estado actual de las comunidades de hormigas nativas del parque y explorar su rol ecológico para conocer si estas han tenido un impacto negativo por la presencia de hormigas exóticas invasoras. Al Identificar y analizar las especies encontradas en diferentes áreas con diferentes grados de perturbación se contribuirá a detectar la existencia de especies o grupos funcionales de hormigas que pueden utilizarse como bioindicadores.

La realización de presente estudio establecerá un punto de partida para el conocimiento de la comunidad de hormigas que se encuentran en el parque estatal “El Refugio” y de esta manera la identificación de especies o grupos de especies que podrían ser utilizados como bioindicadores ambientales. En un futuro se podría implementar un protocolo de monitoreo que, proporcionaría información ecológica, de abundancia y diversidad, para así conocer el estado de las áreas perturbadas y conservadas, para de esta manera contribuir para la toma de decisiones en el manejo y conservación de la diversidad del parque estatal.

V. HIPÓTESIS

La evaluación de la composición de las comunidades de especies de hormigas permitirá probar la siguiente relación entre variables: a menor riqueza y diversidad de especies de hormigas en un ecosistema mayor perturbación del ambiente, que propicia el incremento y proliferación de especies generalistas dominantes con potencial invasor.

VI. OBJETIVO GENERAL

Identificar y analizar las comunidades de especies de hormigas nativas y exóticas invasoras en zonas conservadas y perturbadas del parque estatal “El Refugio”, Tamaulipas, México, así como explorar el rol ecológico de las especies de hormigas en el hábitat estudiado para su utilización como indicadores ecológicos y ambientales.

Objetivos específicos

- Examinar la riqueza de hormigas en diferentes sitios del Área Natural Protegida “El Refugio” y elaborar un listado de especies para incrementar el conocimiento sobre su distribución.
- Evaluar en el Parque “El Refugio” en el municipio de Victoria, Tamaulipas el efecto de las hormigas exóticas invasoras sobre la diversidad de hormigas.
- Detectar la existencia de especies o grupos funcionales de hormigas indicadoras de perturbación o degradación del ambiente.

VII. METODOLOGÍA

7.1 Área de estudio

El parque “El Refugio”, fue declarado el 30 de abril de 2015 como Área Natural Protegida con la categoría de Parque Estatal, se encuentra localizado en el municipio de Victoria, Tamaulipas entre 23°43'42.1"N y 99°07'18.3"W, al este y norte del Museo de Historia Natural TAMUX, en una elevación de 316 m.s.n.m. Con una superficie de 28.1 hectáreas que resguarda más de 400 especies de flora y fauna. Alberga especies como Conejo Serrano (*Sylvilagus floridanus*), Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*), ardillas vientre rojo (*Sciurus aureogaster*), liebres, tortugas, Serpiente cascabel de diamantes (*Crotalus atrox*) y una amplia variedad de aves como el carpintero mexicano (*Dryobates scalaris*), Tecolote Bajeño (*Glaucidium brasilianum*), colibrí garganta Rubí (*Archilochus colubris*), cardenal rojo (*Cardinalis cardinalis*), correcaminos norteño (*Geococcyx californianus*) entre otros (Arreola Alemón, 2016).

De acuerdo con Mora-Olivo & Martínez-Ávalos (2012) la riqueza florística de la región comprende ébanos (*Ebenopsis ebano*), mezquites (*Prosopis tamaulipana*), guajes (*Leucaena leucocephala*), anacahuita (*Cordia boissieri*), chapote (*Diospyros palmeri*), tenaza, retama, San pedro (*Tecoma stans*), vara blanca (*Quadrella incana*) huizache (*Acacia farnesiana*), cenizo (*Leucophyllum frutescens*), palma (*Sabal mexicana*) entre otras especies. Cuenta con un relicto natural del ecosistema de Matorral Espinoso Tamaulipeco, que suelen mezclarse con selvas bajas en las zonas protegidas (Mora-Olivo & Martínez-Ávalos, 2012). El matorral espinoso tamaulipeco es una variante del matorral xerófilo caracterizado por la presencia de arbustos inermes y espinosos principalmente de los géneros *Acacia*, *Cercidium*, *Leucophyllum*, *Guaiaacum*, *Opuntia*, *Prosopis*, *Castela*, *Cordia* y *Celtis* (Molina-Guerra et al., 2019).

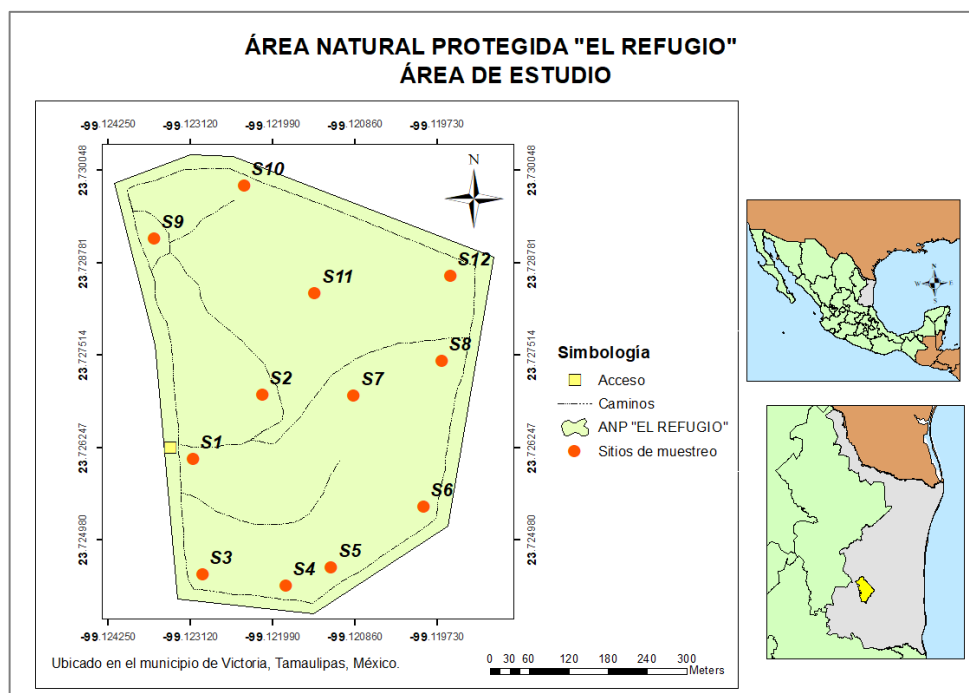


Figura 2. Mapa del área de estudio y puntos de muestreo del parque estatal “El Refugio”.

7.1.1 Clima

En el estado de Tamaulipas predomina un clima cálido, que varía fundamentalmente con respecto a tres elementos geográficos la latitud del estado, la altitud y su cercanía al Golfo de México. De acuerdo con el Instituto Nacional De Estadística y Geografía, (2020) Cd. Victoria presenta un clima Semicálido Subhúmedo con Lluvias en verano, con una temperatura media anual varía de 18°C. La precipitación promedio del estado es de 780 mm anuales, las lluvias ocurren durante los meses de junio a septiembre (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2017).

7.1.2 Uso de suelo

La zonificación es el instrumento técnico de planeación que es utilizado en el establecimiento de áreas naturales protegidas, que permite ordenar su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del terreno, de su uso actual y potencial (SEMARNAT, 2021).

El parque estatal “El Refugio” tiene como uno de sus objetivos brindar educación ambiental a los habitantes de la ciudad al mismo tiempo que brinda servicios ambientales para un sin número de visitantes, deportistas e investigadores. Por lo cual cuenta con una Zona Núcleo y una Zona de Amortiguamiento. La zona núcleo abarca una subzona de uso restringido con una superficie de 10.58 hectáreas; que es mantenida en las condiciones propicias para la conservación del ecosistema representativo del Matorral Espinoso Tamaulipeco, por lo cual no se permiten actividades que puedan llegar a casuar daños o perturbaciones.

La Zona de Amortiguamiento, se divide en tres subzonas, la subzona de recuperación, subzonas de uso al público I y II. Siendo la subzona de recuperación la segunda área más grande del parque con una superficie de 10.19 hectáreas que son designada para programas de restauración, rehabilitación y recuperación del ecosistema original debido al deterioro ambiental, resultado de las modificaciones y alteraciones causadas en el lugar.

Con una superficie de 3.33 y 4.095 hectáreas son las subzonas de uso al público I y II, las que presentan mayor afluencia en donde se permite el esparcimiento y participación social, con distintas actividades que promuevan la recreación sustentable, investigación, monitoreo del ambiente, así como la educación ambiental (POE, 2019).

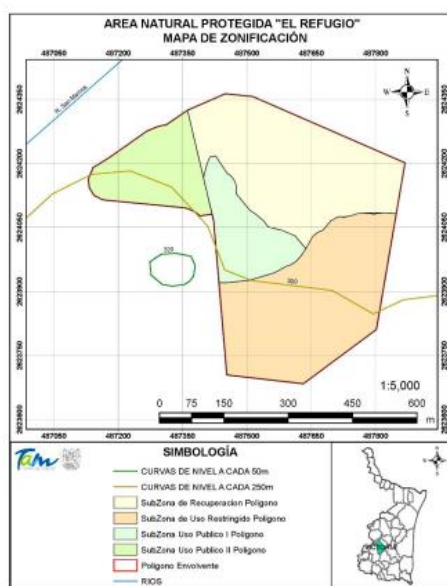


Figura 3. Zonificación del Parque Estatal "El Refugio" (POE, 2019).

7.2 Trabajo de campo

Para el desarrollo de este proyecto se eligieron de manera aleatoria doce sitios de estudio que se ubicaron geográficamente en un mapa del parque estatal “El Refugio” entre 23°43'42.1"N y 99°07'18.3"W con una distancia mínima de 20 metros de cualquier camino para evitar el efecto borde y a una distancia considerable donde no se colisionaran uno o más transectos, procurando abarcar así diferentes áreas del parque.

Se utilizó un GPS para la ubicación y marcaje de los sitios de estudio (Cuadro 3). Así mismo se colocaron dos transectos perpendicularmente a una distancia de tres metros entre sí y con longitud de 100 metros por sitio.

Cuadro 3. Coordenadas geográficas de los sitios de estudio.

Sitio	Coordenadas geográficas	Tipo de la vegetación
1	23° 43' 34.032" N -99° 7' 22.944" W	Vegetación secundaria
2	23° 43' 37.524" N -99° 7' 19.1274" W	Pastizal
3	23° 43' 27.948" N -99° 7' 22.44" W	Selva baja
4	23° 43' 28.344" N -99° 7' 15.5994" W	Selva baja
5	23° 43' 27.624" N -99° 7' 18.1914" W	Selva baja
6	23° 43' 31.08" N -99° 7' 11.532" W	Selva baja
7	23° 43' 36.9114" N -99° 7' 15.06" W	Pastizal
8	23° 43' 38.424" N -99° 7' 10.7754" W	Vegetación secundaria
9	23° 43' 42.852" N -99° 7' 24.0234" W	Vegetación secundaria
10	23° 43' 46.884" N -99° 7' 19.4514" W	Pastizal
11	23° 43' 41.9874" N -99° 7' 16.464" W	Matorral espinoso tamaulipeco
12	23° 43' 42.3474" N -99° 7' 10.344" W	Matorral espinoso tamaulipeco

Posterior a la elección y ubicación de los doce sitios de estudio se realizó una descripción del ambiente en donde se identificaron y clasificaron 4 diferentes tipos de vegetación, selva baja (SB), vegetación secundaria (VS), pastizal (P) y matorral espinoso tamaulipeco (MET). Siendo selva baja las más representadas con 4 sitios, se identificaron 3 sitios como vegetación secundaria y pastizal respectivamente, mientras el matorral espinoso tamaulipeco se identificaron solo 2 sitios.

7.2.1 Descripción de los tipos de vegetación

Matorral espinoso:

Vegetación dominada por arbustos, típica de las zonas áridas y semiáridas, el matorral espinoso tamaulipeco es una variante del matorral xerófilo caracterizado por la presencia de arbustos inermes y espinosos, principalmente de los géneros *Acacia* (s.l.), *Cercidium*, *Leucophyllum*, *Guaiaacum*, *Opuntia*, *Prosopis*, *Castela*, *Cordia* y *Celtis*. Está formado por arbustos espinosos como *Castela erecta*, *Celtis pallida*, *Havardia pallens*, *Opuntia engelmannii*, *Vachellia rigidula*, *Zanthoxylum fagaracuyas* y cuyas especies dominantes fluctúan entre los 2 y 5 m de altura (Molina-Guerra et al., 2019).

Pastizal:

Vegetación dominada por herbáceas, principalmente gramíneas. Se encuentra en todos los climas, pero principalmente en las regiones semiáridas del norte. De acuerdo con Semarnat (2012) Algunos pastos derivan de bosques o arbustos que se mantienen de forma alterada por la acción del ganado y el fuego. A éstos se les denomina pastizales inducidos. Existe la Presencia de especies de árboles como *Leucaena leucocephala*, *Prosopis tamaulipana*, y arbustos como *Citharexylum berlandieri*, *Abutilon trisulcatum*, *Amoreuxia wrightii* (Mora-Olivo & Martínez-Ávalos, 2012).

Selva baja

Las comunidades de plantas están dominadas por pequeños árboles que pierden sus hojas durante la estación seca del año. Son propias de climas cálidos con escasas precipitaciones y están ubicados en áreas muy frágiles y bajo condiciones climáticas que favorecen la desertificación (CONABIO, 2022). De acuerdo a lo que describe Mora-Olivo & Martínez-Ávalos (2012) dentro de la vegetación existente se encuentran especies de árboles como *Phyllostylon rhamnoides*, *Prosopis tamaulipana*, *Ehretia anacua*, y arbustos como *Acacia farnesiana*, *Caesalpinia mexicana*, *Citharexylum berlandieri*.

Vegetación secundaria:

La vegetación secundaria se refiere a la vegetación que se desarrolla después de haber sido perturbada por procesos (naturales o humanos) y sufrir varios cambios en la estructura y composición de las plantas que ocurren cuando las especies de plantas difieren en su respuesta a la perturbación (Jiménez et al., 2012).



Figura 4. Sitios de estudio en el Área Natural Protegida parque estatal “El Refugio”.

7.2.2 Ubicación de los sitios

Se ubicaron los sitios de muestreo mediante ordenadas geográficas con ayuda de un GPS Garmin etrex 20x (Figura 5), marcando como transecto uno a la ubicación localizada del sitio de muestreo identificándolo con una estaca y cinta amarilla (Figura 6), se marcaron dos transectos de manera paralela con una distancia de tres metros entre ambos transectos y procurando dirigirse siempre hacia el norte.



Figura 5. Ubicación de los sitios de estudio en el parque estatal “El Refugio”.



Figura 6. Delimitación y marcaje de los transectos de sitio tres, en el parque estatal “El Refugio” en Cd. victoria, Tamaulipas.

7.2.3 Muestreo y colecta

Se realizó un muestreo estandarizado en 12 sitios con diferentes tipos de vegetación, los muestreos de los sitios fueron realizados durante los meses de septiembre-noviembre del año 2021. Para cada sitio se muestrearon 2 transectos lineales y para cada transecto se establecieron 10 estaciones de muestreo separadas por 10 metros y con una distancia de 3 m entre transectos respectivamente (Figura 8), se emplearon dos técnicas de muestreo: Captura directa (manual) y trampas de cebo con un total de 40 muestras por sitio. Posteriormente se trasladaron las muestras al laboratorio para el procesamiento, montaje e identificación de las hormigas a nivel de especie. Las trampas de cebo se utilizaron para detectar la partición temporal (diurna) de la actividad de las hormigas dentro de cada comunidad de hormigas, este método favorece la detección de hormigas dominantes. Ambos metodos se emplearon para determinar la distribución espacial y temporal de las especies de hormigas invasoras y nativas (Devenish et al., 2021).

Al comenzar la colecta de cada sitio se anotaba información importante como la fecha de muestreo, el sitio, las coordenadas geográficas, la temperatura atmosférica, la hora inicial y final de la colecta en una libreta de campo.

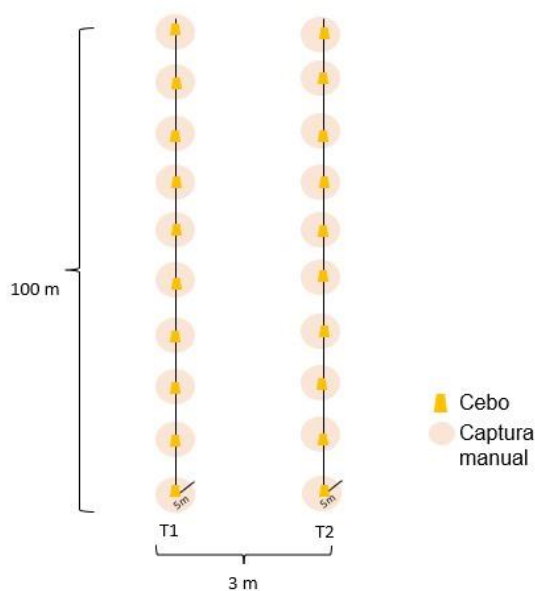


Figura 7. Representación gráfica de un sitio y métodos de colecta empleados.

7.2.4 Trampas de cebo

Se ubicó una trampa de cebo en cada estación comenzando con el transecto 1 de cada sitio. Los cebos que se utilizaron son alimentos proteicos y de solución de azúcar, atún de la marca “Tuny” y miel natural de abeja fueron los cebos que se distribuyeron de manera regular y estandarizada en las estaciones sobre un cuadro de cartulina debidamente etiquetado (Figura 9), cada trampa permaneció durante 60 minutos y después fueron recolectadas las hormigas presentes en el cebo y por debajo de este. El material que se utilizó fueron pinzas entomológicas que facilitan la recolección de hormigas, frascos de cierre hermético con alcohol absoluto debidamente etiquetados y pinceles para la captura de ejemplares medianos y pequeños.

Se utilizó el método de trampas de cebo para monitorear la actividad diurna (en términos de presencia / ausencia) de las especies y, en consecuencia, detectar la variación temporal en la estructura de la comunidad de hormigas durante el día (Devenish et al., 2021).



(a)



(b)

Figura 8. Muestreo de trampa de cebo (a) colocación de los cebos en el sitio 6 (b)

7.2.5 Captura directa

Consistió en la recolección de hormigas de manera directa, durante lapsos de 30 minutos por estación, en un radio de 5 m a la redonda (Figura 8). Examinando ramas secas, troncos, deja bajo de pierdas, en la vegetación y hojarasca.

Este método permitió recolectar muestras de mirmecofauna arbórea, principalmente aquellas especies que se encontraran en una altura menor a 2 m (Toro A. & Ortega , 2010). El material que se utilizó fue pinzas entomológicas que facilitan el acceso a sitios de complejo acceso, frascos de cierre hermético con alcohol absoluto debidamente etiquetados.



Figura 9. Método de colecta directa.

7.3 Trabajo de gabinete

Las muestras colectadas en campo se preservaron en viales de alcohol absoluto (Figura 10), que posteriormente fueron procesadas en el laboratorio para el montaje de algunos especímenes que conformaran una colección de formícidos, según Sarmiento (2003) la determinación taxonómica de las hormigas se facilita si estas están montadas en alfiler con triangulo , la identificación se realizó a través del correcto montaje de los ejemplares con ayuda del estereoscopio y se utilizaron claves taxonómicas (Mackay & Mackay, 1987) hasta el nivel de género, dentro de cada

género, los especímenes fueron identificados a nivel de especie por diferentes claves de identificación (Figura 11).



Figura 10. Muestras recolectadas en el ANP Parque estatal “El Refugio”.



Figura 11. Identificación de especies mediante el estereoscopio.

7.4 Análisis estadísticos

A las muestras obtenidas se les realizó un análisis ecológico que incluyó la estimación de la riqueza, composición y diversidad de hormigas. La diversidad de hormigas se refiere al número y distribución de individuos entre las especies de una localidad. La riqueza específica (S) se refiere al número de especies en un área dada. La eficiencia del muestreo fue evaluada empleando los estimadores no paramétricos, Chao 2 y Jackknife 1 y 2 orden, las curvas se construyeron utilizando el programa

EstimateS v.9.1.0 (Colwell, 2022), mismo programa que utilizó para calcular la diversidad alfa que es la riqueza de especies de una comunidad dada que se considera homogénea, y de esta manera comparar los atributos de la comunidad de hormiga en los diferentes sitios de estudio. La diversidad beta es el grado de cambio o sustitución en la composición de especies entre distintas comunidades en un hábitat. Para determinar el nivel de similitud entre los sitios de estudio conforme su composición de especies, se calculó el índice de Jaccard (IJ), que expresa el grado de similitud o disimilitud entre los sitios, se utilizó el programa PAST 4.11 (Hammer, 2001) y con los resultados obtenidos se construyeron dendrogramas de similitud con la técnica de ligamiento UPGMA (Método de Agrupamiento de Pares no Ponderados usando Medias Aritméticas).

Para conocer el efecto de la hormiga exóticas invasoras sobre la diversidad de hormigas nativas del Área Natural Protegida parque estatal “El Refugio” se analizaron 2 conjuntos de sitios, los sitios con presencia de *P. longicornis* (1,3,8,9) dichos sitios presentaban perturbación por actividades antropogénicas y los sitios sin presencia de la especie (4,5,11,12), se realizó el análisis a 320 trampas de cebo/captura manual. Así mismo se analizó el conjunto de sitios con presencia de *P. longicornis* eliminando a la especie (sitio muestra), esto permite conocer la influencia de esta hormiga en las estimaciones de diversidad en áreas infestadas. La eficiencia del muestreo fue evaluada empleando los estimadores no paramétricos, Chao 2, Bootstrao y Jackknife 1 y 2 orden, asimismo se calcularon los índices de diversidad de Shannon y Simpson para comparar sitios infestados con aquellos donde no existe presencia de la especie exótica con potencial invasor utilizando el programa EstimateS v.9.1.0 (Colwell, 2022) y se realizaron curvas de acumulación de especies que proporciona una buena estimación de la biodiversidad específica de un área y la representatividad del esfuerzo de muestreo

Para determinar especies indicadoras se agruparon los sitios de estudio de acuerdo a la vegetación presente, se utilizó el Valor Indicador de especies (IndVal) propuesto por Dufrêne & Legendre (1997) que se realizó en el programa R 3.3.1 con el paquete *indicspecies* para R (De Cáceres et al., 2022) el cual ayuda a determinar hormigas asociadas a sitios particulares a través de la ocurrencia y abundancia de las especies.

7.4.1 Estimación de la riqueza

Es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes y se reporta como el número de subfamilias, géneros y especies/morfoespecies registradas independientemente de su valor significativo. Como sugiere Moreno (2001), la forma ideal de medir la riqueza de especies es mediante un inventario completo que nos permita determinar el número total de especies (S) obtenidas.

7.4.2 Curvas y funciones de acumulación de especies

Las curvas de acumulación de especies son una herramienta útil para determinar la fiabilidad de los inventarios biológicos y evaluar su calidad. Se utiliza para determinar si el esfuerzo de muestreo aplicado tiene una estimación suficientemente confiable de la riqueza de hormigas en un ambiente dado (Mendoza-Pilar, 2016). Las curvas de acumulación de especies es el número de especies acumuladas a lo largo de una medida de esfuerzo de muestreo la cual es una representación gráfica del proceso de muestreo.

Es una herramienta potencialmente útil para analizar la riqueza de especies de diferentes muestras mediante la acumulación de especies, que muestran el número de especies que se acumulan a medida que aumenta el esfuerzo de muestreo (Moreno 2001).

El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota).

$$E(S) = 1/\ln(z) \cdot (1 + z^a x)$$

Dónde:

a: es la ordenada al origen, la intercepción en Y. Representa la tasa de incremento de la lista al inicio de

la colección.

$z = 1 - \exp(-b)$, siendo b la pendiente de la curva

x = número acumulativo de muestras

7.4.3 Estimadores no paramétricos de la riqueza

Los estimadores no paramétricos utilizan datos sobre la presencia/ausencia o abundancia de especies y se enfocan en especies menos comunes o menos abundantes, es decir, aquellas que se encuentran en solo una o dos muestras, o que tienen uno o más dos ejemplares en la muestra (Moreno, 2001; López Gómez & Williams Linera, 2006).

Chao 2

$$Chao_2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

Donde:

L = número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”)

M = número de especies que ocurren en exactamente dos muestras.

7.4.4 Estimación de la Diversidad α

La diversidad alfa se refiere a la diversidad dentro de un área o ecosistema determinado, generalmente se expresa como el número de especies. Para su medición se utilizó el índice de Shannon y el índice de Simpson. Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes y métodos basados en la estructura de la comunidad. Permite identificar las especies que, por su baja representatividad en

la sociedad, son más sensibles a las perturbaciones ambientales. La diversidad alfa se reporta utilizando el índice de Shannon y el índice de Simpson.

Shannon (H)

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

p_i : es la proporción de individuos de la i -ésima especie, valor que se estima de la relación n_i/N

n_i = es el número de individuos de la i -ésima especie N el número total de individuos en la muestra.

En donde el índice de Shannon mide la heterogeneidad de la población, indica que los valores menores a 1,5 se consideran como una diversidad baja, los valores entre 1,6 a 3 como diversidad media y los valores iguales o mayores a 3,1 como diversidad alta, por lo tanto, el índice de Simpson mide la probabilidad de que dos individuos aleatorios pertenezcan a la misma especie, se indica que entre más cercano al 1 se ubique el valor, mayor será la diversidad.

7.4.5 Estimación de la diversidad β

De acuerdo con lo descrito por Moreno (2001) la diversidad entre hábitats o diversidad beta es el grado de remplazo en que los gradientes ambientales representan especies o diversidad biológica y pueden evaluarse sobre la base de índices o coeficientes de similitud, disimilitud o distancia entre los datos cualitativos del hábitat muestreado (presencia o ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia de cada especie medida en número de individuos, biomasa, densidad).

Índices de similitud/disimilitud

Los índices de similitud/disimilitud expresan el grado en que dos muestras son similares por las especies presentes en ellas, habiendo referencia al cambio de especies en dos muestras determina el nivel de semejanza entre sitios, ambientes y

temporadas de estudio de acuerdo con su composición de especies (Mendoza-Pilar, 2016).

Coeficiente de similitud de Jaccard

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

La *disimilitud* entre muestras se calculó como

$$d = 1 - s,$$

donde: s = índice de Jaccard.

La variación del índice de Jaccard va de 0, cuando no hay especies comunes entre dos sitios, a 1, cuando ambos sitios tienen la misma composición de especies.

7.4.6 IND/VAL

De acuerdo con Martín-Regalado (2019) el método del Valor Indicador de Especies (IndVal) propuesto por Dufrêne & Legendre (1997), es el más utilizado para la selección de especies indicadoras de hábitat, el cual se basa en el grado de especificidad (exclusividad a un hábitat dado) y el grado de fidelidad (frecuencia de ocurrencia en el hábitat) de la especie. Se mide de forma independiente para cada especie y se expresa en porcentaje, se considera como una especie indicadora aquella que presente porcentajes mayores. Es útil para la biología de la conservación porque es conceptualmente simple y permite a los investigadores identificar indicadores biológicos para cualquier tipo de hábitat o áreas de interés (Martín-Regalado, 2019).

El Valor Indicador (IndVal) se calcula como:

$$\text{IndVal} = \text{Especificidad} \times \text{Fidelidad} \times 100$$

Donde:

$$\text{Especificidad} = N_{\text{ind}ij} / N_{\text{ind}i}$$

$N_{\text{ind}ij}$ = es el número promedio de individuos de la especie i en el tipo de hábitat j ,

$N_{\text{ind}i}$ = es la suma del número promedio de individuos de la especie i sobre todos los tipos de hábitat

$$\text{Fidelidad} = N_{\text{trap}ij} / N_{\text{trap}j}$$

$N_{\text{trap}ij}$ = el número de trampas en el hábitat j donde está presente la especie i ,

$N_{\text{trap}j}$ = es el número total de trampas en ese hábitat.

El valor de la ecuación proporciona en porcentaje, el valor indicador que obtiene cada especie varía entre 0% cuando no tiene condición de bioindicador, a 100% cuando la fidelidad y especificidad son perfectas. Cuanto mayor sea la especificidad y fidelidad de una especie, mayor será su abundancia de muestras de un hábitat determinado.

En donde un valor de $p < 0,05$ y un porcentaje igual o mayor al 50% permiten designar una especie como indicadora del sitio o hábitat mientras que aquellas con IndVal menor a 50% pero superior o igual a 25% se consideran especies detectoras. Las especies detectoras pueden ser más sensibles a los cambios ambientales y proporcionar información para más de un hábitat (Carmona-Jiménez et al., 2016).

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados presentados en el siguiente trabajo se obtuvieron a partir del análisis realizado en 480 unidades de muestreo, provenientes de 240 trampas de cebo y 240 trampas de captura manual en donde se incluyó la estimación de la riqueza, composición y diversidad de hormigas. Se contabilizó un total **11,606** individuos en donde se identificaron **31** especies de 5 subfamilias de hormigas las cuales se enlistan en el cuadro 4, así mismo se trabajó en un listado con características e información de cada especie. Se identificó la presencia de la hormiga exótica invasora *Paratrechina longicornis* en cuatro de los doce sitios de estudios.

Cuadro 4. Listado de las hormigas registradas en los sitios de estudio.

<i>Subfamilia</i>	<i>Especie</i>	<i>Grupo funcional</i>	<i>Estatus</i>
<i>Dolichoderinae</i>	<i>Dorymyrmex insanus</i> (Buckley, 1866)	Oportunista	Nativa
	<i>Forelius damiani</i> (Guerrero & Fernández, 2008)	Dolichoderinae Dominantes	Nativa
	<i>Forelius mccooki</i> (McCook, 1880)	Dolichoderinae Dominantes	Nativa
<i>Formicinae</i>	<i>Camponotus atriceps</i> (Smith, F., 1858)	Camponitini Subordinadas	Nativa
	<i>Camponotus planatus</i> (Roger, 1863)	Camponitini Subordinadas	Nativa
	<i>Camponotus senex</i> (Smith, 1858)	Camponitini Subordinadas	Nativa
	<i>Myrmecocystus placodops</i> (Forel, 1908)	Especialistas de clima cálido	Nativa
	<i>Nylanderia</i> sp.	Oportunista	Nativa
	<i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille, 1802)	Oportunista	Exótica invasora
<i>Myrmicinae</i>	<i>Atta mexicana</i> (Smith, 1858)	Especialistas de Clima tropical	Nativa
	<i>Trachymyrmex arizonensis</i> (Wheeler, W.M., 1907)	Especialistas de Clima tropical	Nativa
	<i>Cephalotes texanus</i> (Santschi, 1915)		Nativa
	<i>Pheidole</i> sp. 1	Myrmicinae Generalistas	Nativa
	<i>Pheidole</i> sp. 2	Myrmicinae Generalistas	Nativa

			Nativa
	<i>Pheidole constipata</i> (Wheeler, WM, 1908)	Myrmicinae Generalistas	
	<i>Pheidole</i> sp. 4	Myrmicinae Generalistas	Nativa
	<i>Pheidole floridana</i> (Emery, 1895)	Myrmicinae Generalistas	Nativa
	<i>Pheidole</i> sp. 6	Myrmicinae Generalistas	Nativa
	<i>Pheidole</i> sp. 7	Myrmicinae Generalistas	Nativa
	<i>Pheidole</i> sp. 8	Myrmicinae Generalistas	Nativa
	<i>Crematogaster atra</i> (Mayr, 1870)	Myrmicinae Generalistas	Nativa
Myrmicinae	<i>Crematogaster opaca</i> (Mayr, 1870)	Myrmicinae Generalistas	Nativa
	<i>Tetramorium spinosum</i> (Pergande, 1896)	Oportunistas	Nativa
	<i>Pogonomyrmex barbatus</i> (Smith, 1858)	Especialistas de clima cálido	Nativa
	<i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius, 1804)	Especialistas de Clima tropical	Nativa
	<i>Hypoponera opacior</i> (Forel, 1893)	Especie críptica	Nativa
Ponerinae	<i>Odontomachus clarus</i> (Roger, 1861)	Depredadoras especialistas	Nativa
	<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	Depredadoras especialistas	Nativa
			Nativa
	<i>Pseudomyrmex caeciliae</i> (Forel, 1913)	Especialistas de Clima tropical	
	<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)	Especialistas de Clima tropical	Nativa
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex pallidus</i> (Smith, F., 1855)	Especialistas de Clima tropical	Nativa

Los grupos funcionales clasifican a las especies de hormigas de acuerdo con el comportamiento ecológico que exhiben ante eventos de estrés y perturbación. De las 31 especies registradas 30 se agruparon en 8 grupos funcionales (Fig. 12). El grupo de mirmicinas generalistas (MG) fue el mejor representado con 10 especies, seguido por especialistas de clima tropical (ECT) con 6 especies y oportunistas (O) con 4. Los grupos menor representados fueron las Camponotini subordinadas (CS) con 3 especies y los grupos de Dolichoderinas dominantes (DD), Especialistas de clima cálido (ECC) y Depredador Especialista (DE) con 2 especies respectivamente, así mismo el grupo de especies crípticas (C) presentó una sola especie y *Cephalotes texanus* no pudo ser asignada a un grupo funcional.

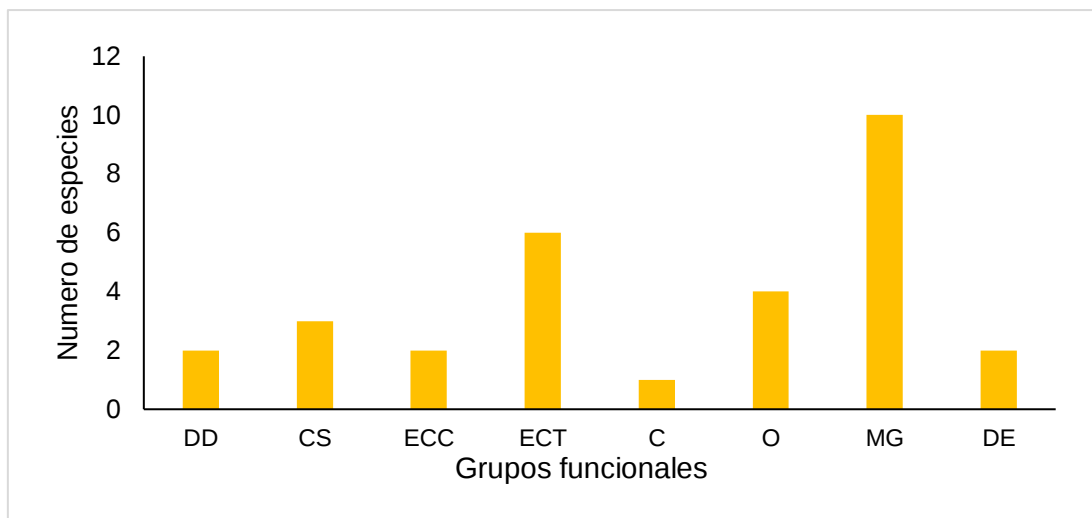


Figura 12. Riqueza de especies por grupo funcional de hormigas. **DD:**Dolichoderinae Dominante, **CS:** Camponotini Subordinada, **ECC:** Especialista de Clima Calido, **ECT:** Especialista de Clima Tropical, **C:**Especies Cripticas, **O:** Oportunista, **MG:** Myrmicinae Generalista, **DE:** Depredador Especialista.

La subfamilia mejor representada fue *Myrmicinae* con 16 especies y las subfamilias *Dolichoderinae*, *Ponerinae* y *Pseudomyrmecinae* fueron las menos representadas con 3 especies respectivamente (Fig. 13).

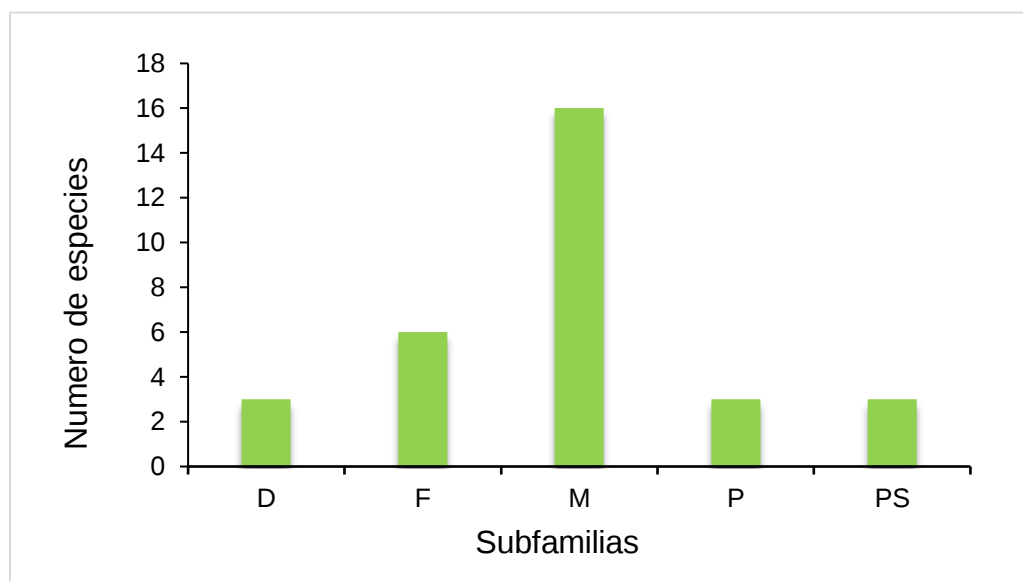


Figura 13. Número de especies identificadas por subfamilias Dolichoderinae (D), Formicinae (F), Myrmicinae (M), Ponerinae (P) y Pseudomyrmecinae (PS).

Cuadro 5. Especies de hormigas registradas por sitios.

Especies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	FI
<i>Dorymyrmex insanus</i>	*	*	*	*	*		*	*		*	*	*	10
<i>Forelius damiani</i>	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	10
<i>Forelius mccooki</i>	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	11
<i>Camponotus atriceps</i>	*					*	*	*	*				5
<i>Camponotus planatus</i>	*		*	*	*	*		*					6
<i>Camponotus senex</i>									*				1
<i>Myrmecocystus placodops</i>									*				1
<i>Nylanderia sp</i>	*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	10
<i>Paratrechina longicornis</i>	*		*					*	*				4
<i>Atta mexicana</i>			*	*	*	*							4
<i>Cephalotes texanus</i>								*					1
<i>Trachymyrmex arizonensis</i>	*				*		*		*	*			5
<i>Pheidole sp. 1</i>			*	*	*	*	*	*	*				7
<i>Pheidole sp. 2</i>	*		*	*	*								4
<i>Pheidole sp. 3</i>	*	*	*	*	*		*			*	*		8
<i>Pheidole sp. 4</i>	*	*		*	*	*	*	*		*			8
<i>Pheidole sp. 5</i>		*	*	*		*	*			*	*		7
<i>Pheidole sp. 6</i>	*											*	2
<i>Pheidole sp. 7</i>										*			1
<i>Pheidole sp. 8</i>			*			*	*	*		*	*		6
<i>Crematogaster atra</i>			*	*	*	*	*	*			*	*	8
<i>Crematogaster opaca</i>	*					*							2
<i>Tetramorium spinosum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*				9
<i>Pogonomyrmex barbatus</i>		*	*				*	*	*	*		*	7
<i>Solenopsis geminata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12
<i>Hypoponera opacior</i>		*											1
<i>Odontomachus clarus</i>		*											1
<i>Pachycondyla harpax</i>	*						*						2
<i>Pseudomyrmex caeciliae</i>					*			*					2
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>			*					*					2
<i>Pseudomyrmex pallidus</i>			*		*							*	3
PS	16	12	18	12	16	14	16	16	11	11	9	9	

FI= Frecuencia de incidencia, **PS**= Presencia totales por sitios

En cuanto a la riqueza de especies presente en los doce sitios de estudio (cuadro 5) se observó que el sitio 3 fue el que presentó una mayor riqueza de especies (18),

mientras que los sitios con menor riqueza fueron los sitios 11 y 12 con solo (9) especies respectivamente, así mismo los sitios 1,5, 7 y 8 presentaron una riqueza de 16 especies, para los sitios 2 y 4 se observaron 12 especies.

La especie con mayor incidencia fue *Solenopsis geminata* que estuvo presente en los 12 sitios de estudio, seguida por *Forelius mccoocki* registrada en 11 sitios, *Dorymyrmex insanus*, *Forelius damiani* y *Nylanderia sp* fueron colectadas en 10 sitios, las especies con menor incidencia fueron *Camponotus senex* y *Myrmecocystus placodops* ambas presentes solo en el sitio 9, *Cephalotes texanus* se identificó únicamente en el sitio 8, así mismo *Hypoponera opacior* y *Odontomachus clarus* fueron registradas solo en el sitio 2 y el único registro de la especie *Pheidole sp.7* fue para el sitio 10 (Fig. 14).

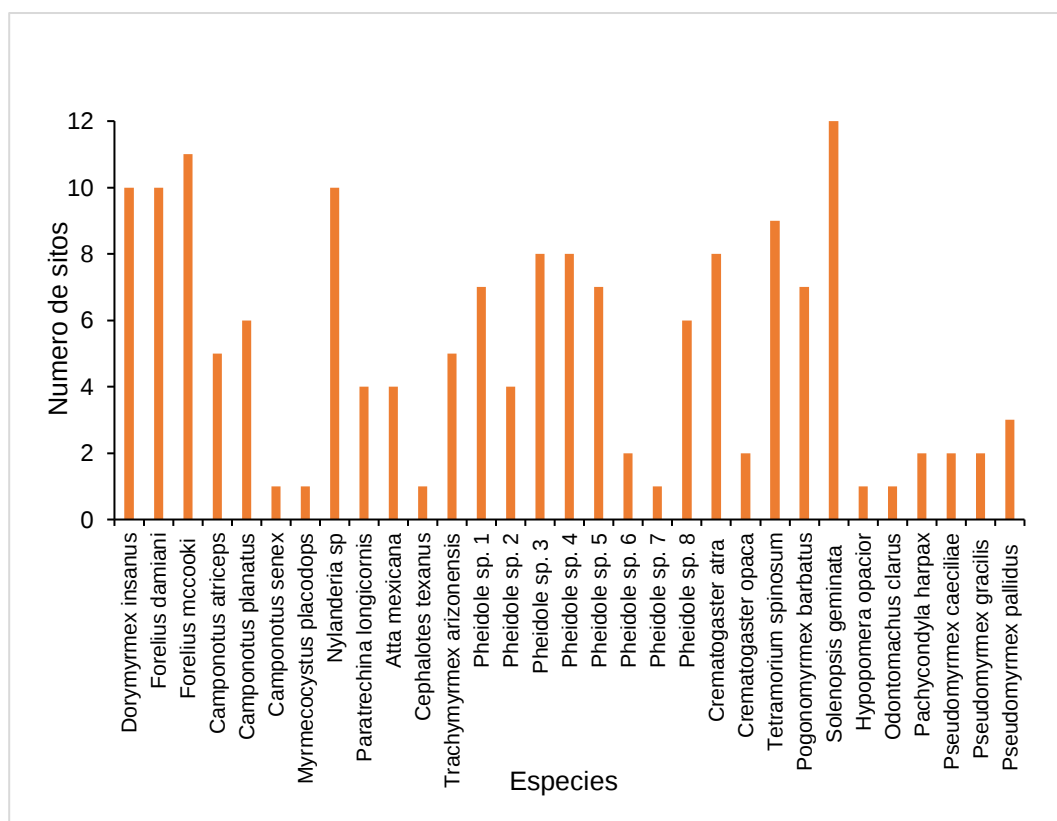


Figura 14. Frecuencia de incidencia de las especies presentes en el estudio.

8.1 Curvas de acumulación

En total se observaron 31 especies de hormigas y se estima que se puede llegar a coleccionar 33 especies, lo cual corresponden a un esfuerzo de 94.879% que se considera un esfuerzo de muestreo aceptable. La curva de acumulación de especies mostró que no se logró alcanzar una asíntota.

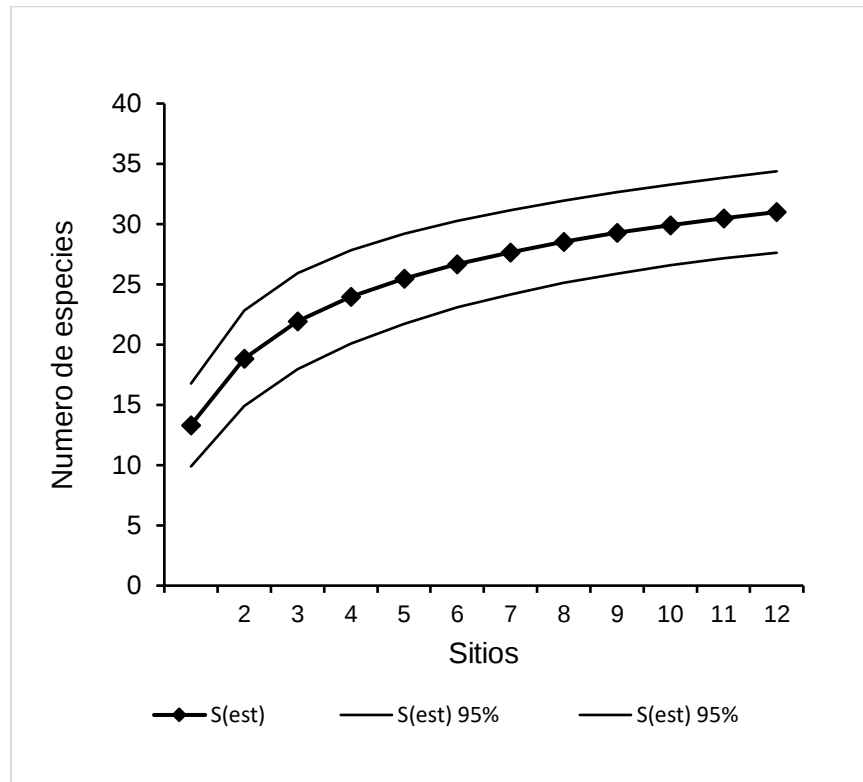


Figura 15. Curva de acumulación de especies del sitio de estudio.

8.2 Diversidad alfa

El índice de Shannon indica que el parque estatal “El Refugio” presenta una diversidad media y el índice de Simpson señala que presenta una diversidad alta (cuadro 6).

Cuadro 6. Índices de diversidad y estimadores no paramétricos.

	Riqueza(S)	Chao 2	Bootstrap	Jack 1	Jack 2	media	Prom.	Ind. Shannon	Ind. Simpson
ANP “El Refugio”	31	33.29	33.73	36.5	37.71	32.673	94.879	2.4925	0.8303

Los estimadores no paramétricos Chao 2, Bootstrap, Jackknife de 1 y 2 orden son un conjunto de estimadores de riqueza en el sentido estadístico, que no asumen un tipo de distribución del conjunto de datos, no se ajustan a un patrón determinado y utilizan datos de presencia-ausencia.

Cuadro 7. Estimadores de riqueza por sitios.

Sitios	S(est)	riqueza	Chao 2	Bootstrap	Jack 1	Jack 2
1	13.33	31	13.39	13.39	13.39	0
2	18.86	31	23.21	22.01	24.84	24.84
3	21.93	31	25.84	25.23	28.4	30.24
4	23.96	31	27.82	27.09	30.21	32.19
5	25.47	31	30.1	28.57	31.79	34.14
6	26.66	31	31.95	29.78	33.02	35.56
7	27.66	31	33	30.6	33.84	36.57
8	28.52	31	33.56	31.43	34.66	37.37
9	29.27	31	34.43	32.36	35.7	38.55
10	29.92	31	34.47	32.91	36.15	38.75
11	30.5	31	34.12	33.32	36.36	38.45
12	31	31	33.29	33.73	36.5	37.71

En cuanto a los índices de Shannon y Simpson (1-D) para cada uno de los sitios de estudio (Cuadro 8) se establece que los sitios de estudio presentan una **diversidad media**, el sitio 5 presentó los valores más altos para el índice de Shannon, seguido por los sitios 8,1,3,7, 6 y 11 todos con valores superiores a 2, los valores más bajos fueron para el sitio 10 y 12 con 1.7 respectivamente. Para el índice de Simpson (1-D)

los sitios 10 y 12 presentaron una diversidad media, mientras que el resto de los sitios presentó una **diversidad alta** siendo el sitio 5 el que tiene una mayor diversidad.

Cuadro 8. Índices de diversidad por sitios.

Sitios	Shannon	Simpson_1-D
1	2.368	0.8707
2	1.952	0.7783
3	2.364	0.8662
4	1.913	0.797
5	2.616	0.9133
6	2.207	0.8476
7	2.334	0.858
8	2.46	0.8954
9	1.929	0.7798
10	1.742	0.7532
11	2.016	0.8521
12	1.752	0.7527

8.3 Diversidad beta

Se observa en el cuadro 9 que los sitios 4 y 5 presentan los valores de similitud más altos, al igual que los sitios 5 y 3. Por el contrario, los sitios 9 y 4, y los sitios 9 y 11 presentan una mayor disimilitud conforme a la composición de especies entre sitios. El sitio 9 presenta valores altos de disimilitud en contraste con el resto de los sitios al igual que el sitio 12.

Cuadro 9. Índice de Jaccard para los sitios de estudio.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
S1		0.4	0.416	0.4	0.523	0.428	0.523	0.391	0.35	0.35	0.315	0.315
S2			0.428	0.411	0.4	0.368	0.555	0.333	0.277	0.533	0.5	0.4
S3				0.578	0.619	0.523	0.545	0.545	0.318	0.380	0.5	0.421
S4					0.647	0.529	0.473	0.4	0.15	0.277	0.4	0.235
S5						0.5	0.523	0.454	0.285	0.35	0.388	0.388
S6							0.578	0.5	0.315	0.315	0.437	0.277
S7								0.523	0.421	0.588	0.562	0.388
S8									0.35	0.285	0.315	0.315
S9										0.294	0.176	0.25
S10											0.538	0.333
S11												0.5
S12												

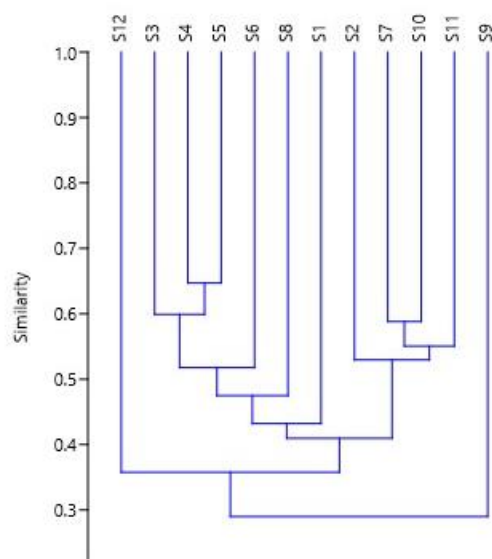


Figura 16. Dendrograma de similitud entre los sitios de estudio (índice de Jaccard).

8.5 Especies exóticas invasoras

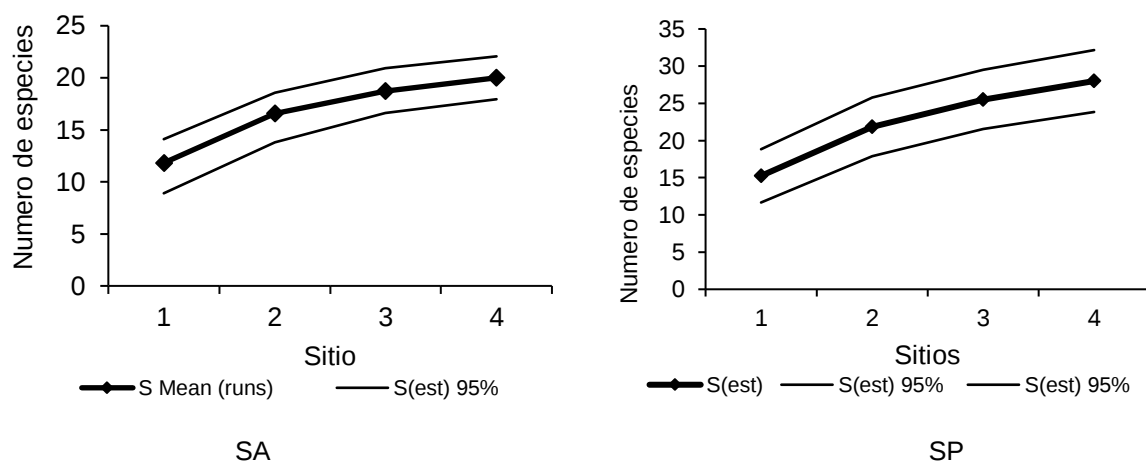
Del acuerdo con el muestreo se identificó únicamente la presencia de la especie exótica con potencial invasor *Paratrechina longicornis* presente en cuatro de los doce sitios de estudio. Los sitios con ausencia (SA) presentaron una riqueza de 20 especies y se estima que se puede llegar a recolectar hasta 21 especies por lo tanto se observa una completitud del 95.359% del muestreo. En los sitios con presencia (SP) se colectaron 28 especies y se estima que se puede llegar a coleccionar 32 especies, con el muestreo realizado se observa un esfuerzo de muestreo de 91.460%. En los 3 conjuntos de datos se logró un esfuerzo de muestreo mayor al 90%, siendo considerado un muestreo aceptable.

Cuadro 10. Estimadores paramétricos de los sitios de estudio.

Sitio	Especies observadas	Chao2	Bootstrap:	Jackknife 1:	Jackknife 2:	media	%de complitud
SA	20	20.83	22.09	23.75	23.58	20.973	95.359
SP	28	32.21	31.63	35.5	38.16	30.613	91.463
SM	27	31.22	30.63	34.5	37.17	29.616	91.164

SA: Sitios con ausencia de *Paratrechina longicornis*, **SP:** sitios con presencia, **SM:** sitios muestra.

Las curvas de acumulación de especies (Fig. 17) indican que tanto en los sitios con presencia como en los sitios con ausencia no se alcanza una asíntota. El esfuerzo de muestreo fue más representativo para sitios con ausencia, que en áreas infestadas con la presencia de la especie exótica.



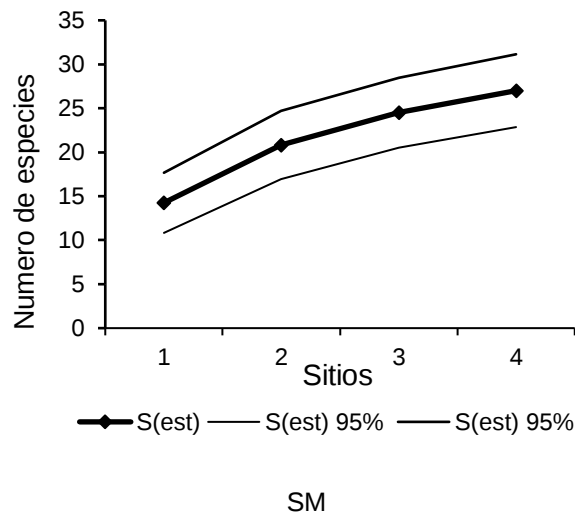


Figura 17. Curvas de acumulación de especies para sitios con ausencia (SA) y Sitios con presencia (SP) de la especie exótica invasora; así como del sitio muestra.

Se utilizaron los índices de diversidad de Shannon y Simpson (Cuadro 10) para comparar los sitios con presencia con aquellos donde *P. longicornis* estaba ausente y de esta manera conocer el estado actual de las mirmecofauna en los sitios de interés, en los 3 conjuntos de sitios se obtuvo una diversidad media, y se observó que en los sitios con presencia de la especie exótica *P. longicornis* el índice de Shannon fue ligeramente mayor en comparación con los sitios con ausencia, de igual manera el índice de Simpson fue mayor para los sitios con presencia y el sitio muestra.

Lo anterior indica que no existe un efecto significativo entre los sitios con presencia de la especie exótica de los sitios sin la presencia de la especie, por consiguiente, no se observó un impacto negativo sobre la comunidad de especies nativas.

Cuadro 11. Índices de diversidad de los sitios con presencia y ausencia de la especie exótica.

Sitios	Simpson_1-D	Shannon_H
SA	0.828775	2.07425
SP	0.853025	2.28025
SM	0.845325	2.21275

8.6 Especies indicadoras (Ind/val)

En el análisis de especies indicadoras realizado se identificaron 2 especies con valor indicador significativo mayor al 50 % ($p < 0.05$) y 4 especies detectoras. Dichas especies se enlistan en el cuadro 11 que ubica a las especies asociadas a los tipos de vegetación del presente estudio (Cuadro 12).

Cuadro 12. Valor indicador Ind/Val.

Vegetación	Especies	Ind/val	P valor
MET	<i>Dorymyrmex insanus</i>	0.666	0.005
	<i>Nylanderia</i> sp.	0.281	0.010
SB	<i>Tetramorium spinosum</i>	0.719	0.005
	<i>Atta mexicana</i>	0.358	0.005
	<i>Pheidole</i> sp. 1	0.310	0.010
P	<i>Odontomachus clarus</i>	0.296	0.005
VS	<i>Paratrechina longicornis</i>	0.214	0.030
	<i>Myrmecocystus placodops</i>	0.209	0.005
	<i>Camponotus atriceps</i>	0.203	0.010

MET: Matorral espinoso Tamaulipeco, SB: Selva baja, P: Pastizales,

VS: Vegetación secundaria.

De acuerdo con esto *D. insanus* fue identificada para la vegetación de matorral espinoso tamaulipeco (MET) y *T. spinosum* para selva baja (SB) ambas pertenecen al grupo de especies generalistas, no competitivas, están presentes en hábitats donde el dominio del comportamiento es bajo y son predominantes en sitios con un nivel alto de estrés y perturbación, esto coincide en su clasificación como especies indicadoras.

Se identificó a *Nylanderia* sp. como una especie detectora de la vegetación de matorral espinoso Tamaulipeco (MET), y a *Pheidole* sp.1, *A. mexicana* de la vegetación de selva baja (SB) al igual que a *O. clarus* para vegetación de pastizal (P).

Discusión

En este trabajo se identificaron 31 especies de 5 subfamilias de hormigas, con base en la información registrada por Flores-Maldonado et al., (2021) esta riqueza equivale al 16 % de la diversidad mirmecológica registrada para Tamaulipas, México. La subfamilia mejor representada fue *Myrmicinae* con 16 especies de 8 géneros, esto es consistente con gran parte de los estudios sobre la mirmecofauna, en donde se reporta que la subfamilia *Myrmicinae* incluye el mayor número de géneros y especies (Rodríguez de León et al., 2019). Siendo el género *Pheidole* el mejor representado con 8 especies cabe destacar a que es un género hiperdiverso con más de 1.000 especies descritas a nivel mundial por lo que está presente en prácticamente cualquier entorno. *Solenopsis geminata* fue la hormiga más abundante y de acuerdo con García Martínez et al. (2013) su abundancia se debe a que es una especie generalista y oportunista, muy abundante en áreas más abiertas como zonas urbanas, pastizales y en diferentes cultivos; mientras que *Cephalotes texanus*, *Hypoponera opacior*, *Camponotus senex* y *Pheidole* sp.7 se identificaron con un único registro. Esto puede deberse a que estas especies presentan hábitos alimenticios distintos, sean especies con unos pocos individuos, que sea dificultoso colectarlas o que se ubican en doseles de los árboles para lo cual se requiere implementar otras técnicas de muestreo para hormigas arbóreas.

La eficiencia de muestreo observada indica que fue posible recolectar una 94 % de las especies de hormigas que componen la comunidad estudiada, se sugiere continuar con el muestreo para incrementar al máximo el listado de las especies. De acuerdo con los índices de diversidad Shannon y Simpson el ANP Parque estatal “El Refugio” presentó una diversidad media sobre la mirmecofauna, considerando que el parque se encuentra dentro de una zona urbana presenta una diversidad importante. De acuerdo con Arenas et al. (2015), los estimadores e índices de diversidad y sus comparaciones muestran que la diversidad disminuye al pasar de un entorno menos perturbado a otro muy perturbado. Esto apoya la información obtenida sobre los 12 sitios de estudio, en donde los sitios 2, 4, 9, 10 y 12 presentan los menores valores de los índices de diversidad, esto debido a que las hormigas presentan una gran sensibilidad al cambio ambiental. La anterior evidencia apoya la hipótesis de que a menor riqueza y

diversidad de especies de hormigas en un ecosistema mayor perturbación del ambiente. A pesar de no existir diferencias significativas entre los sitios con el mismo uso de suelo, se observó una mayor riqueza y diversidad de especies entre los sitios 3, 5 y 6, en comparación con el sitio 4 el que presentó una menor diversidad y riqueza de especies.

Respecto a la diversidad beta se comprobó mediante el análisis del índice de Jaccard que se presenta una similitud máxima de 64% entre los sitios 4 y 5 debido a que ambos sitios presentan una vegetación de selva baja llegan a compartir especies en común. Los sitios que presentaron un mayor porcentaje de disimilitud fueron el sitio 9 (vegetación secundaria) y el sitio 4 perteneciente a selva baja, así como al sitio 11 que constituye parte de la vegetación de matorral espinoso tamaulipeco. Cabrera-Córdoba (2020) indica que los bajos valores de similitud entre sitios se deben al patrón de distancia, en donde, cada hábitat posee ciertas condiciones ambientales por lo que existe la separación de especies con diferentes características morfológicas. A mayor número de barreras, la similitud disminuye en comparación con sitios topográficamente diferentes, esto concuerda con los bajos valores de similitud entre sitios con diferente vegetación.

Se identificó únicamente la presencia de la especie exótica con potencial invasor *Paratechna longicornis* en 4 de los 12 sitios de estudio. Esta especie es muy adaptable y vive tanto en hábitats muy secos como bastante húmedos, generalmente se encuentra en áreas muy perturbadas. Es una especie oportunista, tiene la capacidad de encontrar comida rápidamente. Por lo tanto, representa un riesgo potencial para la biodiversidad de la fauna nativa, ya que es capaz de desplazar a otras hormigas y posiblemente a otros invertebrados. Es muy resistente y su gran capacidad para invadir diversos hábitats la convierte en una seria amenaza. Mendoza-Pilar (2016) observó que las actividades antropogénicas tienen efectos perjudiciales sobre las comunidades de hormigas provocando de esta manera la disminución de especies, favoreciendo la proliferación de especies de hormigas exóticas que pueden ocasionar la disminución o desaparición de especies nativas. Esto concuerda con la identificación de *P. longicornis* solo en sitios con alta actividad antropogénica incluyendo al sitio 3 que inicialmente pertenece a la subzona de recuperación, un área designada

específicamente para programas de restauración, rehabilitación y recuperación, pero que presenta una alta actividad humana por la instalación de un área de esparcimiento social. No se observó un efecto significativo sobre la comunidad de hormigas nativas, a pesar de que el parque se encuentra en medio de zona urbana, debido a esto se asume que la especie no se está comportando de manera invasiva. Se sugiere mantener la zona monitoreada en años futuros para conocer el estado y comportamiento de la especie sobre las comunidades nativas a modo de prevención.

Se identificaron 2 especies indicadoras *Dorymyrmex insanus* y *Tetramorium. spinosum* así como 4 especies detectoras que para los tipos de vegetación de pastizal, selva baja y matorral espinoso tamaulipeco, que proporcionan información del hábitat y de los cambios en la calidad de este así como del estado actual del área. Sin embargo, no se identificó la presencia de especies indicadoras o detectoras para la vegetación secundaria (VS) esto puede explicarse por un mayor equilibrio en la abundancia de las especies en estas zonas.

De acuerdo con la información obtenida *D. insanus* fue identificada como una especie indicadora de la vegetación de matorral espinoso tamaulipeco que fue caracterizada para los sitios 11 y 12 dichos sitios que se encuentran ubicados en la zona núcleo del parque, según POE (2019) se considera que esta zona se encuentra en buen estado de conservación en la que se pretende mantener su estado actual y, si es posible repoblar los sitios que así se requieran para conservar el ecosistema representativo del Matorral Espinoso Tamaulipeco, el cual constituye un relicto de la región. De acuerdo con Social Insects Specialist Group (2007) actualmente *Dorymyrmex insanus* está catalogada como una especie Vulnerable por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

De la misma manera *T. spinosum* fue identificada como una especie con valor indicador para la vegetación de selva baja, vegetación caracterizada en los sitios 3, 4, 5, 6 que corresponden a la subzona de recuperación la cual es un área designada para restauración, que se encuentra en proceso de recuperación de alrededor de 8 años, sin presencia de actividades antropogénicas exceptuando el sitio 3 que presentaba la instalación de infraestructura para uso de esparcimiento social.

Ambas especies son predominantes en sitios con un nivel alto de estrés y perturbación. Esto es consistente con la información de Gonzalez Valdivia et al., (2013) quien indica que la presencia de especies dominantes y oportunistas como *Solenopsis geminata* y *Dorymyrmex insanus* son indicadores de deterioro ambiental. Esto nos indica que a pesar de los trabajos realizados hasta el momento ambas zonas continúan presentando altos grados de perturbación ambiental, esta información puede utilizarse en programas de planeación y manejo de la conservación de la zona de estudios.

El estudio representa uno de los primeros estudios para conocer la mirmecofauna del parque estatal “El Refugio” y sirve como base para futuros estudios que se centren en análisis y estado de la comunidad actual de hormigas.

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo permitieron extraer las siguientes conclusiones:

- En el presente trabajo se describió la diversidad de hormigas en diferentes zonas del ANP parque estatal “El Refugio” Tamaulipas, México en donde se aplicó el protocolo ALL con algunas modificaciones dando como resultado el primer listado de especies de hormigas para ese sitio de estudio. Este trabajo permitirá realizar comparaciones con otros inventarios en el futuro para monitoreos sobre el estado de conservación.
- El estudio de las comunidades de hormigas puede proporcionar información relevante y útil para el desarrollo de planes de manejo o evaluación ambiental en el área de estudio. Los resultados observados sobre la diversidad, riqueza y composición de especies aunado a los valores indicadores de estas, refleja indirectamente el estado de conservación del ANP.
- Se informa sobre el estado actual de la única especie exótica con potencial invasor registrada en el área, sobre la comunidad de hormigas nativas, y se recomienda mantener la zona monitoreada en años futuros con el fin de prevenir y evitar la proliferación de *P. longicornis*.
- El ANP parque estatal “El Refugio” se encuentra actualmente en un estado de conservación bueno, así mismo las zonas núcleo y zona de amortiguamiento que están restringidas al uso público presentan alto nivel de estrés y perturbación a pesar de encontrarse todavía en proceso de recuperación, esto como consecuencia de la deforestación, incendios y uso de suelo del área antes de que se declarara un ANP, teniendo en cuenta que el parque se encuentra dentro de la zona urbana de la ciudad y que presenta altos niveles de actividades antropogénicas se encuentra en un buen estado, pero se sugiere mantener las condiciones actuales del parque, para asegurar la biodiversidad

genética de las especies con el objetivo de garantizar la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en el parque.

- Se considera que el relicto de matorral espinoso Tamaulipeco (MET) se encuentra actualmente en un estado altamente perturbado, pero en proceso de recuperación de las alteraciones causadas por actividades antropogénicas. El cuidado y preservación del ecosistema tienen una gran importancia para su conservación y repoblación, debido a que son el hábitat de innumerables especies y también contribuyen al almacenamiento de agua y carbono, por lo cual es importante mantener protegidos estos relictos de vegetación en las zonas urbanas y de esa manera evitar que desaparezcan permanentemente como consecuencia de la deforestación, contaminación y cambio climático.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agosti , D., & Alonso, L. (2000). *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. En D. Agosti, J. Majer , L. Alonso , & T. Schultz , *Biodiversity Studies, Monitoring, and Ants: An Overview*. (págs. 1-8). Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Ahuatzin, D., Corro, E., Aguirre-Jaimes, A., Valenzuela-González, J., Machado-Feitosa, R., Cezar-Ribeiro , M., . . . dattilo, w. (2019). La cubierta forestal impulsa la diversidad de hormigas de la hojarasca en remanentes de selva tropical primaria dentro de paisajes tropicales modificados por humanos. *Biodivers Conserv*, 28, 1091–1107. doi:<https://doi.org/10.1007/s10531-019-01712-z>
- Alatorre-Bracamontes, C., & Vásquez-Bolaños, M. (2010). Lista comentada de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del norte de México. *Dugesiana* 17(1):, 9-36.
- Andersen , A. (1995). Una clasificación de las comunidades de hormigas australianas, basada en funciones. *J. Biogeogr.*, 15-29. doi:<https://doi.org/10.2307/2846070>
- AntWeb. (2020). *Forelius damiani* Guerrero & Fernández, 2008. *Academia de Ciencias de California*, 3-4. Recuperado el 11 de agosto del 2022, de <https://www.antweb.org/description.do?rank=species&genus=forelius&name=damiani>
- AntWiki. (2012). *Hypoponera opacior*. *AntWiki*, 1-2.
- AntWiki. (2013). *Paratrechina longicornis*. *AntWiki*, 1-2.
- AntWiki. (2019). *Crematogaster atra*. *AntWiki*, 3-4.
- AntWiki. (2019). *Dorymyrmex insanus*. *AntWiki*, 1-3.
- AntWiki. (2020). *Camponotus atriceps*. *AntWiki*, 1-3.
- AntWiki. (2020). *Camponotus senex*. *AntWiki*, 1-4.
- AntWiki. (2020). *Pseudomyrmex caeciliae*. *AntWiki*, 1-3.
- AntWiki. (2021). *Camponotus planatus*. *AntWiki*, 1-5.
- AntWiki. (2021). *Pseudomyrmex gracilis*. *AntWiki*, 1-6.
- AntWiki. (07 de 08 de 2022). *Myrmecocystus placodops*. Obtenido de AntWiki: https://www.antwiki.org/wiki/Myrmecocystus_placodops
- AntWiki. (12 de Octubre de 2022). *Nylanderia*. Obtenido de AntWiki: <https://www.antwiki.org/wiki/Nylanderia>
- AntWiki. (2022). *Odontomachus clarus*. *AntWiki*, 1-3.
- Antwiki. (15 de Noviembre de 2022). *Pheidole constipata*. Obtenido de Antwiki: https://www.antwiki.org/wiki/Pheidole_constipata
- AntWiki. (2022). *Pseudomyrmex pallidus*. *AntWiki*, 2-5.

- AntWiki. (08 de Enero de 2023). *Pheidole floridana*. Obtenido de AntWiki: https://www.antwiki.org/wiki/Pheidole_floridana
- AntWiki. (2018). *Forelius mccoeki*. *AntWiki*, 2-3.
- Arcila C. , A., & Lozano-Zambran, F. (2003). Hormigas como herramienta para la bioindicación y monitoreo. En *Introducción a las hormigas de la región Neotropical* (págs. 159-164). Bogota : Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Arenas, A., Corredor, G., & Armbrecht , I. (2015). Hormigas y carábidos en cuatro ambientes del piedemonte del Parque Nacional Natural Farallones de Cali, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 41(1), 120-125.
- Arenas-Clavijo, A., & Armbrecht, I. (2018). Gremios y diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en tres usos del suelo de un paisaje cafetero del Cauca-Colombia. *Rev. biol. trop*, 66, 48-57. doi:<http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i1.30269>
- Arreola Alemón, R. (11 de Marzo de 2016). *Naturalista Mexico*. Obtenido de Parque Estatal el Refugio, Tamaulipas: <https://www.naturalista.mx/projects/parque-estatal-el-refugio-tamaulipas>
- Asif, N., Chaudhry, F., & Malik, M. (2018). A Review of on Environmental Pollution Bioindicators. *Pollution*, 4(1), 111-118. doi:DOI: 10.22059 / poll.2017.237440.296
- Bastos, M. (2015). Caracterización molecular del género *Cephalotes* (Hymenoptera, Formicidae) y la presencia y frecuencia del endosimbionte *Wolbachia*. *Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociencias de Rio Claro*, 9-11.
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., & Courchamp, F. (2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters* 15:, 365-377.
- Bolton, B., Palacio , E., & Fernández, F. (2003). Morfología y glosario. En F. Fernandez, *Introducción a las hormigas de la región Neotropical* (págs. 221-231). Bogota: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Branstetter, M., & Sáenz, L. (2012). Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Guatemala. *Biodiversidad*, 2, 1-50.
- CAB International. (2019). *Paratrechina longicornis* (hormiga loca). *Compendio de especies invasoras*, 10.
- Cabrera-Córdoba, S. (2020). Ensamblaje de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en bosque de piedemonte Amazónico. *Universidad Santo Tomás*, 1-79.
- Carmona Jiménez, J., Ramírez Rodríguez, R., Bojorge García, M., González Hidalgo, B., & Cantoral Uriza, E. (2016). Estudio del valor indicador de las comunidades de algas bentónicas: una propuesta de evaluación y aplicación en el río Magdalena, Ciudad de México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 32(2), 139-152. doi:<https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.02.01>

- Carvalho, R., Andersen, A., Anjos, D., Pacheco, R., Chagas, L., & Vasconcelos, H. (2020). Understanding what bioindicators are actually indicating: Linking disturbance responses to ecological traits of dung beetles and ants. *Ecological Indicators*, 108, 140-160. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105764>.
- Castro-Souza, R., Pellegrini, T., Souza-Silva, M., & Ferreira, R. (2019). Drivers of ant composition, richness, and trophic guilds in Neotropical iron ore cavities. *International Journal of Speleology*, 279-293.
- Chanatasig-Vaca, C. (2011). Efecto del uso de suelo en las hormigas (Formicidae: Hymenoptera) de Tikinmul, Campeche, México. *Acta Zool. Mex* vol.27, 441-461.
- Chifflet, L. (2016). *Estudios ecológicos y genéticos de la hormiga invasora Wasmannia auropunctata en Argentina, el límite ur de su distribución nativa*. Tesis Docotral, Universidad de Buenos Aires : Biblioteca Digital .
- Colwell, R. (20 de Diciembre de 2022). *EstimateS 9.1.0*. Obtenido de EstimateS: Biodiversity Estimation: <https://www.robertkcolwell.org/pages/1407-estimates>
- CONABIO. (2015). . *Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México*. México DF.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- CONABIO. (08 de 10 de 2020). *Sistema de Información sobre especies Invasoras*. Obtenido de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Cd de México.: <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras>.
- CONABIO. (14 de 03 de 2021). *Pseudomyrmex pallidus*. Obtenido de Enciclo vida: <https://enciclovida.mx/especies/98751-pseudomyrmex-pallidus>
- CONABIO. (14 de Noviembre de 2022). *Selvas secas*. Obtenido de Biodiversidad Mexicana: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaSeca>
- CONAFOR. (2021). *Camponotus spp.* (Mayr, 1861). *SEMARNAT*, 1-3.
- Cuezzo, F. &. (2011). *El género de hormigas Dorymyrmex Mayr (Hymenoptera: Formicidae: Dolichoderinae) en Colombia*. Colombia: Psique de Hindawi Publishing.
- Dáttilo, W., Aguirre, A., Flores-Flores, R., Fagudes , R., Lange , D., Garcia-Cháves , J., . . . Rico-Gray , V. (2015). Secretory Activity of extrafloral nectarios shaping multitrophic ant-plant-herbivore interactions in an arid environment. *Journal of Arid Environment*, 104-109.
- Dattilo et al., W. (2020). Mexico ants: incidence and abundance along the Nearctic–Neotropical interface. *Ecology*, 101(04), 1-59. doi:doi: 10.1002/ecy.2944.
- De Cáceres, M., Jansen, F., & Dell, N. (2022). *Relationship Between Species and Groups of Sites. Version 1.7.12*. Obtenido de <https://cran.r-project.org/web/packages/indicspecies/indicspecies.pdf>
- Devenish, A., Newton, R., Bridle, J., Gomez, C., Midgley, J., & Sumner, S. (2021). Contrasting responses of native ant communities to invasion by an ant invader, *Linepithema humile*. *Biol Invasions*, 123-133. doi:[https://doi.org/10.1007/s10530-021-02522-7\(0123456789\(\),.-volV\)\(01234567](https://doi.org/10.1007/s10530-021-02522-7(0123456789(),.-volV)(01234567)

- Dufrêne, M., & Legendre, P. (1997). Species Assemblages And Indicator Species: The Need For A Flexible Asymmetrical Approach. *Ecological Monographs*, 67, 345-366.
- Escárraga, M., & Guerrero, R. (2014). *Hormiga un mundo de pequeñines gigantes*. Colombia : INFOZOA.
- Flores-Maldonado, K., Rodríguez-De-leon, I., Guzmán-Díaz, L., & Rosas-Mejía, M. (2021). Diversidad mirmecológica (Hymenoptera: Formicidae) en Tamaulipas, México. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 80, 81-99.
- Fontanla, J., & Alfonso-Simonetti, J. (2018). Classification of Cuban ants (Hymenoptera: Formicidae) into functional groups. *Poeyana*, 506, 21-30.
- Fragoso, C., & Rojas, P. (2010). INVASIONES EN EL SUELO: LA LOMBRIZ DE TIERRA *Pontoscolex corethrurus* Y LA HORMIGA *Solenopsis geminata* EN LOS ECOSISTEMAS TROPICALES DE MEXICO. *MANEJO AGROECOLÓGICO DE SISTEMAS*, 81-107.
- García Martínez, M., Martínez Tlapa, D., Quiroz Robledo, L., & Valenzuela González, J. (2013). Diversidad alfa y beta de los ensambles de hormigas en un paisaje montano de Veracruz. En M. Vázquez Bolaños, G. Castaño Meneses, A. Cisneros Caballeros, G. Quiroz Rocha, & J. Navarrete Heredia, *Formicidae de México* (págs. 67-74). México: Cuerpo Académico de Zoología.
- Gonzalez Valdivia, N., González Escolástico, G., & Barba, E. (2013). Mirmecofauna asociada con sistemas agroforestales en el Corredor Biológico Mesoamericano en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 306-317.
- González-Martínez, E., & Vásquez Bolaños, M. (2019). Lista comentada de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del cerro Juan El Grande, El. *Dugesiana*, 87-98.
- González-Martínez, E., & Vásquez-Bolaños, M. (2019). Lista comentada de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del cerro Juan El Grande, El Llano, Aguascalientes, México. *Dugesiana* 26(2):, 87-98.
- González-Zuñiga, C., & Vallarino, A. (2014). Los bioindicadores ¿una alternativa real para la protección del medio ambiente? En C. A. González Zuñiga, A. Vallarino, & J. C. Pérez Jiménez, *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental*. (págs. 21-40). México, D.F.: D.R. © El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).
- Gosende-Amorin, R., Ruiz-Carreira, C., & Jesús-Hernández, D. (2019). Potential distribution of ants (Hymenoptera: Formicidae) from the Canary Islands. Climate change and invasive species. *Universidad de La Laguna*, 1-33.
- Grupo Especialista de Especies Invasoras. (2010). Perfil de especies: *Solenopsis geminata*. *Global Invasive Species Database*, 5-7.
- Guerrero, R., & Fernandez, F. (2008). Una nueva especie del género de hormigas. *Forelius* (Formicidae: Dolichoderinae) del bosque seco de Colombia. *ZOOTAXA*, 51-60.

- Guzmán-Mendoza, R., Castaño-Meneses, G., & Zavala-Hurtado, J. (2012). *Foraging activity and trophic spectrum of red ant Pogonomyrmex x barbatus Smith, 1858, in productivity-contrasted microenvironments*. DF, México: Psyche (Stuttg).
- Hammer, O., Harper, D., & Ryan, P. (2001). PAST: paleontological statistics software for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*, 4, 1-9.
- Infante-Rodríguez, D., & Valenzuela-González, J. (2021). Chicatanas: las hormigas que cortan hojas para cultivar hongos. *Eco-Lógico*, 2(4), 10-17.
- Instituto Nacional De Estadística y Geografía. (2017). *Aspectos geográficos de Tamaulipas*. Ciudad de Mexico: INEGI. Recuperado el 28 de Noviembre de 2021, de https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen_28.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Conociendo Tamaulipas*. Aguascalientes: INEGI. Recuperado el 28 de noviembre de 2021, de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudios/conociendo/TAMAULIPAS.pdf
- Jeffé Carbonell, k. (2004). *El mundo de las Hormigas*. Caracas : EQUINOCCIO.
- Jiménez, J., Durán, R., Dupuy, J., & González-Iturbe, J. (2012). Uso del suelo y vegetación secundaria. En R. Durán, & M. Méndez, *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán* (págs. 460-464). Yucatán: CICY, CONABIO, SEDUMA.
- Jiménez-Carmona, E., Domínguez-Haydar, Y., Henao, N., Zabala, G., Escobar, S., Armbrrecht, I., & Chacón-de Ulloa, P. (2015). Las hormigas en el monitoreo de restauración ecológica. En M. Aguilar-Garavito, & W. Ramírez, *Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres*. (págs. 108-118). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Jiménez-Carmona, F., Heredia-Arévalo, A., & Reyes-López, J. (2020). Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) como grupo indicador del impacto ambiental humano en los bosques de ribera del río Guadalquivir (Andalucía, España). *Ecological Indicators*, 1-8.
- Latreille, P. (1802). Historia natural, general y particular de crustáceos e insectos. *F. Dufart*, 467.
- López Gómez, A., & Williams Linera, G. (2006). Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*(78), 7-15.
- Luna De la Torre, P. (2016). *Impacto en la abundancia de semillas en el suelo de una zona semiárida neotropical por la hormiga granívora Pogonomyrmex barbatus (Hymenoptera: Formicidae)*. Puebla: BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA.
- Mackay, W., & Mackay, E. (1987). *CLAVE DE LOS GENEROS DE HORMIGAS EN MEXICO (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)*. El Paso, TX: Department of Biological Sciences Laboratory for Environmental Biology The University of Texas.
- Mackay, W., & Mackay, E. (2002). *The ants of New Mexico: (Hymenoptera: Formicidae)*. Nueva York.: Edwin Mellen Press.

- Maldonado, k. Y. (2016). Estudio taxonómico de formicidae (Insecta: Hymenoptera) de la Reserva de la Biosfera "EL Cielo", Tamaulipas, México. . *Colegio de Postgraduados Instituto de enseñanza e investigación en ciencia agrícola*, 134-141.
- Martín-Regalado, N. (2019). Detección de especies indicadoras de condiciones de hábitats. En C. Moreno-Ortega, *a biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio* (págs. 223-235). Hidalgo : Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex.
- Mendoza-Pilar, A. (2016). *Caracterización de las comunidades de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en ambientes conservados y perturbados de la selva baja caducifolia de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, en la costa del estado de Jalisco, México*. Cd. Mx: UNAM Biblioteca Central.
- Molina-Guerra, V., Mora-Olivo, A., Alanís-Rodríguez, E., Soto-Mata, B., & Patiño-Flores, A. (2019). *Plantas características del matorral espinoso tamaulipeco en México*. Monterrey : Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Mora-Olivo , A., & Martinez-Ávalos, J. (2012). *Plantas Silvestres del Bosque Urbano Cd. Victoria, Tamaulipas, México*. Ciudad Victoria: Instituto de Ecología Aplicada.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (Vol. 1). Zaragoza,: M&T–Manuales y Tesis SEA,.
- Morgan, C., & Mackay, W. (2017). *THE NORTH AMERICA ACROBAT ANTS OF THE HYPERDIVERSE GENUS CREMATOGASTER (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)*. El Paso, Texas: The University of Texas.
- Naturalista. (07 de 09 de 2016). *Género Nylanderia*. Obtenido de iNaturalist: <https://www.naturalista.mx/taxa/69405-Nylanderia>
- Naturalista. (23 de 04 de 2022). *Camponotus senex*. Obtenido de Naturalista : <https://www.naturalista.mx/taxa/300423-Camponotus-senex>
- ONU. (2011). *Especies Exóticas Invasoras*. Montreal Quebec: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- Oviedo-Alfaro, R., & Bolaños-Porras, J. (2017). *Estrategias de manejo y regulación de poblaciones de hormiga loca Nylanderia fulva (Hymenoptera: Formicidae) en plantaciones de caña de azúcar en el Valle Central*. Alajuela, Costa Rica : Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA).
- Pape, R., & OConno, B. (2014). *Formicidae - Trachymyrmex arizonensis*. Arizona: University of Arizona Insect Collection.
- POE. (09 de Mayo de 2019). Resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con la categoría de Parque Estatal denominado “El Refugio”. *Periodico Oficial del Estado*, págs. 2-8.
- Rabello-Casagrande, G., Dambros, J., Lopes-Tortoreladeandrade, R., & Denis-Battitola, L. (2017). Bioacumulación de metales pesados en el cuerpo de trabajadores de Camponotus atriceps y Dorymyrmex brunneus (Hymenoptera, Formicidae): un estudio exploratorio. *Revista Colombiana de Entomología*, 64-68.

- Ramírez García, M. (2019). *Bionomía de Pheidole fallax Mayr (Formicidae: Myrmicinae) en la parcela de bosque seco de la Universidad del Magdalena*. Santa Marta, Colombia: Universidad de Magdalena .
- Reynoso-Campos, J. (2019). *Estructura y composición de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en el Centro Ecoturístico Amixtlán, Zapotitlán*. Jalisco: Universidad de Guadalajara.
- Ríos-Casanova, L. (2014). Biodiversidad de hormigas en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 392-398.
- Rodríguez Elizalde, I. (2019). *Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en zonas de uso forestal y agroecosistemas del municipio de Aguascalientes, México: composición, grupos funcionales y tratamiento sistemático*. Zapopan, Jalisco : Universidad de Guadalajara .
- Rodríguez-de León, I. R., Venegas-Barrera, C. S., Vásquez-Bolaños, M., & Horta-Vega, J. V. (2019). Estructura de la comunidad de Formicidae (Hymenoptera) en dos agroecosistemas con diferente grado de perturbación. *Agrociencia*, 53, 285-301.
- Rosas-Mejía, M., Guénard, B., Aguilar-Méndez, M., Ghilardi, A., Vásquez-Bolaños, M., Economo, E., & Janda, M. (2021). Alien ants (Hymenoptera: Formicidae) in Mexico: the first database of records. *Biological Invasions*, 23, 1-12. doi:<https://doi.org/10.1007/s10530-020-02423-1>
- Sarmiento , C. (2003). Metodologías de captura y estudio de las hormigas. En F. Fernandez , *Introducción a las hormigas de la region Neotropical* (págs. 201-208). Bogot·, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Sarmiento, A., Benítez, E., & Aldana, R. (2009). Descripción de la capacidad depredadora de las hormigas *Pachycondyla harpax* y *Pachycondyla obscuricornis* sobre *Sagalassa valida* Walker, barrenador de raíces en la palma de aceite. *PALMAS Vol. 26*, 23-38.
- Semarnat. (2012). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México: la vegetacion en México*. México: Semarnat.
- SEMARNAT. (2021). Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. *DOF (Diario Oficial de la Federación)*.
- Siddig, A., Ellison, A., Ochs, A., Villar-Leeman, C., & Lau, M. (2016). ¿Cómo seleccionan y usan los ecologistas las especies indicadoras para monitorear el cambio ecológico? *Ecological Indicators*, 223-230.
- Skaldina, O., Pera Ęniemi , S., & Sorvari, J. (2018). Ants and their nests as indicators for industrial heavy metal contamination. *Environmental Pollution*, 574-581. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.04.134>
- Social Insects Specialist Group. (2007). *Dorymyrmex insanus* . *The IUCN Red List of Threatened Species*, e.T41982A10592273.
- Tibcherani, M., Nacagava, V., Aranda, R., & Mello, R. (2018). Review of Ants (Hymenoptera: Formicidae) as bioindicators in the Brazilian Savanna. *Sociobiology*, 65(2), 112-129.

- Toro A., E., & Ortega , O. (2010). Composición y diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en algunas áreas protegidas del Valle de Aburrá. *Revista Colombiana de Entomología* , 214-220.
- Venuste, N., Kaplin A Beth, Francis Frederic, Kouakou M Maurice Lombart, Dekoninck Wouter, & Nsabimana Donat. (2018). Use of Soil and Litter Ants (Hymenoptera: Formicidae) as Biological Indicators of Soil Quality Under Different Land Uses in Southern Rwanda. *Environmental Entomology*, 47, 1394–1401. doi:<https://doi.org/10.1093/ee/nvy144>
- Villalba, V., A. Sgarbi, C., & Culebra-Mason, S. (2014). *Grupos funcionales dominantes de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en pastizales naturales con y sin pastoreo del noroeste de Buenos Aires, Argentina*. Buenos Aires : Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata .
- Ward, P. (1985). The Nearctic species of the genus *Pseudomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). *Quaestiones Entomologicae*, 21, 209–246.
- Wheeler, W. (1908). The ants of Texas, New Mexico and Arizona. (Part I.). *Boletín del Museo Americano de Historia Natural*, 399-485.
- Whitcomb, W., Denmark, H., Bhatkar , A., & Greene , G. (1972). Preliminary studies on the ants of florida soybean fields. *Florida Entomologist*, 55(3), 129-142.

XI. Anexos

Dorymyrmex insanus (Buckley, 1866)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Subfamilia: Dolichoderinae
Género: *Dorymyrmex*
Nombre científico: *Dorymyrmex insanus*
Nombre común: Hormiga pirámide

Descripción de especies:

Es una de las varias especies en todo el mundo que se han ganado su nombre común, hormiga loca, por su actividad de forrajeo notablemente frenética. Los trabajadores de color marrón a oscuro (Cuezzo, 2011).

Hábitat:

Se encuentra en ambientes cálidos y muy secos, posee la capacidad de vivir en áreas grandes y abierta. Sus nidos aparecen como pequeños montículos en forma de cono en la tierra que miden alrededor de 10 cm de diámetro.

Alimentación:

Posee una dieta bastante variada, siendo forrajeas generalistas. Los recolectores de alimentos absorberán fácilmente la melaza o cualquier líquido nutritivo que encuentren, pero también se alimentarán de los cadáveres de vertebrados.

Distribución original:

Nativa de América del norte (Güenard et al., 2017).

Estatus: Nativa

Dorymyrmex insanus está catalogada como vulnerable por la Unión Internacional Para La Conservación De La Naturaleza (Social Insects Specialist Group, 2007)

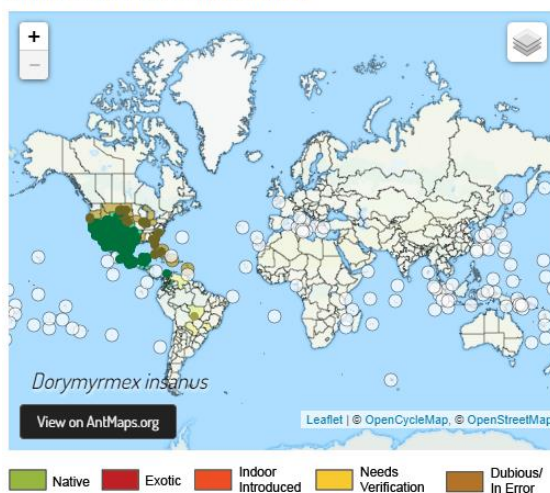
Asociación con otros organismos:

Esta especie es hospedante de la hormiga *Dorymyrmex smithi*.



AntWeb. Versión 8.66. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 5 de noviembre de 2021.

Distribución basada en AntMaps



Forelius damiani (Guerrero & Fernández, 2008)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera

Familia: Formicidae

Subfamilia: Dolichoderinae

Género: *Forelius*

Nombre científico: *Forelius damiani*

Descripción de la especie:

Cabeza aplanada dorsoventralmente, más larga que ancha. Dorso del mesonoto y propodeo con muy fina puntuación. Regiones mesopleurales y metapleurales brillantes, con escasa pubescencia. Su hábitat está sujeto a perturbaciones humanas y generalmente se adapta a climas secos, esta especie puede extenderse a áreas de clima húmedo en presencia de frecuentes perturbaciones humanas (AntWeb, 2020).



AntWeb. Versión 8.66. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 15 de noviembre de 2021.

hábitat:

Esta especie se encuentra en áreas abiertas con suelo desnudo o cubierta de vegetación escasa. Prefiere bordes de caminos y pastos. Está restringida a la vegetación de matorrales y bosques de tierras bajas, desde el nivel del mar hasta los 650 m de altitud. (Guerrero & Fernandez , 2008)

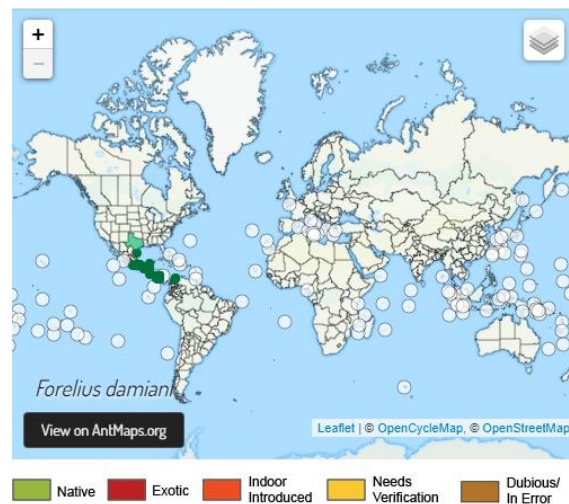
Alimentación: sin información

Distribución original: Estados Unidos, México, Guatemala Y Colombia (Güenard et al., 2017).

Estatus: Nativa

Asociación con otros organismos: sin información

Distribución basada en AntMaps



Forelius mccooki (McCook, 1880)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Subfamilia: Dolichoderinae
Género: *Forelius*
Especie: *Forelius mccooki*

Descripción de la especie:

Es una de las especies más representativas de la mirmecofauna de zonas áridas y semiáridas del neotrópico. Se caracteriza por ser una hormiga termófila de pequeño tamaño (menor a 5mm).



AntWeb. Versión 8.66. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 8 de noviembre de 2021.

Hábitat:

Las especies de *Forelius* anidan siempre en el suelo de ambientes desérticos o semidesérticos de escasa o nula cobertura vegetal. (González-Martínez & Vásquez-Bolaños, Lista comentada de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del cerro Juan El Grande, El Llano, Aguascalientes, México, 2019). Los nidos tienden a estar debajo de rocas o en el suelo con un pequeño cráter de tierra suelta en la entrada.

Alimentación:

Forrajeras generalistas, las obreras son recolectoras grupales, capturan insectos vivos y se alimentan de ellos y recolectan néctar de una variedad de plantas del desierto que van desde la pequeña *Euphorbia spp.* a buscar alimento en las flores del nopal (*Opuntia spp.*). Recolectan su alimento en las horas más cálidas del día principalmente entre las 12 y 15 horas (AntWiki:, 2018).

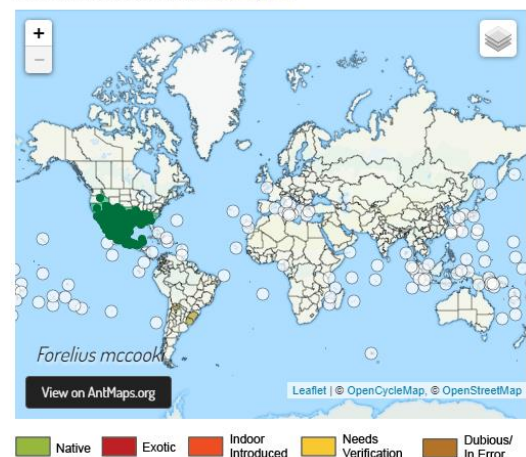
Distribución original:

Nativa de América del norte (Guenard, et al. 2017).

Estatus: Nativa

Impacto y/o amenazas: sin información.

Distribución basada en AntMaps®



Camponotus atriceps (Smith, F., 1858)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Subfamilia: Formicinae
Género: *Camponotus*
Especie: *Camponotus atriceps*

Descripción de la especie:

Camponotus atricep es una especie común posee una gran variedad de combinaciones de coloración que van desde el café rojizo desde la cabeza y gaster con el mesosoma amarillento hasta el cuerpo completamente café rojizo (Maldonado, 2016). Es una especie generalista, tanto en su alimentación como en sus sitios de anidación, puede vivir en sitios con elevado disturbio, incluyendo ambientes urbanos y domésticos. En Veracruz es considerada una plaga doméstica (Lara-Villalón et al 2015).



AntWeb. versión 8.75. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org> . Consultado el 6 de abril de 2022.

Hábitat:

Esta especie se encuentran en lugares húmedos y boscosos, que incluyen tierras bajas y bosques húmedos, bosques tropicales, bosques de pinos o robles, bosques montanos húmedos y bosques húmedos maduros (AntWiki, 2020). Principalmente anida en el suelo bajo troncos y madera en descomposición de bosques secos de encino (Maldonado, 2016).

Alimentación:

La especie forrajea de noche en los árboles de mezquite alimentándose de las secreciones azucaradas de los nectarios (Dáttilo, y otros, 2015).

Distribución original:

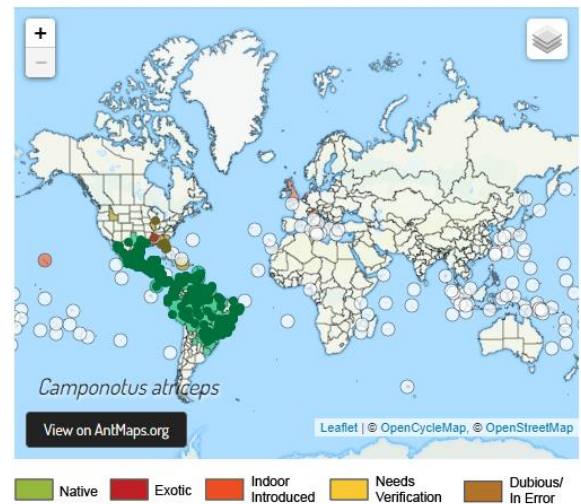
Nativa del sur de los Estados Unidos hasta Sudamérica (Güenard et al., 2017).

Estatus: Nativa

Asociación con otros organismos:

Esta especie es huésped de la mosca *microdon*, hospedante de los hongos *Ophiocordyceps camponoti-atricipis* (AntWiki, 2020).

Distribución basada en AntMaps



***Camponotus planatus* (Roger, 1863)**

Clasificación:

Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Subfamilia: Formicinae
Género: Camponotus
Especie: *Camponotus planatus*
Nombre común: Hormiga carpintera compacta

Descripción de la especie:

Es una especie que se distingue por ser de tamaño pequeño y ser bicolor (marrón rojizo excepto el gáster marrón negruzco oscuro). Forma colonias bastante pequeñas y anida en árboles. (AntWiki, 2021). La antena de esta hormiga presenta 12 segmentos, siendo el segmento terminal ligeramente alargado y en forma de bala. El escapo es más largo que el ancho de la cabeza. Los trabajadores varían en tamaño, de 3 a 6 mm de longitud.



AntWeb. Versión 8.66. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 18 de noviembre de 2021.

Hábitat:

Anida principalmente en cavidades en la madera muerta, sin embargo, no se alimentan de esta, solo escarban dentro de ella para construir sus nidos, desde tallos de los árboles hasta ramas de gran tamaño. Las galerías de las hormigas carpinteras poseen agujeros que las obreras usan para desechar los restos indeseados, generalmente se encuentra una pila de “aserrín” detrás de cada agujero.

Alimentación:

Es un depredador y carroñero general, consume melaza.

Distribución original:

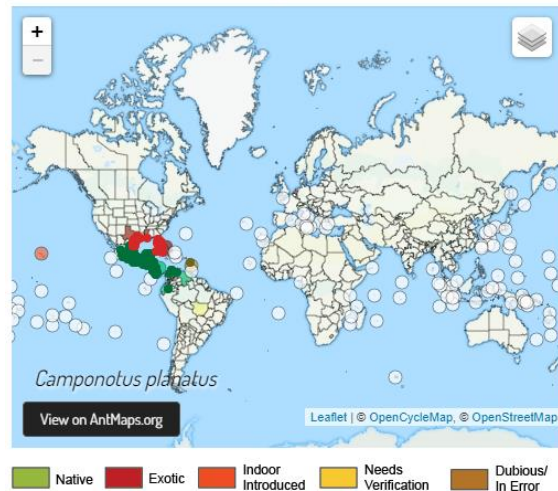
Nativa de Centroamérica (Guenard, et al. 2017).

Estatus: Nativa

Asociación con otros organismos:

Atiende a los homópteros productores de melaza.

Distribución basada en AntMaps



Camponotus senex (Smith, 1858)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera

Familia: Formicidae

Subfamilia: Formicinae

Género: Camponotus

Especie: Camponotus senex

Descripción de la especie:

Camponotus senex es una especie bastante común de hormiga tejedora porque construye nidos utilizando la seda que producen sus larvas, es de tamaño mediano y ágil, y se puede encontrar con frecuencia dentro de las costras exteriores abandonadas de los nidos de termitas (Naturalista, 2022).



AntWeb. versión 8.75. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 12 de abril de 2022.

Hábitat:

Los nidos ocurren en áreas muy insoladas, como el dosel superior del bosque, matorrales abiertos o vegetación de segundo crecimiento, bordes de caminos y tierras agrícolas. Suele estar presente tanto en bosques maduros como en áreas altamente perturbadas, así mismo la especie anida en cavidades oportunistas y los nidos se encuentran en ramas muertas, que van desde tallos estrechos hasta ramas relativamente grandes (AntWiki, 2020).

Alimentación: sin información.

Distribución original:

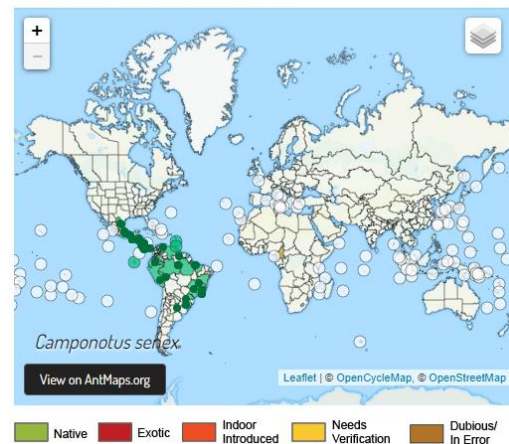
Nativa de México hasta Brasil (Guenard, et al. 2017).

Estatus: Nativa

Impacto y/o amenazas:

Esta especie, debido a su abundancia o asociación a agroecosistemas, puede ser utilizada como indicador de ambientes alterados (Rios-Cruz, et al. 2015). Las hormigas carpinteras llegan a dañar los árboles forestales, las excavaciones de hormigas pueden ser tan extensas que pueden causar una pérdida de integridad estructural en el árbol (CONAFOR, 2021).

Distribución basada en [AntMaps](#)



Asociación con otros organismos:

Es una especie hospedante del hongo *Ophiocordyceps unilateralis* y asociada a *Hechtia* sp. (Bromeliaceae) en el estado de Tamaulipas (Rios-Cruz, et al. 2015).

Myrmecocystus placodops (Forel, 1908)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera

Familia: Formicidae

Subfamilia: Formicinae

Género: *Myrmecocystus*

Especie: *Myrmecocystus placodops*

Descripción de género:

Es una especie diurna muy activa, son bicolors, exhibiendo específicamente una cabeza roja brillante y un cuerpo negro brillante. En el campo es una hormiga conspicua ya que corre por áreas abiertas y son comunes en regiones áridas o semiáridas y anidan en el suelo.



AntWeb. Versión 8.66. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 18 de noviembre de 2022.

Hábitat:

Se encuentra en la mayoría de los hábitats en ambientes áridos, desde pastizales y pastizales arbustivos hasta sabanas de mezquite y pastizales. Anidan en el suelo en áreas abiertas frecuentemente debajo de las piedras, generalmente en suelo rocoso, siendo la profundidad máxima de 4,8 m. (AntWiki, 2022).

Alimentación:

Las obreras se alimentan durante el día, se alimentan de pequeños artrópodos y visitan las flores en busca de néctar. Son hormigas melíferas, que almacenan miel en su metasoma

hasta que este se hincha de forma desproporcionada, para servir como auténticos depósitos vivientes de alimento durante temporadas de hambre.

Distribución original:

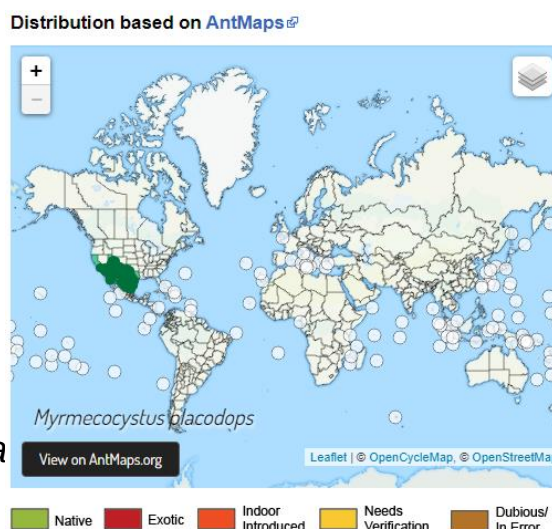
Nativa de Estados Unidos y México (Guenard, et al. 2017).

Estatus: Nativa

Impacto y/o amenazas: sin información.

Asociación con otros organismos: sin información.

Nylanderia



Clasificación:

Orden: Hymenoptera

Familia: Formicidae

Subfamilia: Formicinae

Género: *Nylanderia*

Descripción de género:

Esta especie es de tamaño pequeño, de color amarillo pálido a negro y poseen ojos típicamente bien desarrollados y colocados en la mitad de la longitud y lateralmente en la cabeza (Naturalista, 2016). Son un género de importancia ecológica con una distribución casi cosmopolita y algunas especies se han convertido en especies invasoras (AntWiki, 2022).

Hábitat:

De acuerdo con AntWiki (2022) estas hormigas viven en hábitats que van desde los desiertos hasta las selvas tropicales y anidan en la hojarasca, el suelo o la madera podrida. La mayoría de las especies son forrajeras epigeas y generalistas.

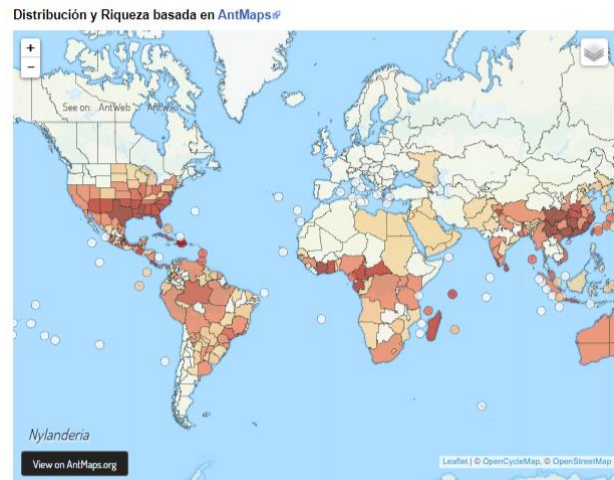
Alimentación:

Estas hormigas guardan una asociación mutualista con varias especies de insectos chupadores que excretan sustancias azucaradas. La hormiga recibe de ellos el alimento y los insectos reciben protección contra el ataque de enemigos naturales (Oviedo-Alfaro & Bolaños-Porras, 2017).

Distribución original:

Este género tiene una distribución esencialmente mundial, alcanza su mayor diversidad en los trópicos, pero en muchas áreas templadas *Nylanderia* forma componentes importantes de la fauna.

Impacto y/o amenazas: sin información.



Paratrechina longicornis (Latreille, 1802)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Subfamilia: Formicinae
Género: Paratrechina
Especie: *Paratrechina longicornis*
Nombre común: Hormiga loca de cuernos largos

Descripción de la especie:

Esta hormiga posee una cabeza estrecha, claramente más larga que ancha, con abundantes macrosetas pálidas (de color amarillo-marrón a casi blanco), erectas; margen clípeo anterior con una hendidura medial poco profunda; escapos con una capa densa de pubescencia muy fina pero carente de macrosetas erectas; ojos grandes y convexos (AntWiki, 2013). Se encuentra generalmente en áreas muy perturbadas.



AntWeb. Versión 8.65.1. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 23 de octubre de 2021.

Hábitat:

Esta especie es muy adaptable y vive tanto en hábitats muy secos como bastante húmedos. A menudo anida a cierta distancia de su área de alimentación y generalmente se asocia con perturbaciones. (CAB International, 2019)

Alimentación:

Esta hormiga es omnívora oportunista, se alimenta de insectos vivos y muertos, semillas, miel dulce, frutas, exudados de plantas y muchos alimentos domésticos.

Distribución original:

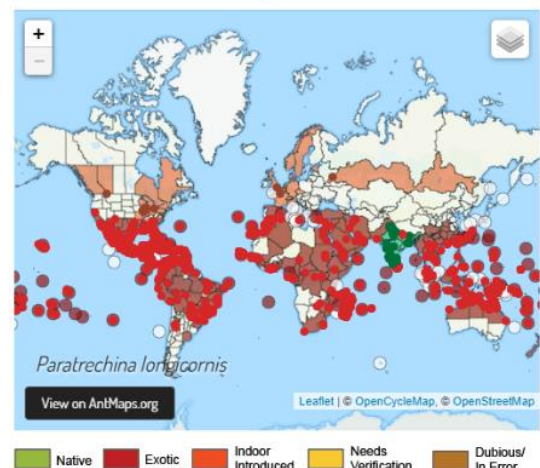
Nativa de la india (Guenard, et al. 2017).

Estatus: Exótica invasora

Impacto y/o amenazas:

Es una especie altamente adaptable y oportunista que tiene la capacidad de encontrar comida rápidamente. Por eso constituye un riesgo potencial para la biodiversidad de la fauna autóctona porque es capaz de desplazar otras hormigas y posiblemente otros invertebrados. Es una especie altamente resistente y su amplia capacidad de invadir diversos hábitats la convierte en una amenaza grave.

Distribución basada en AntMaps®



Atta mexicana (Smith, 1858)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera

Familia: Formicidae

Subfamilia: Formicinae

Género: *Atta*

Especie: *Atta mexicana*

Nombre común: Hormiga chicatana o arriera



AntWeb. Versión 8.68.7. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 5 de enero de 2022.

Descripción de la especie:

Especie de hormiga de color café oscuro a rojizo. Los soldados llegan a medir hasta los 18 mm y poseen un cuerpo bien fortificado, las obreras “arrieras” están armadas con diminutas espinas. También presenta una espina en la pleura por encima de las coxas anteriores (Reynoso-Campos, 2019).

Hábitat: Esta especie es altamente adaptativa y prospera en áreas urbanas.

Alimentación: Especie de hormigas pertenecientes al género *Atta* que se caracterizan por ser cortadoras de hojas, es común observarlas cortando hojas de arbustos y árboles. Introducen a su nido el material forrajeado donde lo limpian, cortan y trituran para convertirlo en una pasta para cultivar el hongo (*Leucoagaricus gongylophorus*) que es su principal fuente de alimentación (Infante, et al. 2013)

Distribución original:

Nativa desde Norteamérica a Nicaragua (Guenard, et al. 2017).

Estatus: Nativa

Rol ecológico:

Son de gran importancia ecológica para los ecosistemas terrestres por los efectos que pueden tener en ellos: modificación del suelo, reducción de la eficiencia reproductiva en las plantas que cortan, aperturas del dosel y su impacto sobre el reclutamiento de especies de las plantas en sus áreas de forrajeo (Infante-Rodríguez & Valenzuela-González, 2021).

Distribución basada en AntMaps



Impacto y/o amenazas:

La hormiga arriera realiza actividad forrajera y tiene la capacidad de destruir completamente cultivos de importancia económica para el hombre.

Trachymyrmex arizonensis (Wheeler, W.M., 1907)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera

Familia: Formicidae

Subfamilia: Myrmicinae

Género: *Trachymyrmex*

Especie: *Trachymyrmex arizonensis*

Descripción de la especie:

Esta especie posee cabeza tan larga como ancha o ligeramente más larga que ancha, gradualmente adelgazándose hacia delante, más ancha en el punto medio entre el ojo y el margen posterior. Es esencialmente una especie epígea, que vive en el sustrato del suelo poco profundo o debajo de objetos en el suelo y se alimenta principalmente en la superficie (Pape & OConno, 2014).



AntWeb. Versión 8.66. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 6 de noviembre de 2021.

Hábitat: *Trachymyrmex arizonensis* ocurre en una variedad de hábitats, incluyendo matorrales áridos, dominados por Ocotillo y Acacia en las estribaciones de las montañas, bosques de robles y enebros y bosques de valles de arroyos de elevación media. (Rabeling et al. 2007) Los nidos se encuentran principalmente debajo de rocas, troncos o en suelo abierto, con frecuencia en áreas que están parcial o ligeramente sombreadas.

Alimentación: Es una hormiga cultivadora de hongos.

Distribución original:

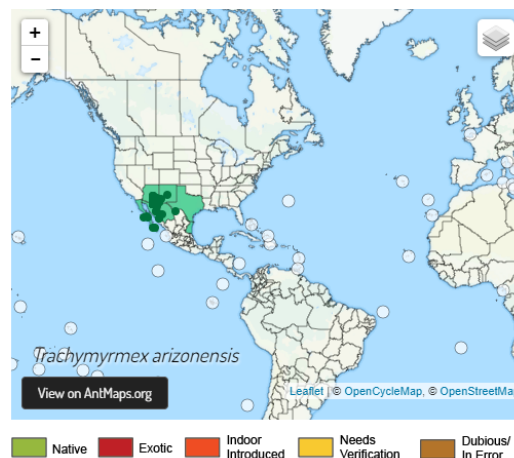
Se encuentra en elevaciones medias en áreas montañosas dentro de los Desiertos de Chihuahua y Sonora y sur de Arizona, el oeste de Nuevo México y los estados mexicanos de Chihuahua, Sonora y Tamaulipas (Guenard, et al. 2017).

Estatus: Nativa

Asociación con otros organismos:

Presentan relaciones mutualistas hormiga-hongo, con las hormigas brindando protección y un ambiente adecuado para el crecimiento de hongos, y recibiendo el beneficio de cosechar el micelio fúngico como alimento (Pape & OConno, 2014). Se asocia con *strumigenys arizonica*, una especie pequeña de hormiga decetina encontrado solo dentro o junto a los nidos.

Distribución basada en AntMaps.org



Cephalotes texanus (Santschi, 1915)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Subfamilia: Myrmicinae
Género: *Cephalotes*
Especie: *Cephalotes texanus*
Nombre común: Hormigas planeadoras

Descripción de la especie:

Es una especie de hormiga arborea del género *Cephalotes*, caracterizada por una cabeza de forma extraña y la capacidad de "lanzarse en paracaídas" dirigiendo su caída si se caen del árbol en el que se encuentran (Latreille, 1802). Lóbulos frontales muy expandidos en vista frontal, ocultando las porciones laterales del clípeo y sobrepasando en margen de éste. Tienen ojos grandes, localizados en la región posterior de la cabeza. Especialistas de climas tropicales (Alatorre-Bracamontes & Vásquez-Bolaños, 2010).

Habitad:

Anida en cavidades de los árboles, principalmente en bosques de roble. Posee una cabeza de forma extraña, que es resultado de su adaptación para anidar en los nidos de larvas de escarabajos, ya que sus nidos están excavados por ellos, la especie no construye nidos.

Alimentación:

Su dieta es predominantemente generalista son omnívoras, pero parece que el polen es un alimento importante y poseen hábitos exclusivamente arbóreos (Bastos, 2015).

Distribución original:

La especie es originaria de Texas y de los estados mexicanos de Nuevo León, San Luis Potosí y Tamaulipas (Guenard, et al. 2017).

Estatus: Nativa

Rol ecológico: sin información.

Asociación con otros organismos: sin información.



AntWeb. Versión 8.66. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 23 de noviembre de 2021.

Distribución basada en AntMaps.org



Pheidole (Westwood, 1839)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Subfamilia: Myrmicinae
Género: *Pheidole*
Nombre común: Hormigas semilleras

Descripción de la especie:

Pheidole en particular es diverso especialmente en los trópicos; es un género dimórfico, sus colonias tienen dos tipos distintos de obreras (Soldados y obreras menores). Son especialmente abundantes en la hojarasca y el suelo. Sus especies son abundantes y frecuentes en la mayoría de ambientes tropicales y templados con clima cálido de todo el mundo, siendo el género con más especies de hormigas en el mundo (Serna et al., 2019).

Hábitat:

Los nidos están en el suelo, debajo de las piedras, pueden encontrarse en pequeñas cavidades y parecen estar habitados de manera algo oportunista.

Alimentación:

Las hormigas del género *Pheidole* son forrajeras generalistas dominantes, se alimentan de insectos vivos y carroña, alimentos azucarados y desperdicios de comida (Ramírez García, 2019).

Distribución original:

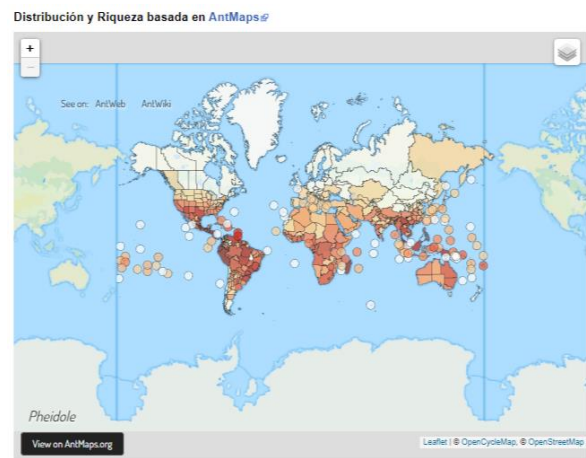
Estatus: Nativa

Rol ecológico:

El género *Pheidole* suelen formar una alta biomasa dentro de los ecosistemas y juegan un papel clave en el equilibrio ecológico. Siendo principalmente depredadores y carroñeros, pero también contribuyendo en procesos de restauración que implican aireación del suelo, flujo de nutrientes, así como en la eliminación de semillas, la mejora de la estructura de la vegetación y calidad del suelo (Gallego-Roperó & Salguero, 2015; Troya, Bersosa, & Espinoza, 2016).

Asociación con otros organismos:

Se han documentado estas relaciones entre el cultivo de palmilla *Chamaedorea radicalis* y las hormigas del género *Pheidole* el bosque tropical de México.



Pheidole constipata (Wheeler, WM, 1908)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Subfamilia: Myrmicinae
Género: *Pheidole*
Especie: *Pheidole constipata*

Descripción de la especie:

Esta especie presenta un color amarillo pálido, poseen ojos moderado, pilosidad mesosomal muy escasa y usualmente anidan bajo piedras. (Wheeler, 1908).

Hábitat: sin información.

Alimentación: sin información.

Distribución original:

Nativa de Texas y Tamaulipas (Guenard, et al. 2017).



AntWeb. versión 8.75. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org> . Consultado el 05 de agosto de 2022.

Estatus: Nativa

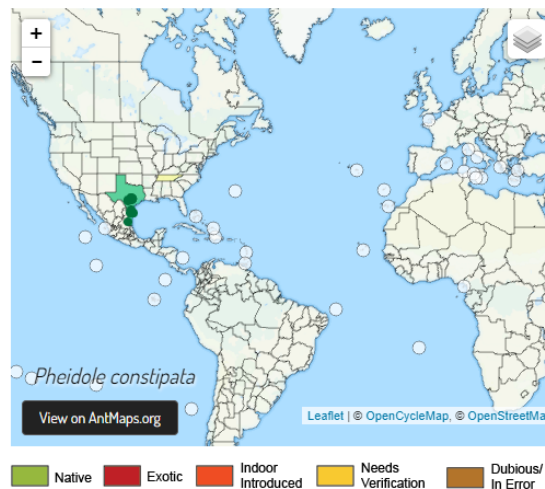
Impacto y/o amenazas:

Esta especie al ser local puede verse amenazada por el avance de densas poblaciones de hormiga roja de fuego importada *Solenopsis invicta* (Antwiki, 2022).

Asociación con otros organismos:

Esta especie es hospedante de la mosca *fórida* *Microselia texana* (un parasitoide) modo de encuentro primario; transmisión directa; transmisión fuera del nido.

Distribución basada en AntMaps



Pheidole floridana (Emery, 1985)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Subfamilia: Myrmicinae
Género: *Pheidole*
Especie: *Pheidole constipata*

Descripción de la especie:

Pheidole floridana es una especie depredadora pequeña, de color amarilenta, se encuentra con mayor frecuencia en los campos más al sur de Florida (Whitcomb, 1972).



AntWeb. versión 8.75. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org> . Consultado el 25 de Diciembre de 2022.

Hábitat:

Se encuentra presente en una variedad de hábitats boscosos, anida en el suelo, basura y madera podrida, y en situaciones tanto xéricas como mésicas. Las colonias son monóginas, pueden contener 1000 o más hormigas y, a veces, son polidomas (AntWiki, 2023).

Alimentación:

La especie es omnívora, pero no parece cosechar semillas.

Distribución original:

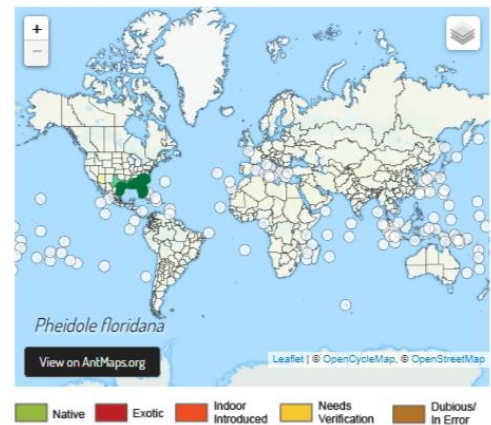
Nativa desde la llanura costera de Carolina del Norte hacia el sur de Florida y hacia el centro de Texas Estados Unidos De América y de los Estados Unidos Mexicanos de Tamaulipas y Veracruz (Guenard, et al. 2017).

Estatus: Nativa

Impacto y/o amenazas: sin información.

Asociación con otros organismos: sin información.

Distribución basada en AntMaps®



Crematogaster atra (Mayr, 1870)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera

Familia: Formicidae

Subfamilia: Myrmicinae

Género: *Crematogaster*

Especie: *Crematogaster atra*

Descripción de la especie:

Especie presentan setas erectas escasas sobre una pubescencia adpresa corta, tiene la forma general y los caracteres de pilosidad de *Crematogaster crinosa*, con la única diferencia de que el rostro está completamente cubierto de estrías finas y densas, sin zonas lisas ni brillantes (AntWiki, 2019).



AntWeb. versión 8.75. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 12 de abril de 2022.

Hábitat: sin información.

Alimentación: sin información.

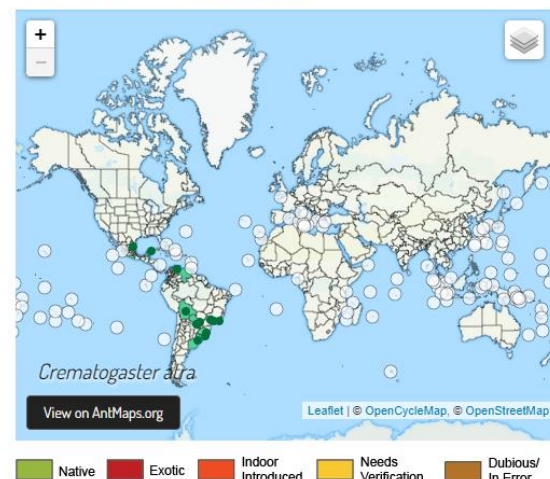
Distribución original:

Nativo de México, Argentina, Brasil y Venezuela (Guenard, et al. 2017).

Estatus: Nativa

Impacto y/o amenazas: sin información.

Distribución basada en AntMaps



Crematogaster opaca (Mayr, 1870)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Subfamilia: Myrmicinae
Género: *Crematogaster*
Especie: *Crematogaster opaca*

Descripción de la especie:

Se caracteriza por la inserción del pospecíolo con el gáster, el cual se articula con la superficie dorsal del tergo abdominal. En vista dorsal, el gáster tiene forma de corazón (Alatorre-Bracamontes & Vásquez-Bolaños, 2010). Pospecíolo ligeramente más largo que ancho, de color marrón oscuro.

Etimología: Opaca del latín opācō significa sombreado u oscuro refiriéndose al color de esta especie.

Habitad:

Esta especie habita en el suelo, principalmente en praderas, matorrales áridos, bosques de pinos y robles. Anida ocasionalmente en el suelo en montículos, a menudo debajo de piedras, debajo de troncos (Morgan & Mackay, 2017).

Alimentación:

Utilizan el néctar de las flores y de otras fuentes vegetales en sitios semiáridos.

Distribución original:

Nativo Estados Unidos, Honduras y México (Guenard, et al. 2017).

Estatus: Nativa

Rol ecológico:

Tienen un rol importante como agentes de control biológico en el control de insectos plaga.

Asociación con otros organismos:

Crematogaster opaca es comido por las lagartijas *Sceloporus gadoviae* y *S. jalapae* en México (Serrano-Cardozo, et al. 2008).



AntWeb. Versión 8.66. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 23 de noviembre de 2021.

Distribución basada en AntMaps®



Tetramorium spinosum (Pergande, 1896)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera

Familia: Formicidae

Subfamilia: Myrmicinae

Género: *Tetramorium*

Especie: *Tetramorium spinosum*

Descripción de la especie:

Longitud de 3.8 a 4 mm, tiene arrugas longitudinales en el dorso del cuerpo (Villalvazo-Palacios et al. 2013). De color amarillo rojizo a marrón rojizo, el gaster mas claro que la cabeza y el tronco.

Habitad:

Se encuentra en hábitats secos y abiertos, matorrales, zonas áridas anidan en el suelo, en madera en descomposición o en la hojarasca, con la entrada rodeada por un pequeño montículo o debajo de piedras (Rodríguez Elizalde, 2019).

Alimentación:

De hábitos forrajeras generalistas. Se alimenta de semillas e insectos muertos.

Distribución original:

Nativa de Estados Unidos y México (Guenard, et al. 2017).

Estatus: Nativa

Rol ecológico: sin información.



AntWeb. Versión 8.66. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org> . Consultado el 27 de noviembre de 2021.

Distribución basada en AntMaps



Pogonomyrmex barbatus (Smith, F., 1858)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Subfamilia: Myrmicinae
Género: *Pogonomyrmex*
Especie: *Pogonomyrmex barbatus*
Nombre común: Hormiga roja cosechadora

Descripción de la especie:

Es conocida como la hormiga cosechadora, suele ser una especie grande, roja y agresiva. Esta especie carece de soldados como muchas otras, por lo tanto, las mismas obreras tienen en su responsabilidad la defensa del hormiguero, tienen unas fuertes mandíbulas y un aguijón que en la mayoría de los casos será muy doloroso causando inflamación y ardor.

Hábitat: Se encuentran distribuidas en varios hábitats, que van desde zonas áridas y pastizales, hasta bosques de pino, encino, acacia y hábitats ribereños. Construyen en la superficie del suelo montículos en forma de cráter, están libres de vegetación, cubiertos con grava y material orgánico. Son una especie abundante en los ecosistemas áridos y semi áridos del continente americano (Rodríguez Elizalde, 2019).

Alimentación:

Son hormigas granívoras, que concentran su actividad forrajera a distancias cortas de su hormiguero y depredan una amplia variedad de semillas, que incluyen a varias familias de plantas, estas son almacenadas en graneros dentro de los hormigueros para su posterior consumo (Guzmán-Mendoza et al., 2012). Los patrones de actividad y forrajeo de estas hormigas sugieren que la depredación de semillas por parte de las hormigas *Pogonomyrmex* puede tener un impacto directo en la abundancia de semillas en el suelo (Luna De la Torre, 2016).

Distribución original:

Nativa del suroeste de Estados Unidos y México (Guenard, et al. 2017).

Estatus: Nativa

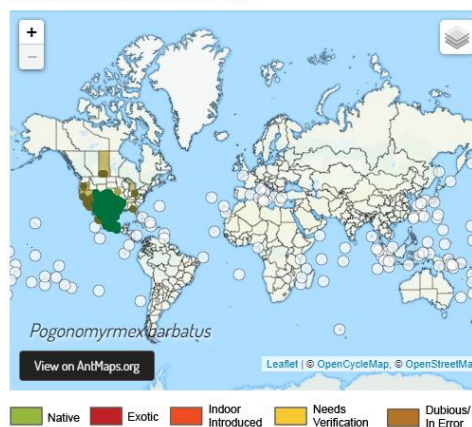
Rol ecológico:

Posee un papel ecológico importante en la dinámica de la comunidad de plantas, influyendo de manera directa sobre la abundancia de semillas en el suelo, modificando la composición de estas, pero también tienen una influencia positiva al beneficiar a ciertas plantas accidentalmente al promover la diversidad de plantas en esta asociación. (Luna De la Torre, 2016).



AntWeb. Versión 8.66. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 8 de noviembre de 2021.

Distribución basada en AntMaps



Solenopsis geminata (Fabricius, 1804)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Subfamilia: Myrmicinae
Género: Pogonomyrmex
Especie: *Pogonomyrmex barbatus*
Nombre común: hormiga de fuego tropical

Descripción de especies:

El cuerpo es de color naranja a marrón y la cabeza es marrón y miden de 3 a 5 mm de longitud. Las colonias presentan reinas y obreras. Estas últimas son polimórficas (son de diferentes tamaños y formas) diferenciados físicamente en más de dos formas. Los soldados presentan una cabeza enorme, obreras muy agresivas y cuya picadura es muy dolorosa.

Hábitat: Se clasifica como un "especialista en clima cálido", ya que reside solo dentro de regiones áridas cálidas y prefiere anidar en campos abiertos o claros soleados y evitando la sombra. Al igual que muchas otras especies de hormigas con potencial invasor, esta especie entra fácilmente en hábitats perturbados, se consideran plagas por daños a los cultivos debido a su asociación con pulgones y cochinillas, por sus picaduras, daños a la propiedad y por desplazar la vida silvestre nativa en lugares donde se ha establecido a través de la actividad humana (Grupo Especialista de Especies Invasoras, 2010).

Alimentación: Se alimenta generalmente de semillas, insectos pequeños, vivos o muertos, y atienden insectos chupadores, como áfidos y escamas, para alimentarse de la melaza producida por estos organismos, también pueden aprovechar la materia en descomposición y o vegetación.

Distribución original:

Nativa del sur de los Estados Unidos hasta Sudamérica (Güenard et al., 2017).

Estatus: Nativa

A nivel mundial *S. geminata* está entre las seis hormigas invasoras más importantes, introducidas por el hombre a nuevos ambientes alrededor del mundo (Fragoso & Rojas, 2010), sin embargo, para México su estatus es como especie nativa.

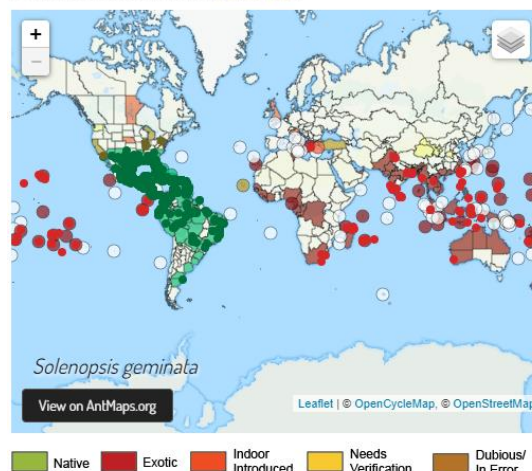
Rol ecológico:

Tiene un efecto generalmente benéfico en los cultivos, como una importante reguladora de las poblaciones de insectos, al ser una depredadora densa dependiente llega a controlar eficientemente a los insectos plaga.



AntWeb. Versión 8.66. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 25 octubre de 2021.

Distribución basada en AntMaps



Hypoponera opacior (Forel, 1893)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Subfamilia: *Ponerinae*
Género: *Hypoponera*
Especie: *Hypoponera opacior*
Nombre común:

Descripción de la especie:

Es una especie muy variable en color, escultura y forma del peciolo. Esta especie puede ser parte de un complejo de especies, lo cual es consistente con su morfología variable (AntWiki, 2012). Hormigas de 2 a 2.3 mm con color desde café claro hasta casi negro con los apéndices de color más claro. Cabeza y cuerpo puntuado sobre una superficie de fondo lisa y brillante (Reynoso-Campos, 2019).



AntWeb. Versión 8.68.7. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 3 de enero de 2022

Hábitat:

Estas hormigas anidan debajo de piedras, principalmente en áreas sombreadas con abundantes piedras.

Alimentación:

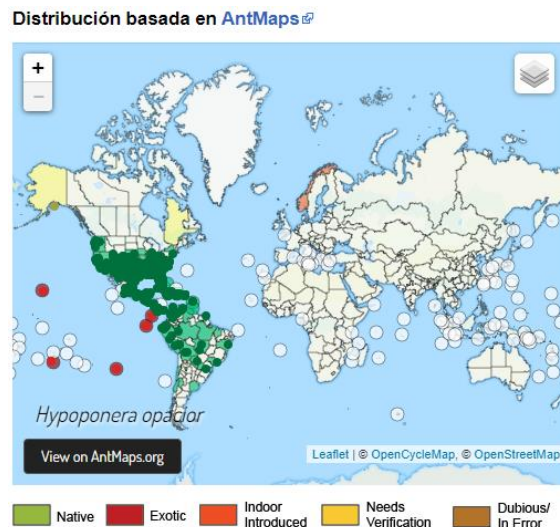
Es una especie carnívoras, se alimentan tanto de insectos vivos como muertos como de desperdicios orgánicos. Especie depredadora característica de las zonas áridas (Maldonado, 2016).

Distribución original:

Nativa de los Estados Unidos hasta Sudamérica (Güenard et al., 2017).

Estatus: Nativa

Impacto y/o amenazas: sin información.



Odontomachus clarus (Roger, 1861)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Subfamilia: Ponerinae
Género: *Odontomachus*
Especie: *Odontomachus clarus*
Nombre común: Hormigas de mandíbulas trampa.

Descripción de la especie:

Son una especie depredadora, son conocidas como "hormigas de mandíbulas trampa", debido a que poseen un par de grandes mandíbulas rectas que pueden abrirse hasta 180°. (AntWiki, 2022). Anidan en el suelo, bajo piedras o en troncos podridos, en las ranuras de la base de la corteza de árboles y hasta en nidos de termitas; son hormigas cazadoras con hábitos nocturnos y crepusculares que buscan artrópodos vivos (Villalvazo-Palacios et al., 2013).



AntWeb. Versión 8.68.7. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 14 de marzo de 2022.

Hábitat:

Esta especie se encuentra en zonas semidesérticas, especialmente en zonas ribereñas. anida debajo de las piedras. Los nidos a menudo se encuentran debajo de rocas o en pastos asociados con hábitats áridos y mésicos. También se han ubicado debajo de árboles caídos en suelos de arena fina y grava (Adams et al., 2011).

Alimentación:

Los *Odontomachus clarus* son depredadores fascinantes que cierran las mandíbulas alargadas sobre sus presas (AntWiki, 2022). Son una especie de depredadoras, las presas preferidas son artrópodos del suelo como termitas, ciempiés, colémbolos y otras hormigas (Soto-Cárdenas et al., 2019).

Distribución original:

Nativa de Estados Unidos y México (Güenard et al., 2017).

Estatus: Nativa

Impacto y/o amenazas: sin información.

Distribución basada en AntMaps®



Pachycondyla harpax (Fabricius, 1804)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Subfamilia: Ponerinae
Género: *Pachycondyla*
Especie: *Pachycondyla harpax*

Descripción de la especie:

Es una especie nocturna cazadora, que posee un dorso piloso y está dotada de un aguijón venenoso. Las obreras se encargan de defender la colonia en caso de ser atacadas, ya que en estas especies no se encuentra la casta de soldados. Poseen fuertes mandíbulas y secretan una sustancia toxica (Sarmiento et al., 2009)



AntWeb. Versión 8.66. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org> . Consultado el 9 de noviembre de 2021.

Hábitat:

Esta especie se encuentra en espacios abiertos, como pastizales bosque seco, entornos urbanos, parques, áreas verdes, plantaciones de café, cacao y banano, pantanos de cipreses, bosques de robles, bosques ribereños de robles, rocosos húmedos. Los nidos se encuentran en el suelo a menudo debajo de piedras (Mackay, 2010). Anida en una amplia variedad de suelos.

Alimentación: Son depredadoras especialistas y se alimentan principalmente de larvas, adultos de termita s y de otros insectos pequeños. Se observan las obreras solitarias forrajeando principalmente en horas de la mañana y al anochecer (Sarmiento, Benítez, & Aldana, 2009).

Distribución original:

Nativa de la región neotropical (Güenard et al., 2017).

Estatus: Nativa

Rol ecológico: Depredador de otros invertebrados en el ecosistema.

Asociación con otros organismos:

Esta especie es hospedante del hongo *Ophiocordyceps evansii* (un entomopatógeno) (Shrestha et al., 2017).

Distribución basada en AntMaps



Pseudomyrmex caeciliae (Forel, 1913)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Subfamilia: Pseudomyrmecinae
Género: *Pseudomyrmex*
Especie: *Pseudomyrmex caeciliae*

Descripción de la especie:

Es una especie de tamaño pequeño, color relativamente oscuro posee ojos relativamente largos y la apariencia punteada de partes de la cabeza y el mesosoma (AntWiki, 2020).



AntWeb. Versión 8.68.7. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 3 de marzo de 2022

Hábitat:

Esta especie se ha registrado que habita en una gama de ecosistemas como bosque seco tropical, manglares, vegetación litoral, bosque ribereño, borde de bosque lluvioso secundario, bosque lluvioso, pero sugieren una amplia preferencia por las áreas abiertas (AntWiki, 2020).

Alimentación: sin información.

Distribución original:

Del sur de Estados Unidos hasta Centroamérica (Güenard et al., 2017).

Estatus: Nativa

Impacto y/o amenazas: sin información.

Asociación con otros organismos: sin información.

Distribución basada en AntMaps



Pseudomyrmex gracilis (Fabricius, 1804)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Subfamilia: Pseudomyrmecinae
Género: *Pseudomyrmex*
Especie: *Pseudomyrmex gracilis*
Nombre común: Hormiga Ramita Mexicana

Descripción de la especie:

Esta especie se puede encontrar en una variedad de hábitats, Son de color negro exceptuando el borde anterior de la cabeza mandíbulas y algunas partes de los fémures que son de color café amarillento, las obreras miden alrededor de 7.5 mm de longitud y poseen ojos grandes (Maldonado, 2016).



AntWeb. Versión 8.68.7. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 10 de marzo de 2022.

Hábitat: Es una especie ampliamente distribuida, aunque prefiere ramas secas o tallos huecos de hierbas para anidar, como matorral espinoso y árboles (Maldonado, 2016). A menudo, es particularmente común en áreas perturbadas, los nidos generalmente se ubican en ramas secas y es un habitante común de la acacia (AntWiki, 2021)

Alimentación: Esta especie llega a establecerse en zonas rurales, es común encontrarla anidando y forrajeando en árboles de una gran variedad de especies tanto nativas como introducidas (Soto-Cárdenas et al., 2019).

Distribución original:

Nativa del Sur de Estados Unidos a Argentina y Brasil (Güenard et al., 2017).

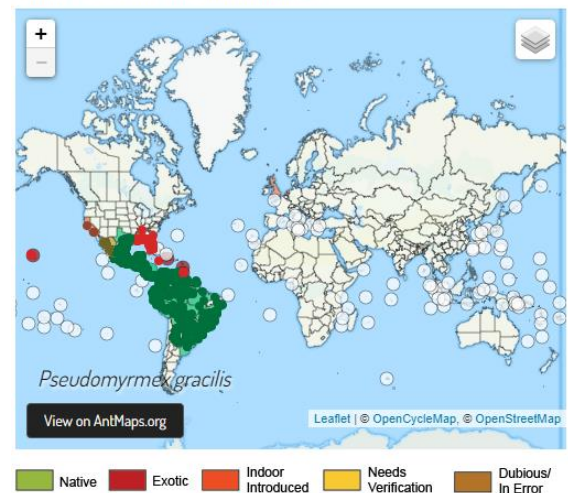
Estatus: Nativa

Impacto y/o amenazas: sin información.

Asociación con otros organismos:

Desempeñan el papel de parásito del mutualismo hormiga-planta, Habita en las plantas de *Turnera velutina*, explotando efectivamente la planta mediante el uso de espinas huecas, nectarios extraflorales y cuerpos belgian mientras no proporciona defensas robustas a la planta al nivel de la hormiga agresiva *Pseudomyrmex ferrugineus* (Fonseca-Romero et al., 2019).

Distribución basada en AntMaps®



Pseudomyrmex pallidus (Smith, F., 1855)

Clasificación:

Orden: Hymenoptera
Familia: Formicidae
Subfamilia: Pseudomyrmecinae
Género: *Pseudomyrmex*
Especie: *Pseudomyrmex pallidus*
Nombre común: Hormiga cosechadora dorada



Descripción de la especie:

Son una especie de tamaño delgados con ojos grandes, de color amarillos, naranjas o marrones y un aguijón bien desarrollado (CONABIO, 2021).

Los trabajadores de *Pseudomyrmex pallidus* son monomórficos y muestran preferencia por las plantas herbáceas (Ward, 1985). Presentan ampliamente una gran diversidad de sitios para anidar prefiere ramas secas o tallos huecos de hierbas, así como matorral espinoso y árboles (Maldonado, 2016).

Hábitat: Es una especie común y extendida que anida de manera oportunista dentro de una amplia gama de cavidades, desde tallos muertos de plantas herbáceas hasta ramitas muertas en árboles (AntWiki, 2022). De acuerdo con CONABIO (2021) los nidos se encuentran generalmente en la intersección de hábitats herbáceos y boscosos, posiblemente debido a la sombra del dosel en los meses más cálidos y la exposición a la luz solar en los meses más fríos.

Alimentación: se alimentan del néctar dulce que producen las plantas (Nectarios extra florales).

Distribución original:

Nativa de Estados Unidos hasta Centroamérica (Güenard et al., 2017).

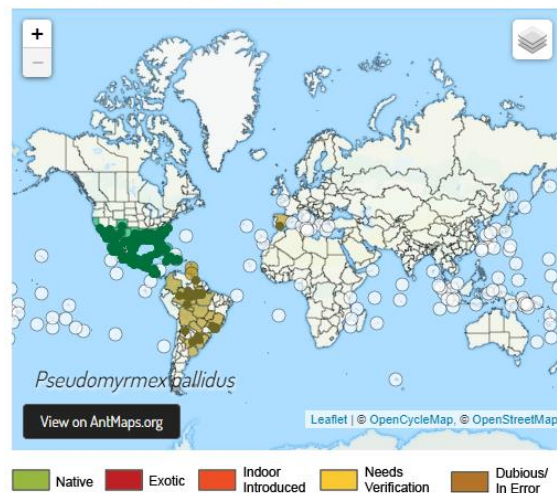
Estatus: Nativa

Impacto y/o amenazas: sin información.

Asociación con otros organismos: Esta especie presenta asociaciones mutualistas con determinadas especies de árboles como *Ambrosia artemisiifolia*, *andropogon* sp., *Bidens* sp., *Cladium jamaicanse*, *Uniola peniculata*, *Melia azaderach*, y *Ptelea tridoliata* que utilizan para alimentarse y anidar (Maldonado, 2016).

AntWeb. Versión 8.68.7. Academia de Ciencias de California, en línea en <https://www.antweb.org>. Consultado el 10 de marzo de 2022.

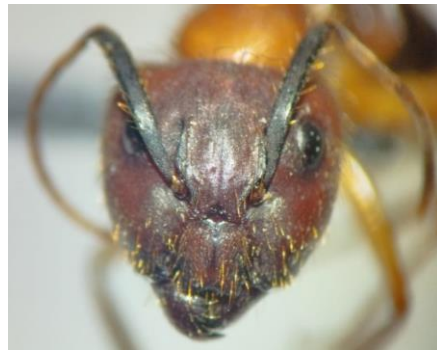
Distribución basada en AntMaps®



FOTOGRAFIAS



Dorymyrmex insanus (Buckley, 1866)



Camponotus atriceps (Smith, F., 1858)



Camponotus planatus (Roger, 1863)



Camponotus senex (Smith, 1858)



Myrmecocystus placodops (Forel, 1908)



Paratrechina longicornis (Latreille, 1802)



Atta mexicana (Smith, 1858)



Trachymyrmex arizonensis (Wheeler, W.M., 1907)



Cephalotes texanus (Santschi, 1915)



Pheidole sp. 3



Pheidole sp. 4



Pheidole sp. 5



Pheidole sp. 6



Pheidole sp. 7



Pheidole sp. 8



Crematogaster atra (Mayr, 1870)



Crematogaster opaca (Mayr, 1870)



Tetramorium spinosum (Pergande, 1896)



Pogonomyrmex barbatus (Smith, 1858)



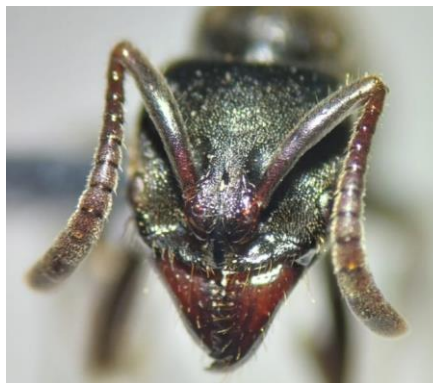
Solenopsis geminata (Fabricius, 1804)



Hypoponera opacior (Forel, 1893)



Odontomachus clarus (Roger, 1861)



Pachycondyla harpax (Fabricius, 1804)



Pseudomyrmex caeciliae (Forel, 1913)



Pseudomyrmex gracilis (Fabricius, 1804)



Pseudomyrmex pallidus (Smith, F., 1855)



SIP | Secretaría de Investigación y Posgrado



Otorgan la presente:

CONSTANCIA

A: María del Pilar Herrera Mendoza

Por su asistencia al ciclo de conferencias "Retos a superar en la conservación del medio ambiente: Importancia de la biodiversidad" como parte de las actividades del Cuerpo Académico UAT-CA-156 Ecología Aplicada, dicho evento se realizó de manera virtual los días 7 y 8 de marzo del 2022 en Ciudad Victoria; Tamaulipas.

Dr. Arturo Mora Olivo
Director
Instituto de Ecología Aplicada
UAT



Dr. Jorge Ariel Torres Castillo
Secretaría Académica
Instituto de Ecología Aplicada
UAT



UAT
Universidad Autónoma
de Tamaulipas

Secretaría
de Investigación y Posgrado

Constancia a:

María del Pilar Herrera Mendoza

Por haber participado en la demostración, promoción, divulgación científica y exposición del tema "Un acercamiento a la diversidad entomológica", para el evento del "Día de la Investigación UAT", Realizado en el espacio público "17 Te quiero más". Generando un impacto positivo en la sociedad a través de la transferencia del conocimiento científico a la infancia.

(20 Horas)

"Verdad, Belleza, Probidad"

Dra. Mariana Zerón Félix
Secretaria de Investigación y Posgrado
Cd. Victoria, Tamaulips. A 4 de septiembre de 2022.

Folio: UAT/SIP/2022-4290





Constancia a:

María Del Pilar Herrera Mendoza, Madai Rosas Mejía, Adán Cabal Prieto

Por su destacada participación como **Ponentes** del tema: Identificación de especies de hormigas en zonas conservadas y perturbadas del parque estatal "El Refugio" Tamaulipas, México y su uso como indicadores de impacto ambiental en el Congreso Nacional de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y Sustentabilidad; realizado del día 31 de agosto al 2 de septiembre del 2022.

"Verdad, Belleza, Probiidad"


Dra. Mariana Zerón Félix
Secretaría de Investigación y Posgrado



Folio: UAT/SIP/2022-4356



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DE TAMAULIPAS
ZONA ESCOLAR 181 SECTOR 22
ESC. PRIM. DISTRIBUIDORES NISSAN N° 37
C.C.T. : 28DPR263Y
CALLE CONFIANZA S/N COL. VAMOS TAMAULIPAS
CIUDAD VICTORIA TAMAULIPAS



OTORGA LA PRESENTE

C O N S T A N C I A

A LA

C. María del Pilar Herrera Mendoza

POR SU PARTICIPACIÓN COMO INSTRUCTOR EN EL TALLER DE CIENCIA CREATIVA "DIVERTICIENCIA UAT", DIRIGIDO AL PÚBLICO INFANTIL, CON EL TEMA: INSECTOS EN LA COMUNIDAD.
EFECTUADO EN LA ESCUELA PRIMARIA DISTRIBUIDORES NISSAN NUM.37, MATUTINA.

CIUDAD VICTORIA TAMAULIPAS, A 30 DE ABRIL DE 2022



DIRECTOR DE LA ESCUELA

PROFR. JUAN ANTONIO GARCIA BAEZ