



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

**Estructura y composición de
hormigas (Hymenoptera:
Formicidae) en el Centro
Ecoturístico Amixtlán, Zapotitlán
de Vadillo, Jalisco, México.**

Tesis

que para obtener el grado de

**Maestro en Ciencias en Biosistemática
y Manejo de Recursos Naturales y
Agrícolas**

Presenta

José Javier Reynoso Campos

Zapopan, Jalisco

Noviembre de 2019



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

**Estructura y composición de hormigas
(Hymenoptera: Formicidae) en el Centro
Ecoturístico Amixtlán, Zapotitlán de Vadillo,
Jalisco, México.**

**Tesis
que para obtener el grado de**

**Maestro en Ciencias en Biosistemática y Manejo
de Recursos Naturales y Agrícolas**

Presenta

José Javier Reynoso Campos

**DIRECTOR
Miguel Vásquez Bolaños**

Zapopan, Jalisco

Noviembre de 2019



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Estructura y composición de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en el Centro Ecoturístico Amixtlán, Zapotitlán de Vadillo, Jalisco, México.

Por

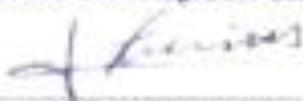
José Javier Reynoso Campos

Maestría en Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos
Naturales y Agrícolas

Aprobado por:


Dr. Miguel Vásquez Bolaños
Director de Tesis e integrante del jurado

15 nov 2019
Fecha


Dr. José Luis Navarrete Heredia
Asesor del Comité Particular e integrante del jurado

15/Nov/2019
Fecha


Dra. Georgina Adriana Quirós Rocha
Asesor del Comité Particular e integrante del jurado

15/Nov/2019
Fecha


Dra. Rosa Gabriela Castaño Meneses
Sinodal e integrante del jurado

15/Nov/2019
Fecha


Dra. Patricia Zarazúa Villaseñor
Sinodal e integrante del jurado

15/Nov/2019
Fecha

Este trabajo se realizó en la Colección Entomológica del Centro de Estudios en Zoología de la Universidad de Guadalajara, con el apoyo económico de la maestría BIMARENA. Bajo la dirección del Dr. Miguel Vásquez Bolaños.

DEDICATORIA

A mi Cari gracias por el apoyo que me diste cuando me sentía con dudas, a las risas que me provocaste y que me ayudaron a que todo pareciese más sencillo y sobre todo a este amor que me haces sentir, ¡TE AMO!

A mi madre y a mi padre por siempre estar ahí, por nunca dudar de mí y por ser siempre mi apoyo incondicional, los amo infinitamente.

A mi carnal y a mi sister porque sin ustedes yo no sería quien soy, ustedes siempre serán mis modelos a seguir.

A Miguel por nunca dejar que me alejara de lo que me apasiona y ser un excelente amigo.

A Chepo, porque tu cariño y amor de mascota siempre me hicieron sentir mejor.

AGRADECIMIENTOS

A mi comité conformado por el Dr. José Luis Navarrete Heredia, la Dra. Georgina Adriana Quiroz Rocha, la Dra. Gabriela Castaño Meneses y a la Dra. Patricia Zarazúa Villaseñor, gracias por su apoyo y sus comentarios.

Al Centro Ecoturístico Amixtlán y al Ejido San José del Carmen en particular Miguel Lino y a todas las persona del comedor por darnos todas las facilidades para poder llevar a cabo este trabajo.

A mis hermanos Los V. por siempre estar ahí.

A mi amigo Cesar Ballesteros por su ayuda en las colectas.

A mis amigos del Laboratorio de Entomología y de la maestría (Cesar, William, Benja, José Luis I y II, Hugo, Jessica, Uriel, Alejandra y Erendira) por hacer todos los días más agradables.

A Irene Alcalá Martínez por la ayuda en la toma de fotografías de las hormigas.

A CONACYT, por otorgarme una beca con número (CVU/Becario) 8554857/632473 para realizar mis estudios de MAESTRÍA en el programa MAESTRÍA EN CIENCIAS EN BIOSISTEMÁTICA Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES Y AGRÍCOLAS en la UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

TABLA DE CONTENIDO

1	RESUMEN	8
2	ABSTRACT	9
3	INTRODUCCIÓN GENERAL	10
4	CAPITULO 1	13
4.1	INTRODUCCIÓN	13
4.2	MATERIALES Y MÉTODOS	15
4.2.1	Área de estudio	15
4.2.2	Colecta	16
4.3	RESULTADOS	17
4.3.1	Lista comentada	22
4.4	DISCUSIÓN	35
4.5	LITERATURA CITADA	36
4.6	IMÁGENES	44
5	CAPITULO 2	50
5.1	INTRODUCCIÓN	50
5.2	MATERIALES Y MÉTODOS	51
5.2.1	Área de estudio	51
5.2.2	Colecta	53
5.2.3	Análisis de suelo	54
5.2.4	Análisis de datos	54
5.3	RESULTADOS	55
5.3.1	Riqueza	55
5.3.2	Análisis de diversidad	59
5.3.3	Comparación entre sitios	62
5.3.4	Comparación entre temporadas	63
5.3.5	Grupos funcionales	64
5.3.6	Análisis de suelo	67
5.4	DISCUSIÓN	68
5.5	LITERATURA CITADA	71
6	CONCLUSIONES GENERALES	76
7	LITERATURA CITADA	77

1 RESUMEN

Las hormigas constituyen uno de los grupos más prósperos dentro de los insectos. Son consideradas ideales para ser objeto de estudios de biodiversidad ya que presentan alta diversidad taxonómica y funcional, son fáciles de coleccionar, presentan dominancia numérica y de biomasa en la mayoría de los hábitats terrestres. En México se han realizado trabajos taxonómicos y ecológicos en la mayoría de tipos de vegetación pero en gran parte en donde se buscan diferencias entre sitios se centran solo en la riqueza y abundancia de especies y cómo ésta varía dependiendo el disturbio o el cambio de vegetación, sin incluir los grupos funcionales ni la estructura de las comunidades. Este trabajo contribuye al conocimiento de la riqueza de hormigas del estado de Jalisco ya que se obtuvieron 1077 individuos y 35 especies en donde 17 de estas fueron registros nuevos para la entidad, para obtener estos resultados se pusieron 252 trampas con 4 métodos diferentes de colecta. Así también se realizó una lista comentada de las 32 especies determinadas con información de su diagnóstico, distribución en México y en qué tipo de vegetación fue encontrada. La comparación de los valores del índice de Shannon con la prueba de t de Hucheson nos dice que los sitios y temporadas no son muy diferentes entre sí con excepción del sitio 2 (mesófilo de montaña), los valores de Simpson y de equitatividad de Pielou nos hacen ver que no hay especies dominantes en ningún sitio o temporada. No se encontraron diferencias significativas entre las frecuencias de captura de los sitios ni las temporadas y al realizar el método NMDS utilizando como distancias el coeficiente de similitud de Jaccard y el análisis ANOSIM para comparar la composición de especies solo se formaron grupos en las temporadas, la composición de especies de los sitios no fue lo suficientemente diferente para agruparse. Estos resultados difieren de otros trabajos de hormigas donde se comparan diferentes sitios y diferentes épocas del año. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre la composición ni la frecuencia de captura de los grupos funcionales entre sitios y temporadas, lo cual confirma lo encontrado con las especies. En el estudio de granulometría de suelo que se realizó para ver si el suelo presentaba un porcentaje mayor al 50% de partículas menores a 0.2 mm ya que un estudio realizado en 2017 dice que si este porcentaje se cumple la diversidad y abundancia de hormigas serán menores, el resultado fue que más del 65% de

estas muestras entran dentro de las categorías de arenas finas y muy finas que son partículas menores a 0.2 mm.

2 ABSTRACT

Ants constitute one of the most prosperous groups within insects. They are considered ideal to be subject to biodiversity studies as they have high taxonomic and functional diversity, are easy to collect, have numerical dominance and biomass in most terrestrial habitats. In Mexico, taxonomic and ecological works have been carried out in most types of vegetation but in large part where differences between sites are sought, they focus only on the richness and abundance of species and how this varies depending on the disturbance or the change of vegetation, not including functional groups or community structure. This work contributes to the knowledge of the richness of ants of the state of Jalisco since 1077 individuals and 35 species were obtained where 17 of these were new records for the entity, to obtain these results 252 traps were set with 4 different collection methods.. A commented list of the 32 species determined with information on their diagnosis, distribution in Mexico and in what type of vegetation was found was also made. The comparison of the values of the Shannon index with the Hutcheson t-test tells us that the sites and seasons are not very different from each other with the exception of site 2 (mountain mesophile), the Simpson and fairness values of Pielou found point out that there are no dominant species in any place or season. No significant differences were found between the capture frequencies of the sites or the seasons and when performing the NMDS method using as distances the Jaccard similarity coefficient and the ANOSIM analysis to compare the composition of species only groups were formed in the seasons, the species composition of the sites was not different enough to group.. These results differ from most ant jobs where different sites and different times of the year are compared. Nor were significant differences found between the composition or the frequency of capture of functional groups between sites n seasons, which confirms what was found with the species. In the soil granulometry study that was carried out to see if the soil had a percentage greater than 50% of particles smaller than 0.2 mm since a study carried out in 2017 says that if this percentage is fulfilled the diversity and abundance of ants will be smaller, the result was that more than 65% of these samples fall into the categories of fine and very fine sands that are particles smaller than 0.2 mm.

3 INTRODUCCIÓN GENERAL

Las hormigas constituyen una de las familias de insectos más comunes y mejor estudiados en varios aspectos de su biología y sistemática (Hölldobler y Wilson, 1990). Son un grupo de insectos sociales pertenecientes a la familia Formicidae dentro del orden Hymenoptera, son de los pocos grupos de insectos que son reconocidos por todas las personas a nivel mundial, ya que son un grupo bastante notorio y omnipresentes (Bolton, 1994).

Las hormigas son organismos exitosos y ampliamente diversos gracias a la gran variedad de hábitats en los que pueden desarrollarse dentro de los ecosistemas terrestres. Constituyen un componente importante en los ecosistemas, ya que forman una gran parte de la biomasa animal, además actúan como ingenieros del ecosistema, sobre todo en los procesos subterráneos a través de las alteraciones del medio físico y químico y sus efectos sobre las plantas, microorganismos y otros organismos del suelo (Folgarait, 1998; Hölldobler y Wilson, 1990; Jaffé, 1993).

En todo el mundo se conocen más de 16,000 especies de hormigas (Bolton, 2019), con estimaciones que predicen un total de más de 21,000 especies (Hölldobler y Wilson, 1990), en el último listado de especies hecho para México se tienen registradas 927 especies (Vásquez-Bolaños, 2015).

En México las hormigas han sido estudiadas en casi todos los ambientes existentes en el país: en zonas desérticas (Alatorre-Bracamontes y Vásquez-Bolaños, 2010, Ríos-Casanova et al., 2004, 2006; Johnson y Ward, 2002; Guzmán-Mendoza et al., 2010) en islas (Reynoso-Campos et al., 2015, Rodríguez-Garza y Reynoso-Campos, 2012), bosques templados (Guzmán-Mendoza et al., 2014), asentamientos urbanos (López-Moreno et al., 2003, Cupul-Magaña, 2009) en zonas de cultivo (Landro-Torres et al., 2014; Perfecto y Vandermeer, 2002; Philpott, 2005), en bosque mesófilo de montaña (Díaz-Castelazo y Rico-Gray, 1998; García-Martínez et al., 2014) en Pino-Encino (Villalvazo y Pérez, 2011) en zonas tropicales (Quiroz-Robledo y Valenzuela-González, 1995; Rojas-Fernández, 2011; Del Toro et al., 2009) siendo esta vegetación la más estudiada del país. Como se menciona en Garcia-Martinez et al. (2015) en la mayoría de los trabajos en donde se buscan diferencias entre

sitios se centran solo en la riqueza y abundancia de especies y como esta sube o baja dependiendo el disturbio o el cambio de vegetación sin incluir los grupos funcionales.

Hay pocos estudios donde se tomen en consideración los factores abióticos que afectan a las poblaciones de hormigas, por ejemplo en Dáttilo et al. (2013) mencionan que el pH del suelo puede afectar la calidad de los nectarios extraflorales y con esto tener una afectación en las poblaciones de hormigas; y da Costa-Milanez et al. (2017) plantean que en las especies de suelo, puede haber una relación entre la cantidad de arenas finas y muy finas (suelo menor a 0.2 mm) y el tamaño de las hormigas encontradas en el sitio, en donde a mayor cantidad de arenas finas y muy finas, mayor cantidad de hormigas menores a 5 mm.

Los ecólogos siempre han tratado de clasificar a los animales en grupos funcionales basados más en criterios ecológicos que en taxonómicos (Andersen, 1997), y las hormigas no han sido la excepción, ya que se han propuesto varios tipos de clasificaciones de grupos funcionales (Andersen, 1997; Silvestre et al., 2003; Brandão et al., 2012; Fontenla, 2018). La mayoría están basados en criterios de comportamiento, y el más utilizado se podría decir que son los propuestos por Andersen en 1997 que incluye: Dolichoderinae dominantes, Camponotini subordinados, Especialistas de climas calidos, Especialistas de climas frios, Especialistas de climas tropicales, Especies cripticas, Oportunistas. Debido a su gran abundancia, y gracias a que se pueden separar en grupos funcionales, las hormigas y su diversidad pueden correlacionarse con otros factores bióticos que se encuentren en su área (Silvestre, 2003).

Croc et al. (2014) menciona que la riqueza de especies por sí sola no describe apropiadamente las diferencias en la estructura de las comunidades. Es por eso que hay que remarcar la importancia de la utilización de la diversidad funcional, la cual puede ser estimada con el número de grupos funcionales en la comunidad (Fontenla, 2018).

El presente trabajo tiene como objetivo describir la estructura y composición de la comunidad de hormigas del Centro Ecoturístico Amixtlán, para lograr esto se determinarán, analizarán, y compararán la mirmecofauna en tres tipos de vegetación presentes en el Centro Ecoturístico (Vegetación Secundaria, Pino-Encino y Mesófilo de Montaña) y en 4 temporadas en el año (Seca 1, Seca 2, Lluvia 1 y Lluvia 2). También para conocer si la diversidad funcional

presenta diferencias entre los sitios y temporadas, las especies encontradas se clasificaran en grupos y se realizaran comparaciones entre los sitios y temporadas.

Se tiene la hipótesis de se tendrá una mayor riqueza de hormigas en el Bosque Mesófilo de Montaña, ya que de los 3 tipos de vegetación es el que tiene un mayor grado de conservación. La temporada de lluvias tendrá mayor riqueza de hormigas en cualquier tipo de vegetación. La estructura de los grupos funcionales será significativamente diferente entre los sitios de colecta y entre las temporadas de lluvias y secas.

4 CAPÍTULO 1

Lista comentada de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del Centro Ecoturístico Amixtlán, Zapotitlán de Vadillo, Jalisco, México.

José Javier Reynoso-Campos¹

¹ Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara, Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco, México, 45100, javierrey1986@gmail.com

Miguel Vasquez-Bolaños²

² Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara, Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco, México, 45100, mvb14145@hotmail.com

4.1 INTRODUCCIÓN

Las hormigas son organismos exitosos y ampliamente diversos debido a la gran variedad de hábitats en los que pueden desarrollarse dentro de los ecosistemas terrestres (Ríos-Casanova, 2014). Constituyen un componente importante en los ecosistemas, ya que forman una gran parte de la biomasa animal, además actúan como ingenieros del ecosistema, sobre todo en los procesos subterráneos a través de las alteraciones del medio físico y químico y sus efectos sobre las plantas, microorganismos y otros organismos del suelo (Folgarait, 1998; Hölldobler y Wilson, 1990; Jaffé, 1993). En la mayoría de los trabajos se dice que las hormigas son organismos del suelo, sin embargo, de manera secundaria, una gran cantidad de hormigas están adaptadas a la vida arbórea en donde pueden vivir en ramas, troncos cortezas y en cualquier cavidad que pueda tener un árbol (Ríos-Casanova, 2014), así como también pueden vivir de manera subterránea ya sea de manera total o alternando con otros hábitats, se dice que el hábitat hipogeo es la última frontera para el conocimiento de las hormigas (Wong y Guénard, 2017) y que la cantidad de especies de hormigas hipogeas es mucho mayor a la estimada (Ryder et al., 2007). Fue probablemente la existencia de la glándula metapleural, la que ha permitido la colonización exitosa de las hormigas a ambientes húmedos infestados de microorganismos, ya que esta glándula produce ácido fenil acético y posiblemente otras sustancias antibióticas, que son un activo contra hongos y bacterias (Hölldobler y Wilson, 1990). Todas las especies de estos insectos son eusociales y se agrupan en la familia

Formicidae (Bolton, 2003), las colonias están formadas por castas diferenciadas fisiológica y morfológicamente que cumplen una tarea en particular: las reinas y los machos cumplen la función reproductiva, generalmente presentan alas; las obreras (hembras estériles) se encargan del resto de las tareas dentro y fuera de la colonia, son ápteras (Hölldobler y Wilson, 1990). Fueron los primeros insectos sociales con hábitos depredadores que ocuparon el suelo y que fue por esto que han tenido un gran éxito biológico (Rojas, 2001).

En todo el mundo se conocen más de 16,000 especies de hormigas (Bolton, 2019), con estimaciones que predicen un total de 21,000 especies de en todo el mundo (Hölldobler y Wilson, 1990), en el último catálogo hecho para México se tienen registradas 927 especies (Vásquez-Bolaños, 2015). México se encuentra entre dos regiones biogeográficas, Neártica y Neotropical. La Neártica abarca todo el norte y el centro del país en donde va desde las zonas áridas y semiáridas del norte hasta zonas templadas y frías del centro del país. La Neotropical que abarca partes altas de la sierra de Chiapas y la Sierra Madre del Sur y Oriental, Yucatán, el Altiplano Sur, Oaxaca, el Eje Neovolcánico Transversal así como el Caribe. Es por esta condición junto con otros factores que nuestro país sea considerado mega diverso (Espinosa y Ocegueda, 2008). En nuestro país las hormigas se han estudiado en todos los ambientes existentes en el país por ejemplo en zonas desérticas (Alatorre-Bracamontes y Vásquez-Bolaños, 2010; Ríos-Casanova et al., 2004, 2006; Johnson y Ward, 2002; Guzmán-Mendoza et al., 2010), en islas (Reynoso-Campos et al., 2015, Rodríguez et al., 2012), asentamientos urbanos (López-Moreno et al., 2003; Cupul-Magaña, 2009) en zonas de cultivo (Landeró-Torres et al., 2014; Perfecto y Vandermeer, 2002; Philpott, 2005) y en bosque mesófilo de montaña (Díaz-Castelazo y Rico-Gray, 1998; García-Martínez et al., 2014) y en Pino-Encino (Villalvazo y Pérez, 2011). Pero es en las áreas tropicales donde las hormigas han recibido mayor atención (Quiroz-Robledo y Valenzuela-González, 1995; Rojas-Fernández, 2011; Del Toro et al., 2009). Los trabajos realizados sobre los tipos de vegetación que se encuentran en el Centro Ecoturístico Amixtlán son escasos y no se encuentra un trabajo donde comparen estos tipos de vegetación. En cuanto a los métodos de muestreo, las trampas pitfall, sacos mini-Winkler y la colecta directa son los más empleados para este tipo de trabajos (Agosti y Alonso, 2003). En México la utilización de trampas subterráneas como método de muestreo poco implementada (Quiroz-Robledo y Valenzuela-González, 1995; Rodríguez-Garza, 2015), pero en los últimos años a nivel mundial, se han

hecho trabajos en donde se comprueba la efectividad de la trampa y lo que puede aportar a la diversidad de hormigas en un sitio de colecta (Wong y Guénard, 2017; Ryder et al., 2007).

4.2 MATERIALES Y MÉTODOS

4.2.1 Área de estudio

El Centro Ecoturístico Amixtlán (19°29'42"N, 103°43'16"O) se encuentra dentro de los polígonos de conservación del Parque Estatal Bosque Mesófilo Nevado de Colima, en el ejido de San José del Carmen el cual se encuentra en el Municipio de Zapotitlán de Vadillo (Figura 1), en los alrededores del Centro Ecoturístico Amixtlán existe un área de bosque mesófilo de 2,454 hectáreas del total 7,213.04 hectáreas del Parque Estatal Bosque Mesófilo Nevado de Colima en donde aparte se tienen otros tipos de vegetación como bosque de pino-encino y vegetación secundaria (Rubio, 2013). El clima del municipio es semiseco con invierno y primavera secos y semicálidos, sin estación invernal definida. La temperatura media anual es de 17.5° C y tiene una precipitación media anual de 675.6 milímetros. Su régimen de lluvias es del periodo que va de junio a octubre. Los vientos dominantes son de dirección sur. El promedio de días con heladas al año es de 1.3 (Rubio, 2013).

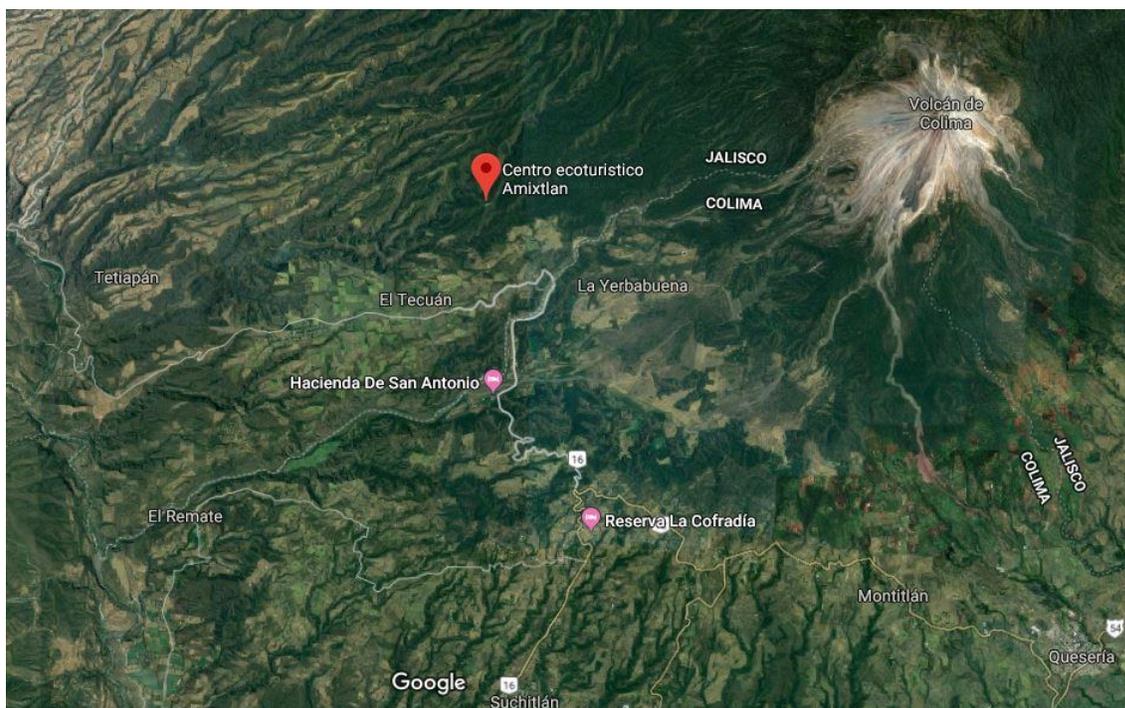


Figura 1. Ubicación del Centro Ecoturístico Amixtlán

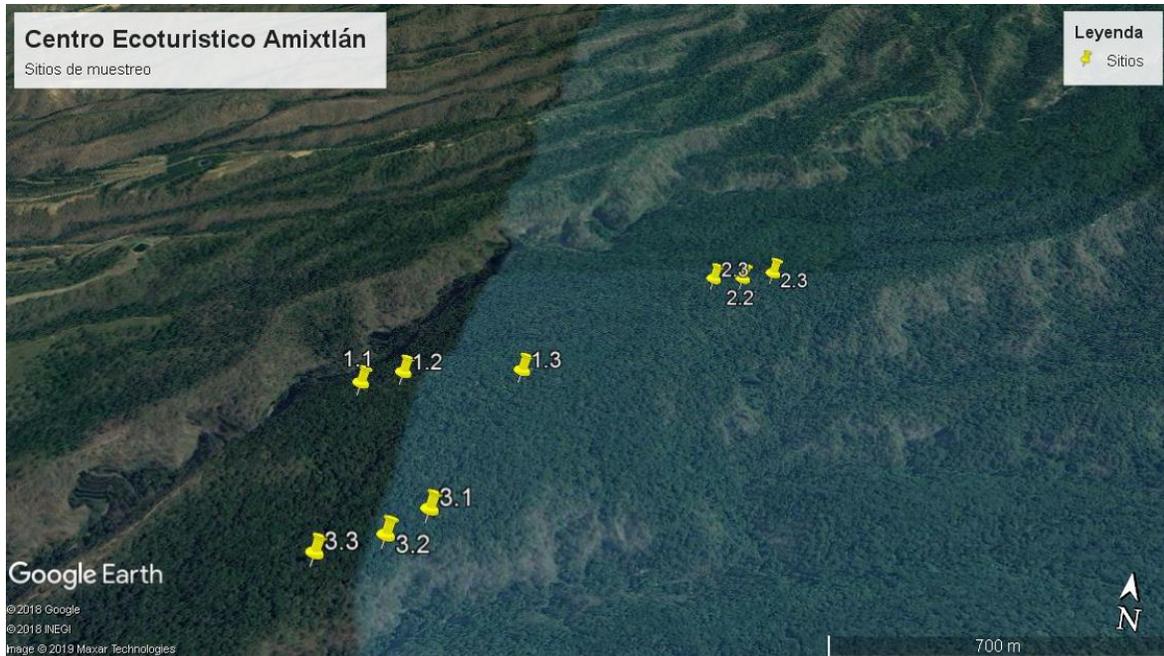


Figura 2. Sitios de colecta en el Centro Ecoturístico Amixtlán, Zapotitlán de Vadillo, Jalisco, México.

4.2.2 Colecta

Se realizaron colectas en tres sitios con diferente tipo de vegetación (bosque mesófilo de montaña, bosque de pino-encino y vegetación secundaria); en cada sitio se marcaron tres transectos (Figura 2), en cada uno de estos transectos se pusieron 2 unidades de muestreo, cada unidad de muestreo está formado por una trampa de caída, una trampa subterránea, un cernido de hojarasca (se juntaron las dos muestras de hojarasca por transecto) y diez minutos de colecta directa, es una variación del protocolo ALL (Agosti y Alonso, 2003) en total se colocaron 252 trampas divididas de la siguiente manera: 36 cernidos de hojarasca, 72 trampas pitfall, 72 trampas subterráneas y 72 colectas directas. Se realizó el muestreo en cuatro ocasiones, dos en temporada de lluvias y dos en temporada de secas. Así también se colectó de manera directa en los alrededores del centro ecoturístico y en el camino fuera de los sitios de colecta.

Trampas de caída: se utilizaron envases de plástico de 10 cm. de diámetro y 14 cm. de altura, con 200ml de alcohol al 70% enterradas a ras de suelo por 48 horas, después se retiraron y el contenido se puso en frascos de vidrio con alcohol al 70% para su determinación. Trampas subterráneas: se utilizaron trampas subterráneas enterradas en el suelo, se dejaron 48 horas posteriormente se retiraron y el contenido se puso en frascos de vidrio con alcohol al 70% para su identificación. Cernido de hojarasca: se recolectó un metro cuadrado de hojarasca en cada unidad de muestreo, se colocó en bolsas de tela para su transportación ya en el laboratorio se introdujo en sacos Winkler, donde se dejó por 48 horas, posteriormente se recogieron las hormigas y se colocaron en frascos con alcohol al 70% para su determinación. Colecta directa: consistió en la recolección de hormigas de manera manual en cada unidad de muestreo por 10 minutos, se inspeccionaron troncos en descomposición, ramas secas, debajo de piedras y en todos los lugares aptos para las hormigas en un radio de 5 metros a la redonda del sitio de colecta.

Adicionalmente se realizaron colectas directas alrededor del Centro Ecoturístico y en los caminos adyacentes a este, estas colectas se agregaron al listado de especies del sitio. La determinación de los ejemplares se realizó en base en claves y descripciones propuestas en publicaciones especializadas en el tema.

En la lista comentada se incluye una pequeña sinopsis de cada una de las especies presentes, además se añaden datos de distribución estatal, comentarios sobre el tipo de vegetación, método de colecta y temporada en cómo fueron colectadas en el centro ecoturístico y fotos para una posible determinación más rápida. Se contribuye con nuevos registros para el estado de Jalisco.

4.3 RESULTADOS

En total de la revisión de las muestras se obtuvieron 1077 individuos, más los que se colectaron en diferentes sitios dentro del centro pero fuera de los sitios de colecta de los cuales no se tiene un número exacto de individuos colectados. Se determinaron en cinco subfamilias, 24 géneros y 35 especies en todo el Centro Ecoturístico Amixtlán (cuadro 1).

Subfamilia	Genero	Especie
Dolichoderinae	<i>Azteca</i>	<i>pittieri</i>
Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex</i>	<i>insanus</i>
Dolichoderinae	<i>Forelius</i>	<i>pruinusus</i>
Dolichoderinae	<i>Linepitema</i>	<i>dispertitum</i>
Dolichoderinae	<i>Myrmelachista</i>	<i>skawarrae</i>
Dolichoderinae	<i>Tapinoma</i>	<i>ramulorum satullum</i>
Dorylinae	<i>Labidus</i>	<i>coecus</i>
Formicinae	<i>Brachymyrmex</i>	<i>depilis</i>
Formicinae	<i>Brachymyrmex</i>	<i>heeri</i>
Formicinae	<i>Brachymyrmex</i>	<i>minutus</i>
Formicinae	<i>Camponotus</i>	<i>atriceps</i>
Formicinae	<i>Colobopsis</i>	<i>cerberula</i>
Formicinae	<i>Nylanderia</i>	<i>steinheili</i>
Myrmicinae	<i>Aphaenogaster</i>	<i>punctaticeps</i>
Myrmicinae	<i>Aphaenogaster</i>	<i>punctatissima</i>
Myrmicinae	<i>Atta</i>	<i>mexicana</i>
Myrmicinae	<i>Cephalotes</i>	<i>insularis</i>
Myrmicinae	<i>Crematogaster</i>	<i>ashmeadi</i>
Myrmicinae	<i>Cyphomyrmex</i>	<i>rimosus</i>
Myrmicinae	<i>Monomorium</i>	<i>minimum</i>
Myrmicinae	<i>Pheidole</i>	sp.1
Myrmicinae	<i>Pheidole</i>	sp.2
Myrmicinae	<i>Pheidole</i>	<i>punctatissima</i>
Myrmicinae	<i>Pheidole</i>	<i>tolteca</i>
Myrmicinae	<i>Solenopsis</i>	<i>geminata</i>
Myrmicinae	<i>Solenopsis</i>	<i>texana</i>
Myrmicinae	<i>Stenamma</i>	<i>manni</i>
Myrmicinae	<i>Temnothorax</i>	<i>bicolor</i>
Myrmicinae	<i>Temnothorax</i>	<i>silvestrii</i>

Ponerinae	<i>Hypoponera</i>	<i>opacior</i>
Ponerinae	<i>Hypoponera</i>	<i>punctatissima</i>
Ponerinae	<i>Leptogenys</i>	<i>elongata</i>
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex</i>	aff. <i>elongatulus</i>
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex</i>	<i>gracilis</i>
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex</i>	<i>pallidus</i>

Cuadro 1. Listado de especies del Centro Ecoturístico Amixtlán.

De las subfamilias observadas, la más abundante y diversa fue Myrmicinae: con 392 individuos y 15 especies; seguida en abundancia por Dorylinae: con 388 individuos, pero con una sola especie; y por Formicinae en riqueza específica: con seis especies y 28 individuos; Dolichoderinae está representada por 213 individuos y cuatro especies. Las subfamilias Ponerinae y Pseudomyrmecinae, forman parte del resto de las subfamilias presentes con 62 individuos y tres especies y 3 individuos y tres especies respectivamente, (Cuadro 2).

Subfamilia	Géneros	Morfoespecies	Ejemplares
Dolichoderinae	4	4	213
Dorylinae	1	1	388
Formicinae	4	6	28
Myrmicinae	10	15	392
Ponerinae	2	3	62
Pseudomyrmecinae	1	3	3
Total	22	32	1086

Cuadro 2. Riqueza específica y abundancia por subfamilia de hormigas revisadas.

Especies	Abundancia	Especies	Incidencia
<i>Labidus coecus</i>	388	<i>Solenopsis texana</i>	65

<i>Solenopsis texana</i>	250	<i>Labidus coecus</i>	39
<i>Tapinoma ramulorum</i>	133	<i>Tapinoma ramulorum</i>	32
<i>Myrmelachista skwarrae</i>	73	<i>Myrmelachista skwarrae</i>	26
<i>Pheidole punctatissima</i>	56	<i>Stenamma manni</i>	20

Cuadro 3. Especies con la mayor abundancia e incidencia.

Las especies más abundantes fueron *Labidus coecus* con 388 individuos, seguida por *Solenopsis texana* con 250 individuos. Las más frecuentes fueron *Solenopsis texana* con 65 presencias en la muestras seguida por *Labidus coecus* con 39 presencias y en tercer lugar *Tapinoma ramulorum satullum* con 32 presencias (Cuadro 3).

El sitio con mayor abundancia con 516 individuos y mayor diversidad con 18 especies fue el sitio 3 con vegetación de mesófilo de montaña.

La temporada con mayor abundancia fue la temporada dos en el mes de Abril (época de secas) con 319 individuos y la temporada con mayor diversidad de especies fue la temporada 3 en el mes de Agosto (época de lluvias) con 17 especies.

El método de colecta con mayor abundancia con 423 individuos y mayor diversidad con 17 especies fue la recolección de hojarasca para las sacos mini-Winkler.

De las 35 especies registradas para el Centro Ecoturístico Amixtlán, 17 especies son nuevos registros para el estado de Jalisco las cuales son: *Aphaenogaster punctatissima*, *Brachymyrmex depilis*, *B. heeri*, *B. minutus*, *Colobopsis cerberula*, *Crematogaster ashmeadi*, *Dorymyrmex insanus*, *Hypoponera opacior*, *Linepithema dispertitum*, *Myrmelachista skwarrae*, *Nylanderia steinheili*, *Solenopsis texana*, *Tapinoma ramulorum satullum*, *Temnothorax bicolor*, *T. silvestrii*, *Pheidole tolteca* y *P. punctatissima* (Cuadro 4).

Especies	
<i>Azteca pittieri</i>	
<i>Dorymyrmex insanus*</i>	X
<i>Forelius pruinosus</i>	
<i>Linepithema dispertitum</i>	X

<i>Myrmelachista skwarrae</i>	X
<i>Tapinoma ramulorum satullum</i>	X
<i>Labidus coecus</i>	
<i>Brachymyrmex depilis</i>	X
<i>Brachymyrmex heeri</i>	X
<i>Brachymyrmex minutus</i>	X
<i>Camponotus atriceps</i>	
<i>Colobopsis cerberula</i>	X
<i>Nylanderia steinheili</i>	X
<i>Aphaenogaster punctaticeps</i>	
<i>Aphaenogaster punctatissima</i>	X
<i>Atta mexicana</i>	
<i>Cephalotes insularis</i>	
<i>Crematogaster ashmeadi</i>	X
<i>Cyphomyrmex rimosus</i>	
<i>Monomorium minimum</i>	
<i>Pheidole</i> sp. 1	
<i>Pheidole</i> sp. 2	
<i>Pheidole punctatissima</i>	X
<i>Pheidole tolteca</i>	X
<i>Solenopsis texana</i>	X
<i>Solenopsis geminata</i>	
<i>Stenamman manni</i>	
<i>Temnothorax bicolor</i>	X
<i>Temnothorax silvestrii</i>	X
<i>Hypoponera opacior</i>	X
<i>Hypoponera punctatissima</i>	
<i>Leptogenys elongata</i>	
<i>Pseudomyrmex aff. elongatulus</i>	
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	
<i>Pseudomyrmex pallidus</i>	

Cuadro 4. Listado de especies del Centro Ecoturístico Amixtlán y los nuevos registros para Jalisco

4.3.1 Lista comentada

En la lista comentada se incluye una pequeña sinopsis de cada una de las especies presentes, además se añaden datos de distribución estatal, comentarios sobre el tipo de vegetación, método de colecta y temporada en cómo fueron colectadas en el centro ecoturístico y fotos para una posible determinación más rápida. Se contribuye con nuevos registros para el estado de Jalisco. Las especies se ordenaron en orden alfabético y se pusieron en dos grupos: Especies encontradas en los sitios de colecta y especies encontradas fuera de los sitios de colecta.

4.3.1.1 Especies encontradas dentro de área de muestreo

1. *Aphaenogaster punctaticeps* MacKay, 1989

Diagnosis: Obreras mayores de 5.5 mm de longitud, cabeza y mesosoma de color café rojizo, peciolo, postpeciolo y gáster ligeramente más oscuros. Cabeza con estrías en la parte basal y que van disminuyendo en la parte superior de la misma, cabeza con puntuaciones muy notorias en su totalidad. Espinas propodeales poco desarrolladas. 12 artejos antenales en donde los escapos tienen abundantes pelos apresados y algunos erectos. Pilosidad erecta presente en cabeza y cuerpo de manera no muy abundante (MacKay, 1989).

Comentarios: Se colectaron con 3 métodos diferentes: colecta directa, trampa pitfall y con sacos mini Winkler, a pesar de esto el número de ejemplares es mínimo, lo cual corrobora lo que dice la descripción original que menciona que son hormigas raras.

Distribución en México: Jalisco.

2. *Aphaenogaster punctatissima* MacKay, 2017

Diagnosis: Obreras mayores de 5.5 mm de longitud, hormiga de color café rojizo oscuro, patas, peciolo ligeramente más claros en color. Cabeza completamente puntuada y con estrías en la parte basal y que disminuyen de manera total en la parte superior de la cabeza, Espinas propodeales poco desarrolladas. 12 artejos antenales en donde los escapos tienen abundantes pelos apresados y algunos erectos. Pilosidad erecta presente en cabeza y cuerpo de manera no muy abundante. Difiere de *A. punctaticeps* en la cantidad de estrías siendo mayor en *punctaticeps*, así también en la coloración de las patas siendo ligeramente más claras en *A. punctatissima* (MacKay y MacKay, 2017).

Comentarios: Se colectó solo en una ocasión y de manera directa, por lo cual lo hace una especie difícil de encontrar en el Centro Ecoturístico Amixtlán.

Distribución en México: Colima y es nuevo registro para el estado de Jalisco.

3. *Brachymyrmex depilis* Emery, 1893

Diagnosis: Hormigas monomórficas muy pequeñas su longitud va desde 1.4 a los 2 mm. Amarillas con el borde de las mandíbulas más oscuro. Ojos con 16 a 20 omatidios, gáster brillante y con pubescencia pero casi sin pelos erectos en el cuerpo algunos en el clípeo y en la parte final del abdomen. Antenas presentan 9 artejos y el escapo sobrepasa ligeramente el margen de la cabeza (Santschi, 1923).

Comentarios: Se colectó en dos ocasiones y solo de manera directa en dos puntos de colecta dentro del mismo sitio.

Distribución en México: Baja California, Baja California Sur, Durango, Guerrero, Puebla, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y es nuevo registro para Jalisco.

4. *Brachymyrmex heeri* Forel, 1874

Diagnosis: Hormigas monomórficas muy pequeñas su longitud va desde 1.2 a los 2 mm. Amarillas ligeramente pardas o rojizas, la cabeza y el gáster más oscuros y brillantes. Ojos con más de 35 omatidios, Presenta pubescencia especialmente en el abdomen, pilosidad erecta escasa y ausente en patas y antenas. Las antenas presentan 9 segmentos y el escapo sobrepasa en más de un cuarto el margen de la cabeza (Santschi, 1923).

Comentarios: Se colectó en 2 ocasiones con el método de colecta de las trampas mini-Winkler, en el mismo sitio en diferente época del año, por lo cual en Amixtlán esta hormiga es muy críptica.

Distribución en México: Chiapas, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y es nuevo registro para Jalisco.

5. *Brachymyrmex minutus* Forel, 1893

Diagnosis: Hormigas monomórficas muy pequeñas su longitud va desde 1 a 1.3 mm. Amarillas. Ojos de tamaño moderado con más de 5 omatidios puede tener o no tener ocelos. Pubescencia densa en el primer terguito gastral, pelos erectos en el pronoto y mesonoto. Las antenas presentan 9 artejos antenales, los escapos sobrepasan el margen por un quinto de su longitud (AntWeb, 2019).

Comentarios: Se colectaron en una sola ocasión con el método de colecta de sacos mini-Winkler. Solo se obtuvieron 2 ejemplares.

Distribución en México: Chiapas y es nuevo registro para Jalisco.

6. *Camponotus atriceps* (Smith, 1858)

Diagnosis soldados: Pueden llegar a medir poco más de un centímetro, de color amarillento con la cabeza y el disco torácico café oscuro. Cabeza muy grande mucho más ancha que el

tórax y emarginada profundamente por detrás, mandíbulas con 5 dientes romos. Presenta pelos erectos en todo el cuerpo (Smith, 1858).

Diagnosis obreras menores: Muy parecida a la obrera mayores en color, forma y pilosidad solo de tamaño menor pueden llegar a medir 8.5 mm, presentan la cabeza mucho más pequeña (Smith, 1858).

Comentarios: Se colectó en 3 ocasiones con 2 diferentes tipos de métodos de colecta, 2 veces en trampas pitfall y una ocasión con trampa subterránea, esto se puede deber que las trampas se colocaron cercanas a árboles, lo que puede justificar que esta hormiga arbórea haya caído en estas trampas.

Distribución en México: Campeche, Ciudad de México, Guerrero, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Puebla, Quintana Roo, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán.

7. *Cephalotes insularis* (Wheeler, 1934)

Diagnosis obrera: Hormigas de tamaño medio que van desde los 4 mm a los 5mm. De color café oscuro a negro. Carina frontal de color amarillento, a contraluz se observa café rojizo y semitransparente, patas anaranjadas La cabeza es reticulada, con foveas superficiales irregulares separadas por reticulación amplia y es casi igual en la mayoría del cuerpo, presenta ángulos redondos en los vértices superiores, con borde crenulado superficialmente. El borde del vértice es recto y de manera variable en el margen medial. Carina frontal con una muesca superficial sobre los ojos. Los escrobos antenales se extienden al borde antero-ventral de los ojos. Mesosoma convexo en vista lateral, pronoto con una laminilla estrecha que tiene tres pares de dientes laterales, el propodeo presenta espinas puntiagudas y delgadas dirigidas lateralmente. Peciolo y postpeciolo presentar un par de espinas que apuntan hacia atrás y su origen es la parte media del peciolo y pospeciolo. El pospeciolo es más ancho que el peciolo. Gáster de forma oval, sin cresta, lóbulo o margen lateral (De Andrade y Baroni Urbani, 1999).

Comentarios: Se colectó en una sola ocasión con el método de colecta de sacos mini-Winkler, consideramos que el ejemplar que se colectó ya se encontraba muerto es por eso que fue encontrado en este método de colecta, pero fuera del área de estudio se encontraba de manera recurrente.

Distribución en México: Jalisco, Nayarit, Sinaloa.

8. *Crematogaster ashmeadi* Mayr, 1886

Diagnosis: Hormigas desde 2.2 a 3 mm, de color variado que van desde totalmente café claro a café oscuro y también se pueden encontrar de manera bicolor, cabeza y gáster más oscuros y mesosoma claro. Cabeza más ancha que larga con algunos pelos apresados, antenas con 11 segmentos y el escapo antenal no llega a sobrepasar el borde posterior de la

cabeza. Mesosoma con pelos apresados y uno o dos pelos erectos en los hombros del mismo. Peciolo y pospeciolo ligeramente escabroso y con pocos pelos apresados y pelos erectos en las esquinas, el peciolo es ligeramente trapezoidal y los hemilobulos del postpeciolo casi redondos. Gáster ligeramente alveolado y con pelos apresados (Morgan y Mackay, 2017).

Comentarios: Se colectó en una sola ocasión de manera directa y nada más se tiene un solo ejemplar, por lo cual se considera una hormiga muy rara para el sitio de colecta.

Distribución en México: Chihuahua, Veracruz y es nuevo registro para Jalisco.

9. *Forelius pruinosus* (Roger, 1863)

Diagnosis: Hormiga pequeña de 1.6 a 2.1 mm, de color café oscuro uniforme en cabeza, tórax y gáster este último presentando un poco de iridiscencia. La forma de la cabeza puede variar ya que puede tener un margen anterior recto o puede presentar lóbulos, el clípeo se extiende entre las fosetas antenales, presenta ojos bien desarrollados. Las antenas presentan 12 segmentos y el escapo alcanza a sobrepasar el margen por muy poco. El pronoto presenta 2 setas erectas y pelos apresados en la mayoría del cuerpo, espiráculo propodeal alargado y el perfil del mesosoma es discontinuo (Cuezzo, 2000).

Comentarios: Se colectó en 2 ocasiones en el mismo sitio y en la misma temporada, en trampa pitfall y en trampa subterránea y se cuenta solo con 2 ejemplares.

Distribución en México: Baja California, Baja California Sur, Campeche, Chihuahua, Chiapas, Coahuila, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Quintana Roo, Sinaloa, San Luis Potosí, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Zacatecas.

10. *Hypoponera opacior* (Forel, 1893)

Diagnosis: Hormigas de 2 a 2.3 mm de color variable desde café claro hasta casi negro con los apéndices de color más claro. Mesopleuron parcial o completamente puntuado o granulado. Cabeza y cuerpo puntuado sobre una superficie de fondo lisa y brillante. Cabeza sin contar las mandíbulas más larga que ancha, borde posterior ligeramente marginado, ángulos posteriores redondeados. Ojos pequeños, redondos y compuestos por alrededor de 6 omatidios. Escapos antenales de algo robustos y que no llegan al borde posterior de la cabeza, segmentos del 3 al 6 más anchos que largos. Mesosoma corto bastante robusto con suturas inconfundibles promesonotales y mesoepinotales. Peciolo en vista lateral muy delgado (AntWiki, 2019).

Comentarios: Se colectó en 3 ocasiones en 2 sitios y temporadas diferentes y se colectaron en su totalidad con cernidos de hojarasca en sacos mini-Winkler.

Distribución en México: Hidalgo, Nuevo León, Quintana Roo, Sonora, Tamaulipas, Tabasco, Veracruz y es nuevo registro para Jalisco.

11. *Hypoponera punctatissima* (Roger, 1859)

Diagnosis: Hormigas de tamaño variable, desde 1.5 mm hasta los 3.5 mm, igual la coloración puede variar desde amarilla a completamente hasta negra pasando por café y café rojizo y en la mayoría del cuerpo es brillante. Ojos pequeños con 5 o menos omatidios, lóbulos frontales relativamente angostos, clípeo con el margen anterior plano a convexo pero nunca formando un triángulo que se proyecta más allá de la base de las mandíbulas, mandíbulas con 7 o más dientes y denticulos. Antenas de 12 segmentos donde los escapos antenales nunca alcanzan el margen de anterior de la cabeza y son más cortos que *P. opacior*. Constricción muy marcada entre los segmentos 3 y 4 abdominales (AntWeb, 2019).

Comentarios: Se colectaron en 13 ocasiones, en 3 temporadas, en los 3 sitios y con dos métodos de colecta diferentes colecta directa y recolección de hojarasca con sacos mini-Winkler lo cual la hace una hormiga bastante común en el centro ecoturístico Amixtlan.

Distribución en México: Baja California, Baja California Sur, Jalisco, Morelos y Tamaulipas.

12. *Labidus coecus* (Latreille, 1802)

Diagnosis soldado: Hormiga de color rojo de tamaño mucho mayor que las obreras entre 8 y 13 mm y con la cabeza cuadrada de gran tamaño que puede variar entre 3 y 4.5 mm. de ancho. La cabeza presenta una carina media muy marcada que llega hasta el margen superior de la misma, el clípeo es cóncavo en su parte media y las mandíbulas son largas curvadas en forma de gancho, con un diente grande en el primer tercio. Escapo antenal corto y delgado llega solo a la mitad de la cabeza. Ojos muy pequeños localizados en la parte media de la cabeza. Pronoto convexo. El peciolo presenta un diente anteroventral agudo dirigido hacia atrás y postpeciolo más ancho que el peciolo (Borgmeier, 1955).

Diagnosis obrera: Se considera obrera a una hormiga con una anchura de cabeza de menos de 3 mm el color es igual que el de los soldados, la cabeza es un poco más rectangular que en los soldados y entre más pequeña es la hormiga más rectangular es la cabeza, mandíbulas triangulares, el escapo antenal alcanza el tercio superior de la cabeza en las obreras más pequeñas pero nunca alcanza el borde occipital, ojos pequeños y el cuerpo es parecido al de los soldados (Borgmeier, 1955).

Comentarios: Se colectaron en 39 ocasiones en todos los sitios de colecta, en todas las temporadas y con los 4 métodos de colecta (Caída, Hojarasca mini-Winkler, subterránea y directa), junto con *Solenopsis texana* es la hormiga más colectada en el centro ecoturístico Amixtlán.

Distribución en México: Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Ciudad de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán, Zacatecas.

13. *Leptogenys elongata* (Buckley, 1866)

Diagnosis: Hormigas grandes que pueden llegar a medir hasta 7 mm y son de color café rojizo a negro, cabeza subtriangular redondeada en la parte superior y algo en la parte inferior, mandíbulas triangulares un poco curvadas hacia dentro y hacia abajo y terminando de manera puntiaguda, ojos bien formados y de color negro. Antenas largas filiformes un poco ensanchadas de manera apical sin formar un mazo. Protórax un poco más angosto que la cabeza, mesotórax pequeño y angosto; el metatórax más largo que el pro y el mesotórax juntos. Peciolo subcuadrado y ovalado por encima, presenta una constricción entre el primer y segundo segmento del abdomen (Buckley, 1866).

Comentarios: Se colectó en 3 ocasiones, en 3 temporadas diferentes, en 2 sitios y en cada ocasión se colectó con un método de colecta diferente (directa, sacos mini-Winkler y pitfall) y solo se tienen 7 ejemplares.

Distribución en México: Jalisco, Morelos, Nuevo León, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz, Zacatecas.

14. *Linepithema dispertitum* (Forel, 1885)

Diagnosis: Hormigas de tamaño mediano de 2 a 2.5 mm de longitud de color café medio a algo amarillentas. La forma de la cabeza puede variar de ser completamente ovalada a tener forma acorazonada, ojos de tamaño medio con un promedio de 61 omatidios, escapos antenales en vista frontal sobrepasan totalmente el margen superior de la cabeza. El mesosoma es convexo con una ligera impresión mesal en el mesonoto, el propodeo en su mayoría está levantado y uniformemente redondeado a algo aplanado dorsalmente. La cabeza y el mesosoma son lisas y algo brillantes, presentan pubescencia corta y densa y algunos pelos semierectos, el gáster en el segmento uno y dos presenta pubescencia abundante y corta y que va disminuyendo para los otros segmentos del gáster (Shattuck, 1992).

Comentarios: Se colectaron en dos ocasiones en un solo sitio, en dos temporadas diferentes y solo con solo método de colecta (trampas pitfall) solo se tienen 3 ejemplares lo cual la hace una hormiga rara en el centro ecoturístico Amixtlan.

Distribución en México: Hidalgo, Tlaxcala y es nuevo registro para Jalisco.

15. *Monomorium minimum* (Buckley, 1866)

Diagnosis: Hormiga pequeña de un poco más de 1.5 mm. Todo el cuerpo es liso y brillante de color negro cafésoso, puede presentar pelos erectos de color gris, las patas son de color un poco más claro, cabeza rectangular un poco más ancha que el tórax, mandíbulas pequeñas, curvadas, triangulares y agudas en su parte inferior, las antenas son largas y el escapo antenal no alcanza el margen de la cabeza. Peciolo un poco hacia delante y subagudo y con el pedúnculo largo, postpeciolo redondeado. Gáster largo y ovalado (Buckley, 1866).

Comentarios: Se colectó en 6 ocasiones en 3 temporadas diferentes, en 3 tipos de vegetación y con los 4 tipos de colecta utilizados (trampas pitfall, subterráneas, colecta directa y recolección de hojarasca para sacos mini-Winkler) Se cuenta con 7 ejemplares.

Distribución en México: Chihuahua, Coahuila, Durango, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Querétaro, Sinaloa, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán.

16. *Myrmelachista skwarrae* Wheeler, 1934

Diagnosis: Hormigas de 2 a 2.5 mm de longitud de color café oscuro a negro, con las antenas, coxas y patas de un color más claro, son lisas y brillantes en todo el cuerpo y cuenta con algunas puntuaciones esparcidas en el todo el cuerpo. Cabeza larga y rectangular tan ancha como larga pero ligeramente más estrecha en la parte basal. Mandíbulas convexas con 5 dientes, clípeo con un pequeño diente medio. Antenas bastante robustas y pequeñas con un mazo antenal compuesto por 3 segmentos. Mesosoma corto y robusto pero menos ancho que la cabeza, promesonoto convexo, mesonoto transversalmente redondeado-rectangular, epinoto más bajo y corto que el promesonoto. Peciolo más bien corto, tan largo como ancho, la escama peciolar inclinada hacia delante. Gáster alargado y de forma ovalada (Wheeler, 1934b).

Comentarios: Se colectó en 26 ocasiones, en todas las temporadas, en todos los sitios y en 3 de los 4 métodos de colecta se pudo colectar (trampas pitfall, colecta directa y con recolección de hojarasca para los sacos Winkler) se tienen 63 ejemplares lo cual hace que sea una hormiga muy común en Amixtlan.

Distribución en México: Hidalgo, Morelos, Veracruz y es nuevo registro para el estado de Jalisco.

17. *Nylanderia steinheili* (Forel, 1893)

Diagnosis: Hormigas pequeñas de 2 a 2.5 mm de longitud, son de color café oscuro en la mayoría del cuerpo, las coxas medias y posteriores son de color amarillo, las articulaciones de las patas también son ligeramente más claras. Son lisas y brillantes pero pueden presentar pelos apresados, presentan pelos erectos en todo el cuerpo siendo la cabeza la que tiene una cantidad mayor de estos. Mandíbulas con 6 dientes, el clípeo es ligeramente cóncavo en el centro de su borde anterior, cabeza de forma ovalada-rectangular tan ancha adelante como detrás. Los escapos sobrepasan el margen de la cabeza aproximadamente un tercio de su longitud. Mesosoma bastante robusto que presenta una sutura promesonotal muy profunda y marcada y que tiene una pequeña elevación en su parte media, el metanoto es redondeado y casi tan alto como el mesonoto (Forel, 1893).

Comentarios: Se colectó en 6 ocasiones, en 3 temporadas diferentes, con 3 métodos de colecta (recolección de hojarasca para sacos mini-Winkler, Pitfall y colecta directa), solo se colectaron en el sitio 3 y se tienen solo 10 ejemplares.

Distribución en México: Nayarit, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y es nuevo registro para Jalisco.

18. *Pheidole punctatissima* Mayr, 1870

Diagnosis soldados: Hormigas de tamaño medio de 2,2 a 2.7 mm Cuerpo de color café rojizo a casi negro. Cabeza bicolor con los dos tercios posteriores amarillentos en contraste con el tercio anterior café más oscuro igual que el resto del cuerpo. Cabeza subcuadrada, a menudo completamente foveolada, pero las porciones de los lóbulos posterolaterales pueden ser brillantes. Lóbulos posterolaterales nunca presenta arrugas. Promesonoto en perfil forma una única cúpula, que carece de una prominencia distinta en la pendiente posterior. El dorso promesonotal generalmente puntuado y nunca con arrugas transversales distintas. Pospeciolo no hinchado en relación con el pecíolo. Pospeciolo relativamente amplio; claramente dos veces más ancho que el pecíolo en vista dorsal. Gáster con al menos anterior 1/3 del primer terguito de color mate (Sarnat et al., 2015).

Diagnosis obrera menor: Hormigas pequeñas menores a 2 mm, Cuerpo de color café rojizo a casi negro. La cabeza está totalmente cubierta por una red de puntuaciones reticuladas incluida la zona de la superficie de la carina frontal. Margen posterior de la cabeza relativamente estrecho. Los escapes de la antena carecen de pelos erectos, los escapos superan el margen posterior de la cabeza en una distancia igual o mayor que el ojo. Promesonoto en perfil forma una única cúpula, careciendo de una prominencia distinta en la pendiente posterior. Pelos en mesosoma gruesos, erectos, de igual longitud y dispuestos en pares. Pospeciolo no hinchado en relación con el pecíolo y es amplio en vista dorsal, claramente más ancho que el pecíolo. Gáster con al menos 1/3 anterior del primer terguito de color mate (Sarnat et al., 2015).

Distribución en México: Campeche, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y es nuevo registro para Jalisco.

19. *Solenopsis texana* Emery, 1895

Diagnosis obrera: Es una hormiga extremadamente pequeña de 1.2 a 1.4 mm, son de color amarillo pálido a café claro. Los artejos antenales menores son muy pequeños 0.1 mm en longitud total. Los dientes laterales del clípeo son angulados y los dientes extralaterales están presentes únicamente como protuberancias. El pecíolo es liso y brillante con un ángulo ventral y el gáster también es liso y brillante. En esta especie es recomendable tener algún ejemplar de reina (Pacheco & Mackay, 2013).

Diagnosis reina: La reina es pequeña de 3.1 a 3.9mm, de color café medio a café amarillento, con ojos relativamente pequeños (0.160 mm en el mayor diámetro). El metapleurón tiene estrías horizontales y los lados del pecíolo y pospeciolo son finamente estriados, con punciones dispersas. Son fácilmente reconocibles por el color y el tamaño relativamente pequeño del ojo (Pacheco & Mackay, 2013).

Comentarios: Se colectó en 65 ocasiones siendo la hormiga más colectada de todas las encontradas en Amixtlan, fue encontrada en los 3 sitios, con todos los métodos utilizados (recolección de hojarasca para sacos mini-Winkler, colecta directa, trampas pitfall y trampas

subterráneas) y se tienen 250 ejemplares siendo la segunda especie más abundante solo por debajo de *Labidus coecus*.

Distribución en México: Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas y es nuevo registro para Jalisco.

20. *Stenamman manni* Wheeler, 1914

Diagnosis: Hormigas de tamaño medio a grande, mayores a 3 mm, de color muy variable que puede ir desde el negro hasta el rojo. La cabeza generalmente está completamente esculpida, en su mayoría rugo-reticulada, con algunas arrugas o carinas longitudinales a lo largo de la línea media, margen basal de las mandíbulas rectas, ojo de tamaño moderado de forma ovalada, con 5–8 omatidios en su máxima expresión. El mesosoma generalmente esculpido en su mayoría con carinas, arrugas, rugo-retículas o puntuaciones presenta espinas tuberculadas a cortas, solo a veces con el pronoto en su mayoría o completamente liso; diámetro. El primer esternito y el terguito gástrico a veces punteados (Branstetter, 2013).

Comentarios: Se colectó en 19 ocasiones en tres de las cuatro temporadas, con los tres de los cuatro métodos de colecta (recolección de hojarasca para sacos mini-Winkler, trampas pitfall y trampas subterráneas) y se tienen 43 ejemplares.

Distribución en México: Chiapas, Colima, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Oaxaca, Puebla, Querétaro y Veracruz.

21. *Tapinoma ramulorum satullum* Wheeler, 1934

Diagnosis obrera: Hormigas relativamente grandes para el género de 1.5 a 2 mm. de longitud. Cabeza, mesosoma y metasoma completamente café oscuro, patas coloreadas distintivamente, fémures cafés, trocánteres amarillentos, al igual que las tibias, tarsos y uñas tarsales. Cabeza semi-rectangular y antenas oscuras y sobrepasando el margen occipital de la cabeza por más de un cuarto de su longitud. Ojos con más de ocho facetas en su máxima longitud. Mesosoma en perfil, sutura promesonotal convexa, hombros pronotales proyectados hacia afuera, surco metanotal marcado en una línea fina similar a una incisión, no profunda. Metasoma el peciolo sin escama, cara dorsal recta, cara anterior ventral recta, lóbulo posteroventral prominente, proyectándose desde la mitad de la cara ventral. Primer terguito más ancho que largo (García-Avenida y Guerrero, 2018).

Comentarios: Se colectó en 32 ocasiones, en las 4 cuatro temporadas, en los 3 sitios y con todos los métodos de colecta (colecta directa, trampa pitfall, trampa subterránea y sacos mini-Winkler). Se tienen 133 ejemplares y fue la hormiga más común colectada por el método de colecta directa.

Distribución en México: Hidalgo, Veracruz y es nuevo registro para Jalisco.

22. *Temnothorax silvestrii* (Santschi, 1911)

Diagnosis: Hormigas de tamaño medio de 3 a 3.4 mm. de longitud. De color amarillo a café. Cabeza fuertemente puntuada y entremezclado de las puntuaciones se encuentran

rugosidades. Las mandíbulas tienen 5 dientes. Antenas con 12 segmentos, el dorso del mesosoma y el peciolo tienen una textura muy parecida, los costados del mesosoma del peciolo y el postpeciolo completo con la textura muy similar pero con las puntuaciones y rugosidades menos marcadas. Las espinas propodeales muy desarrolladas. El pedúnculo del peciolo es alargado y el nodo peciolar es cuadrado y truncado. El primer segmento del gáster es liso pero presenta algo de puntuaciones (Mackay, 2000).

Comentarios: Se colectó en 10 ocasiones, en 2 de las 4 temporadas, en los 3 sitios y con los 4 métodos de colecta (colecta directa, trampa pitfall, trampa subterránea y sacos mini-Winkler), se tienen solo 13 ejemplares de esta especie.

Distribución en México: Baja California Sur, Sonora y es nuevo registro para Jalisco.

4.3.1.2 Especies encontradas fuera del área de muestreo

23. *Atta mexicana* (Smith, 1858)

Diagnosis obreras mayores y menores: La obrera mayor tiene una longitud mayor a centímetro y las menores son de tamaño más pequeño. Las obreras mayores son de un color rojo oscuro y las menores tienden a ser menos oscuras. Presentan una espina en cada lóbulo de la cabeza y las obreras menores presentan una pequeña espina en la parte frontal de la cabeza. Mandíbulas con ocho dientes. En el tórax presenta dos espinas antes, dos proyecciones entre y dos espinas sobre metatórax. También presenta una espina en la pleura por encima de las coxas anteriores (Norton, 1868).

Comentarios: Esta hormiga no se encontró dentro de los sitios de investigación pero en la zona de las cabañas y en el camino que lleva al centro ecoturístico fue muy abundante.

Distribución en México: Aguascalientes, Coahuila, Colima, Ciudad de México, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas.

24. *Azteca pittieri* Forel, 1899

Diagnosis: Hormigas de tamaño variable de color café. Fórmula palpal 5,3; tibia media y posterior con una espuela apical pectinada prominente; superficie dorsal de la mandíbula lisa y brillante, fila de puntuaciones grandes a lo largo del margen masticatorio y con una seta en medio, otras pequeñas y carentes de setas, cabeza alargada con lados débilmente convexos; en vista lateral el pronoto superficialmente convexo, mesonoto ligeramente más convexo y formando convexidad ligeramente separada; escapo con setas erectas

moderadamente abundantes, discretas, la longitud de las setas es de aproximadamente la mitad del ancho máximo del escapo; tibia media y posterior con setas erectas moderadamente abundantes; lados de la cabeza con 2–5 setas erectas cortas anteriores al ojo, sin setas en otra parte; margen posterior de la cabeza con abundantes setas erectas cortas; pronoto, mesonoto y dorsal cara del propodeo con abundantes setas erectas (Longino, 2007).

Comentarios: Solo se colectó un ejemplar de esta especie y fue debajo de un árbol en el camino antes de llegar al centro ecoturístico.

Distribución: Chiapas, Colima, Jalisco, Veracruz.

25. *Cyphomyrmex rimosus* (Spinola, 1851)

Diagnosis: Hormigas de tamaño pequeño muy variable de color café opaco a café negruzco. La superficie total de la hormiga presenta pelos en forma de escamas. Presenta 11 segmentos antenales y un mazo de dos segmentos, los escapos antenales se extienden fácilmente más allá del nivel del ojo. Escrobos antenales presentes y bien desarrollados. Ojos medianos a grandes (más de 5 facetas) pero claramente menor que longitud de la mitad de la cabeza. Ojos localizados debajo del escrobo antenal cerca de la línea media de la cabeza. Los lóbulos frontales oscurecen el contorno de la cara entre la mandíbula y el ojo. Esquinas posterolaterales de la cabeza sin espinas. Mandíbulas triangulares. Espinas pronotales ausentes. Propodeo que carece de espinas o dientes, pero presenta tubérculos (Antweb, 2019).

Diagnosis: Se colectaron de manera directa en la zona de las cabañas del centro ecoturístico Amixtlan.

Distribución en México: Chiapas, Hidalgo, Jalisco, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán.

26. *Colobopsis cerberula* (Emery, 1920)

Diagnosis: Hormigas brillantes de color marrón oscuro o negro; Mandíbulas, superficie truncada y cerca de dos quintas partes de la cabeza que lo rodea, puntas del escapo, funículo, tarsos y suturas del tórax, pecíolo y patas, de color rojo. Pelos blancos, cortos, erectos, extremadamente dispersos en la parte posterior de la cabeza, ausentes en el tórax, el pecíolo y los apéndices.

Cabeza proporcionalmente más grande y más ancha que en la hembra, pero claramente más larga que ancha, con lados paralelos en la parte anterior. Ojos planos, totalmente el doble de su longitud desde el borde del truncamiento. Escapos antenales que se extienden una distancia igual a su diámetro más grande más allá del margen superior de la cabeza. Mandíbulas gruesas y planas, con cinco dientes robustos, sub-iguales. Clípeo más largo que ancho. Tórax robusto, más estrecho que la cabeza; De perfil la sutura mesoepinotal muy marcada; el mesonoto convexo, claramente más alto que el pro y el epinoto; pronoto en vista dorsal muy ancho, convexo y semicircularmente redondeado anteriormente. Nodo peciolar

bajo, grueso y nodiforme, un poco más del doble de ancho que largo, casi tan grueso arriba como abajo, con superficies anterior y posterior aplanados, el borde grueso superior y el borde transversal están fuertemente impresos en la parte central. Gaster alargado elípticamente. Fémur delantero ensanchado (Wheeler, 1934 b).

Comentarios: Colectada a los alrededores del centro ecoturístico y fue capturada de manera directa.

Distribución en México: Michoacán, Veracruz y es nuevo registro para el estado de Jalisco.

27. *Dorymyrmex insanus* (Buckley, 1866)

Diagnosis: Marrón medio a oscuro. Cabeza más larga que ancha lados laterales paralelos y ligeramente convexos. Margen posterior de cabeza con una demarcación media débil. Pronoto con 0–2 setas erectas. Promesonoto ligeramente convexo con un débil subángulo detrás, formando un tubérculo débil en la misma línea de propodeo en perfil (Cuezzo y Guerrero, 2011).

Comentarios: Colectada a los alrededores del centro ecoturístico y fue capturada de manera directa.

Distribución en México: Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Durango, Hidalgo, Nayarit, Nuevo León, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y es nuevo registro para Jalisco.

28. *Pheidole tolteca* Forel, 1901

Diagnosis soldado: Hormigas de tamaño grande de más de 4 mm de longitud total y con un ancho de cabeza de 1.78 mm. Cabeza y apéndices de color café rojizo claro, el resto del cuerpo café rojizo medio. El escapo antenal solo alcanza la esquina occipital, pilosidad de cabeza y mesosoma cortos, erectos a suberectos, y en su mayoría de la misma longitud, espinas propodeales largas y relativamente delgadas, formas rugoreticuladas forman una banda de ojo a ojo, centro del dorso pronotal con arrugas rotas y dispersas; Húmero prominente, subangular. Postpetiolo desde arriba elíptico (Wilson, 2003).

Diagnosis menor: Cuerpo completamente foveolado, espinas propodeales delgadas y de un tercio del largo de la cara propodeal basal anterior a ellas. Occipucio estrecho y con cuello nual (Wilson, 2003).

Comentarios: Colectada a los alrededores del centro ecoturístico y fue capturada de manera directa.

Distribución en México: Morelos y es nuevo registro para el estado de Jalisco.

29. *Pseudomyrmex gracilis* (Fabricius, 1804)

Diagnosis: Hormigas de tamaño muy variable pero en general son grandes, tienen muchas combinaciones de color desde unicolor negro (apéndices más claros) hasta unicolor naranja-café, con muchas combinaciones intermedias y bicolors. Cabeza ancha, casi tan ancha como

larga, margen anterior del lóbulo de la glándula media recto a ampliamente convexo, redondeado lateralmente; pronoto dorsolateralmente marginado pero no bruscamente, en vista lateral, el mesonoto es más inclinado que la cara basal del propodeo; pecíolo largo y delgado con un pedúnculo anterior muy distintivo; cabeza densamente punteada con un aspecto subopaco a sublúcido (no mate); pilosidad de pie abundante, fina, predominantemente pálida plateada-blanca (no negra) (Ward 1993).

Comentarios: Colectada a los alrededores del centro ecoturístico y fue capturada de manera directa.

Distribución en México: Campeche, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán.

30. *Pseudomyrmex pallidus* (Smith, 1855)

Diagnosis: Hormigas de tamaño medio y muy variable entre 2 mm y 3 mm, son de color amarillo-naranja de manera uniforme. Margen anterior clipeal medialmente plano y lateralmente angulado. Longitud del ojo es mayor que la longitud del escapo antenal. Márgenes laterales del pronoto redondeados, sutura metanotal presente pero no es muy profunda. El pecíolo es delgado y presenta un pedúnculo anterior y un diente anteroventral muy distintivos. Cabeza subopaca a débilmente brillante; la frente presenta una puntuación densa sobre un fondo coriáceo, el dorso del mesosoma y el pecíolo presentan puntuación-coriácea sublúcida, el postpecíolo y el gáster débilmente brillante y cubierto con numerosas y muy finas puntuaciones. Presenta pilosidad erecta dispersa y una o varias setas erectas en el dorso de la cabeza, pronoto, pecíolo, postpecíolo y en el cuarto terguito abdominal así también presenta una pubescencia apresada en la mayoría del cuerpo (Ward, 1985).

Comentarios: Colectada a los alrededores del centro ecoturístico y fue capturada de manera directa.

Distribución en México: Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Chiapas, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán.

31. *Solenopsis geminata* (Fabricius, 1804)

Diagnosis: Hormigas de tamaño muy variado (anchos de cabeza desde .55 mm hasta 2.3 mm) dentro de una misma colonia, son de color variado, desde amarillo, naranja o rojo hasta el café. Las obreras menores son muy difíciles de identificar por si solas, ya que tienen un parecido muy grande a otras especies del mismo complejo pero las obreras mayores (soldado) si pueden identificarse con las siguientes características 1) una cabeza desproporcionadamente grande, casi cuadrada con los lados de la cabeza casi paralelos. 2) un surco longitudinal profundo en la parte frontal de la cabeza, se extiende desde la parte media de la cabeza hasta el vértex. 3) Mandíbulas más oscuras que el resto del cuerpo, a menudo sin dientes por el desgaste. 4) Escapos antenales cortos, se extienden solo a la mitad de la cabeza (Wetterer, 2011).

Comentarios: Colectada a los alrededores del centro ecoturístico y fue capturada de manera directa.

Distribución en México: Baja California, Campeche, Chiapas, Coahuila, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Nuevo León, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán.

32. *Temnothorax bicolor* (Mackay, 2000)

Diagnosis: Se trata de una hormiga bicolor con la cabeza de color café oscura y el mesosoma pardo rojizo con antenas de 12 segmentos. El dorso de la cabeza es liso y brillante, el mesosoma, el peciolo y el postpeciolo están fuertemente esculpados. La carina de la glándula medial esta poco desarrollada, al igual que la carina lateral. La superficie del clípeo está ligeramente convexa. Las espinas propodeales son largas y bien desarrolladas. El peciolo está ampliamente redondeado.

Comentarios: Se colectó en un árbol caído (*Quercus* sp.) en un camino cercano a los sitios de colecta.

Distribución en México: Chiapas y es nuevo registro para Jalisco.

4.4 DISCUSIÓN

A pesar de la poca cantidad de individuos 1077, en relación con la cantidad de trampas que se pusieron (252 trampas divididas en 4 muestreos) y que además de esto se obtuvo poca diversidad (solo 35 especies) se obtuvo un incremento de 17 nuevos registros para el estado de Jalisco en la formicofauna registrada, lo cual es el 48% de todas las especies encontradas para el sitio, esto se puede deber a los pocos trabajos en la región en estos tipos de vegetación ya que no son muy abundantes en el estado sobre todo el bosque mesófilo de montaña, también la cercanía del sitio con el volcán de Colima y la presencia de ceniza en grandes cantidades en el suelo, puede provocar la falta de diversidad y fomentar la presencia de hormigas que no son muy abundantes en otros lugares.

En este trabajo las dificultades que tuvimos con los métodos de muestreo fue bastante ya que no se colectaron los ejemplares ni la diversidad de hormigas que se esperaban, en el caso de las colectas directas se empleó mucho esfuerzo y en la mayoría de estas no se obtuvo nada, aunque cuando si se colectó se colecto en grandes cantidades, las trampas subterráneas fue el método de colecta que de peor manera funcionó ya que se obtuvo 9 especies y 98

ejemplares nada más. Las trampas pitfall se obtuvo la misma diversidad que en la colecta directa pero muchos menos ejemplares y los sacos mini-Winkler fue el método con el cual se obtuvo mayor diversidad y casi la mitad de todos los ejemplares.

Cabe mencionar que en las zonas de muestreo no se encontraron hormigas invasoras, lo que puede ser buen indicador de que la zona se encuentra en buen estado de conservación, ya que como se menciona en Arcila y Lozano-Zambrano (2003), donde dice que los grupos generalistas de Myrmicinae son indicadores de que algo no anda bien en la biota del lugar. Este grupo si apareció en los muestreos realizados fuera de la zona de investigación cerca y dentro del área de las cabañas así también en el camino que lleva a estas.

4.5 LITERATURA CITADA

Agosti, D. & Alonso, L. E. (2003). El Protocolo ALL: un estándar para la colección de hormigas del suelo. En: Fernández, F. (ed.). Introducción a las Hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + 398 p.

De Andrade, M. L. & Baroni Urbani, C. (1999). Diversity and adaptation in the ant genus *Cephalotes*, past and present. *Stuttgarter Beitrage zur Naturkunde Series B (Geologie and Palaontologie)* 271:1-889

Alatorre-Bracamontes, C. E., & Vásquez-Bolaños, M. (2010). Lista comentada de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del norte de México. *Dugesiana* 17(1), 9-36.

AntWeb. Disponible en:
<https://www.antweb.org/description.do?genus=brachymyrmex&species=minutus&rank=species>. Accessed 11 February 2019

AntWeb. Disponible en:
<https://www.antweb.org/description.do?species=rimosus&genus=cyphomyrmex&rank=species>. Accessed 8 April 2019

+AntWeb. Disponible en:

<https://www.antweb.org/description.do?species=punctatissima&genus=hypoponera&rank=species>. Accessed 4 March 2019

AntWiki Disponible en: http://www.antwiki.org/wiki/Hypoconera_opacior Accessed 4 March 2019

Arcila, A., & Lozano, F. (2003). Hormigas como herramientas para la bioindicación y el monitoreo. P 159-166. Introducción a las Hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, CO. 398p.

Bolton, B. (2003). Synopsis and classification of Formicidae. *Memoirs of the American Entomological Institute* 71: 1-370.

Bolton, B. (2019). The general catalogue of the ants of the world. <http://www.antweb.org>

Borgmeier, T. (1955). Die Wanderameisen der neotropischen Region. *Studia Entomologica* 3:1-720.

Branstetter, M.G. (2013). Revision of the Middle American clade of the ant genus *Stenammina* Westwood (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae). *ZooKeys* 295, 1–277.

Buckley, S. B. (1866). Descriptions of new species of North American Formicidae. *Proceedings of the Entomological Society of Philadelphia* 6:152-172.

Cuezzo, F. (2000). Revisión del género *Forelius* (Hymenoptera: Formicidae: Dolichoderinae). *Sociobiology* 35:197-275.

Cuezzo, F. & Guerrero, R.J. (2011). The ant genus *Dorymyrmex* Mayr in Colombia. *Psyche*. 2012:24 pp. Article ID 516058. [doi: 10.1155/2012/516058.]

Cupul-Magaña, F. G. (2009). Diversidad y abundancia de hormigas (Formicidae) en las viviendas de Puerto Vallarta, Jalisco, México. *Ecología Aplicada* 8:115-117.

De Andrade, M. L. & Baroni Urbani, C. (1999). Diversity and adaptation in the ant genus *Cephalotes*, past and present. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde. Serie B (Geologie und Paläontologie)* 271:1-889.

Del Toro, I., Vázquez, M., MacKay, W. P., Rojas, P., & Zapata-Mata, R. (2009). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Tabasco: explorando la diversidad de la mirmecofauna en las selvas tropicales de baja altitud. *Dugesiana* 16(1):1-14.

Díaz-Castelazo, C & Rico-Gray, V. (1998). Número y variación estacional de asociaciones hormiga-planta en un bosque montano bajo de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 73. 1998: 45-55.

Emery, C. (1893). Beiträge zur Kenntniss der nordamerikanischen Ameisenfauna. *Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere* 7:633-682.

Emery, C. (1895). Beiträge zur Kenntniss der nordamerikanischen Ameisenfauna. (Schluss). *Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere* 8:257-360.

Emery, C. (1920). Studi sui *Camponotus*. *Bull. Soc. Entomol. Ital.* 52: 3-48.

Espinosa, D. & Ocegueda, S. (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, en *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Conabio, México.

Fabricius, J. C. (1804). *Systema Piezatorum secundum ordines, genera, species, adjectis synonymis, locis, observationibus, descriptionibus*. Brunswick: C. Reichard, xiv + 15-439 + 30 pp.

Folgarait, P. J. (1998). Ant biodiversity and its relationship to ecosystem function: a review. *Biodiversity and Conservation* 7: 1221-1244.

Forel, A. (1874). *Les fourmis de la Suisse. Systématique, notices anatomiques et physiologiques, architecture, distribution géographique, nouvelles expériences et observations de mœurs*. *Neue Denkschriften der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die Gesamten Naturwissenschaften* 26:1-452.

Forel, A. (1885) ("1884"). Études myrmécologiques en 1884 avec une description des organes sensoriels des antennes. Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles 20:316-380

Forel, A. (1893). Formicides de l'Antille St. Vincent, récoltées par Mons. H. H. Smith. Transactions of the Entomological Society of London 1893:333-418.

Forel, A. (1899). Formicidae. [part]. Biologia Centrali-Americana Hym. 3:81-104.

Forel, A. (1901). I. Fourmis mexicaines récoltées par M. le professeur W.-M. Wheeler. II. A propos de la classification des fourmis. Ann. Soc. Entomol. Belg 45: 123-141.

García-Avenidaño, E.I. & Guerrero, R.J. (2018). Taxonomía y distribución de las hormigas del género *Tapinoma* (Formicidae: Dolichoderinae) en Colombia. Revista Colombiana de Entomología 44 (2): 223-237

García-Martínez M. A., Escobar-Sarria, F., Valenzuela-González, J., Martínez-Tlapa, D., Pérez-Toledo, G. R. & Andrea-González, P. (2014). Mirmecofauna asociada a remanentes de vegetación ribereña de Bosque Mesófilo de Montaña en un paisaje de uso humano del centro de Veracruz. Entomología Mexicana 1: 497-502.

Guzmán-Mendoza, R., Castaño, G. & Herrera-Fuentes, M. C. (2010). Variación espacial y temporal de la diversidad de hormigas en el Jardín Botánico del valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Revista Mexicana de Biodiversidad 81:427-435.

Jaffé, K. C. (1993). El mundo de las hormigas. Equinoccio Ediciones, de la Universidad de Simón Bolívar, Caracas ,183 pp.

Johnson, R. A. & Ward, P. S. (2002). Biogeography and endemism of ants (Hymenoptera: Formicidae) in Baja California, Mexico: a first overview. Journal of Biogeography 29:1009-1026.

Landero-Torres, I., García-Martínez, M. Á., Galindo-Tovar, M. E., Leiva-Ovalle, O. R., Lee-Espinosa, H. E., Murguía-González, J., & Negrín-Ruiz, J. (2014). Un cultivo ornamental de heliconias como reservorio de la mirmecofauna nativa: un caso de horticultura tropical en el centro de Veracruz, México. Southwestern Entomologist 39(1): 135-146.

Latreille, P. A. (1802). Histoire naturelle des fourmis, et recueil de mémoires et d'observations sur les abeilles, les araignées, les faucheurs, et autres insectes. Paris: Impr. Crapelet (chez T. Barrois), xvi + 445 pp.

López-Moreno, I. R., Diaz-Betancourt, M. E., y Suarez Landa, T. (2003). Insectos sociales en ambientes antropizados: Las hormigas de la ciudad de Coatepec, Veracruz, México. *Sociobiology* 42(3): 604-622.

MacKay, W. P. (1989). A new *Aphaenogaster* (Hymenoptera: Formicidae) from southern New Mexico. *Journal of the New York Entomological Society* 97:47-49.

Mackay, W. P. (2000). A review of the New World ants of the subgenus *Myrafant*, (genus *Leptothorax*) (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 36:265-444.

Mackay, W. & Mackay, E. (2017). The New World gypsy ants of the genera *Aphaenogaster* and *Novomessor* (Hymenoptera: Formicidae). Mauritius: LAP LAMBERT Academic Publishing 605 pp.

Mayr, G. (1870). Formicidae novogranadenses. *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe. Abteilung I* 61:370-417.

Mayr, G. (1886). Die Formiciden der Vereinigten Staaten von Nordamerika. *Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien* 36:419-464.

Morgan, C. & Mackay, W. P. (2017). The North America acrobat ants of the hyperdiverse genus *Crematogaster*. Mauritius: LAP LAMBERT Academic Publishing, 540 pp.

Norton, E. (1868). Description of Mexican ants noticed in the *American Naturalist*, April, 1868. *Proceedings of the Essex Institute (Communications)* 6:1-10.

Pacheco, J. A. & Mackay, W. P. (2013). The systematics and biology of the New World thief ants of the genus *Solenopsis* (Hymenoptera: Formicidae). Lewiston, New York: Edwin Mellen Press, 501 pp.

Perfecto, I. & Vandermeer, J. H. (2002). The quality of the agroecological matrix in a tropical montane landscape: ants in coffee plantations in southern Mexico. *Conservation Biology* 16:174-182.

Philpott, S. M. (2005). Changes in arboreal ant populations following pruning of coffee shade-trees in Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems* 64:219-224.

Quiroz-Robledo, L. & Valenzuela-González, J. 1995. A comparison of ground ant communities in a tropical rainforest and adjacent grassland in Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Southwestern Entomologist*, 20:203-213.

Reynoso-Campos, J. J. Rodríguez-Garza, J. A. & Vásquez-Bolaños, M. (2015) Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la Isla Cozumel, Quintana Roo, México. (pp. 27-39) En: Castaño-Meneses G., M. Vásquez-Bolaños, J. L. Navarrete-Heredia, G. A. Quiroz-Rocha e I. Alcalá-Martínez (Coords.). *Avances de Formicidae de México*. UNAM, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco.

Ríos-Casanova, L. (2014). Biodiversidad de hormigas en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85, 392-398.

Ríos-Casanova, L., Valiente-Banuet, A. & Rico-Gray, V. (2004). Las hormigas del Valle de Tehuacán: comparación con otras zonas áridas de México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 20:37-54.

Ríos-Casanova, L., Valiente-Banuet, A. & Rico-Gray, V. (2006). Ant diversity and its relationship with vegetation and soil factors in an alluvial fan of the Tehuacán Valley, Mexico. *Acta Oecologica* 29: 316-323.

Rodríguez-Garza, J. A. (2015). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) encontradas en la reserva de San Felipe Bacalar, Quintana Roo, México (pp. 71-82) En: Castaño-Meneses G., M. Vásquez-Bolaños, J. L. Navarrete-Heredia, G. A. Quiroz-Rocha e I. Alcalá-Martínez (Coords.). *Avances de Formicidae de México*. UNAM, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco.

Rodríguez-Garza, J.A. & Reynoso-Campos, J. J. (2012). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Punta Sur, Cozumel, Quintana Roo, México. *Entomología Mexicana* 11: 1109- 1114.

Roger, J. (1859). Beiträge zur Kenntniss der Ameisenfauna der Mittelmeerländer. I. *Berliner Entomologische Zeitschrift* 3:225-259.

Roger, J. (1863). Die neu aufgeführten Gattungen und Arten meines Formiciden-Verzeichnisses nebst Ergänzung einiger früher gegebenen Beschreibungen. *Berliner Entomologische Zeitschrift* 7:131-214.

Rojas-Fernández, P. (2001). Las hormigas del suelo en México: Diversidad, distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae) *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 189-238.

Rojas-Fernández P. (2011). Hormigas (Insecta: Hymenoptera: Formicidae). In: CONABIO ed. *La biodiversidad en Veracruz: estudio de estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C., México 431-439.

Rubio, L. (2013). Zapotitlán de Vadillo. <http://jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/zapotitlan-de-vadillo>

Ryder-Wilkie, K. T., Mertl, A. L. & Traniello, J. F. A. (2007). Biodiversity below ground: probing the subterranean ant fauna of Amazonia. *Naturwissenschaften* (2007) 94: 725–731.

Santschi, F. (1911) ("1909"). Formicides récoltés par Mr. le Prof. F. Silvestri aux Etats Unis en 1908. *Bullettino della Società Entomologica Italiana* 41:3-7.

Santschi, F. (1923). Revue des fourmis du genre *Brachymyrmex* Mayr. *Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires* 31:650-678.

Sarnat, E.M. Fischer, G. Guénard, B. & Economo, E. P. (2015). Introduced Pheidole of the world: taxonomy, biology and distribution. *ZooKeys* 533:1-109. 10.3897/zookeys.543.6050

Shattuck, S. O. (1992). Review of the dolichoderine ant genus *Iridomyrmex* Mayr with descriptions of three new genera (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the Australian Entomological Society* 31:13-18.

- Smith, F. (1855). Descriptions of some species of Brazilian ants belonging to the genera *Pseudomyrma*, *Eciton* and *Myrmica* (with observations on their economy by Mr. H. W. Bates). *Transactions of the Entomological Society of London* (2)3:156-169.
- Smith, F. (1858). Catalogue of hymenopterous insects in the collection of the British Museum. Part VI. Formicidae. London: British Museum, 216 pp.
- Spinola, M. (1851). Compte rendu des Hyménoptères inédits provenant du voyage entomologique de M. Ghiliani dans le Para en 1846. Extrait des Mémoires de l'Académie des Sciences de Turin (2)13:3-78.
- Vásquez-Bolaños, M. (2015). Taxonomía de Formicidae (Hymenoptera) para México. *Métodos en Ecología y Sistemática* Vol. 10(1): 1-53.
- Villalvazo-Palacios, M. & Pérez-Domínguez, J. F. 2011. Diversidad de hormigas (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) del área natural protegida sierra de Quila, Jalisco, México. *Memorias. I Foro de conocimiento, uso y gestión del área natural protegida de Sierra de Quila*. pp. 66.
- Ward, P. S. (1985). The Nearctic species of the genus *Pseudomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). *Quaestiones Entomologicae* 21:209-246.
- Ward, P. S. (1993). Systematic studies on *Pseudomyrmex* acacia-ants (Hymenoptera: Formicidae: Pseudomyrmecinae). *Journal of Hymenoptera Research* 2: 117-168.
- Wetterer, J. K. (2011). Worldwide spread of the tropical fire ant, *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae) *Myrmecological News* 14:21-35.
- Wheeler, W. M. (1914). Ants collected by W. M. Mann in the state of Hidalgo, Mexico. *J. N. Y. Entomol. Soc.* 22: 37-61.
- Wheeler, W. M. (1934a). Ants from the islands off the west coast of Lower California and Mexico. *Pan-Pacific Entomologist* 10:132-144.
- Wheeler, W. M. (1934b). Neotropical ants collected by Dr. Elisabeth Skwarra and others. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 77:157-240

Wilson, E. O. (2003). *Pheidole* in the New World: A dominant, hyperdiverse ant genus. Harvard University Press, Cambridge, MA. 794 pp.

Wong, M. K. L. & Guénard, B. (2017). Subterranean ants: summary and perspectives on field sampling methods, with notes on diversity and ecology (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News* 25: 1-16.

4.6 IMÁGENES

Imágenes de las hormigas del Centro Ecoturístico Amixtlan

Todas las fotografías fueron tomadas por la Bióloga Irene Alcalá con equipo de la Colección Entomológica del CEZUG con excepción de *Atta mexicana* tomada por April Nobile (AntWeb, 2019).



Aphaenogaster punctaticeps MacKay, 1989 *Aphaenogaster punctatissima* MacKay, 2017



Brachymyrmex depilis Emery, 1893



Brachymyrmex heeri Forel, 1874



Brachymyrmex minutus Forel, 1893



Brachymyrmex minutus Forel, 1893 reina



Camponotus atriceps (Smith, 1858)



Cephalotes insularis (Wheeler, 1934)



Crematogaster ashmeadi Mayr, 1886



Forelius pruinosis Roger, 1863



Hypoponera opacior (Forel, 1893)



Hypoponera punctatissima (Roger, 1859)



Labidus coecus (Latreille, 1802)



Leptogenys elongata (Buckley, 1866)



Linepithema dispertitum (Forel, 1885)



Monomorium minimum (Buckley, 1866)



Myrmelachista skwarrae Wheeler, 1934



Nylanderia steinheili (Forel, 1893)



Pheidole punctatissima Mayr, 1870



Solenopsis geminata Emery, 1895



Stenamma manni Wheeler, 1914



Tapinoma ramulorum satullum Wheeler, 1934



Temnothorax silvestrii (Santschi, 1911)

Hormigas encontradas fuera de los sitios de colecta



Atta mexicana (Smith, 1858)



Azteca pittieri Forel, 1899



Ciphomyrmex rimosus (Spinola, 1851)



Colobopsis cerberula (Emery, 1920)



Dorymyrmex insanus (Buckley, 1866)



Pheidole tolteca Forel, 1901



Pseudomyrmex gracilis (Fabricius, 1804)



Pseudomyrmex pallidus (Smith, F., 1855)



Solenopsis geminata (Fabricius, 1804)



Temnothorax bicolor (Mackay, 2000)

Morfoespecies



Pheidole sp 1.



Pheidole sp 2.



Pseudomyrmex aff. elongatulus

5 CAPÍTULO 2

Estructura y composición de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en el Centro Ecoturístico Amixtlán, Zapotitlán de Vadillo, Jalisco, México.

José Javier Reynoso-Campos¹

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara, Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco, México, 45100, javierrey1986@gmail.com

Miguel Vásquez-Bolaños²

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara, Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco, México, 45100, mvb14145@hotmail.com

5.1 INTRODUCCIÓN

Las hormigas constituyen uno de los grupos más prósperos dentro de los insectos. (Hölldobler y Wilson, 1990). Son un componente importante en los ecosistemas, ya que forman una gran parte de la biomasa animal, además actúan como ingenieros del ecosistema, sobre todo en los procesos subterráneos a través de las alteraciones del medio físico y químico y sus efectos sobre las plantas, microorganismos y otros organismos del suelo (Folgarait, 1998; Hölldobler y Wilson, 1990; Jaffé, 1993). En la mayoría de los trabajos se dice que la hormigas son organismos del suelo, sin embargo, de manera secundaria, una gran cantidad de hormigas están adaptadas a la vida arbórea en donde pueden vivir en ramas, troncos cortezas y en cualquier cavidad que pueda tener un árbol (Ríos-Casanova, 2014), así como también pueden vivir de manera subterránea, ya sea de manera total o alternando con otros hábitats, se dice que el hábitat hipogeo es la última frontera para el conocimiento de las hormigas (Wong y Guénard, 2017) y que la cantidad de especies de hormigas hipogeas es mucho mayor a la estimada (Ryder et al., 2007).

Las hormigas son consideradas ideales para ser objeto de estudios de biodiversidad, ya que presentan alta diversidad taxonómica y funcional, son fáciles de coleccionar, presentan dominancia numérica y de biomasa en la mayoría de los hábitats terrestres (Alonso & Agosti 2000).

En México, las hormigas han sido estudiadas en todos los ambientes existentes en el país: en zonas desérticas (Alatorre-Bracamontes y Vásquez-Bolaños, 2010; Ríos-Casanova et al., 2004, 2006; Johnson y Ward, 2002; Guzmán-Mendoza et al., 2010) en islas (Reynoso-Campos et al., 2015; Rodríguez et al., 2012), bosques templados (Guzmán-Mendoza et al., 2014), asentamientos urbanos (López-Moreno et al., 2003; Cupul-Magaña, 2009) en zonas de cultivo (Landro-Torres et al., 2014; Perfecto y Vandermeer, 2002; Philpott, 2005), en bosque mesófilo de montaña (Díaz-Castelazo y Rico-Gray, 1998; García-Martínez et al., 2014) en Pino-Encino (Villalvazo y Pérez, 2011) en zonas tropicales (Quiroz-Robledo y Valenzuela-González, 1995; Rojas-Fernández, 2011; Del Toro et al., 2009) siendo esta vegetación la más estudiada del país. Los trabajos realizados en México sobre los grupos funcionales de hormigas y sus cambios de estructura por efecto de la vegetación o por disturbios antropogénicos son escasos (Castaño-Meneses et al., 2009; García-Martínez et al., 2015) y como se menciona en García-Martínez et al. (2015), en la mayoría de los trabajos en donde se busca diferencias entre sitios se centran solo en la riqueza y abundancia de especies y como esta sube o baja dependiendo el disturbio o el cambio de vegetación.

Los trabajos realizados sobre la vegetación existente (Vegetación secundaria, pino-encino y mesófilo de montaña) en el Centro Ecoturístico Amixtlán son escasos (y trabajos donde se comparen entre sí son nulos, además no hay ningún trabajo de hormigas en México que hable sobre la presencia de ceniza volcánica y su granulometría en los sitios de estudio y la posible repercusión que pueda tener en la estructura y composición de hormigas en estos sitios.

El presente trabajo analizó y comparó la abundancia, riqueza de especies y sus grupos funcionales en 3 tipos de vegetación en 4 colectas, además se realizó un estudio de granulometría de suelo para saber el tamaño promedio del grano de la ceniza y de la tierra encontrada en los sitios.

5.2 MATERIALES Y MÉTODOS

5.2.1 Área de estudio

El Centro Ecoturístico Amixtlán ($19^{\circ}29'42''N$, $103^{\circ}43'16''O$) se encuentra dentro de los polígonos de conservación del Parque Estatal Bosque Mesófilo Nevado de Colima, en el ejido de San José del Carmen, Municipio de Zapotitlán de Vadillo (Figura 1). En los alrededores del Centro Ecoturístico Amixtlán existe un área de bosque mesófilo de 2,454 hectáreas del total de las 7,213.04 hectáreas que comprenden el Parque Estatal Bosque Mesófilo Nevado de Colima, en donde se tienen otros tipos de vegetación como bosque de pino-encino y vegetación secundaria (Rubio, 2013). El clima del municipio es semiseco con invierno y primavera secos y semicálidos, sin estación invernal definida. La temperatura media anual es de $17.5^{\circ}C$, y tiene una precipitación media anual de 675.6 milímetros. Su régimen de lluvias es del periodo que va de junio a octubre. Los vientos dominantes son de dirección sur. El promedio de días con heladas al año es de 1.3 (Rubio, 2013).

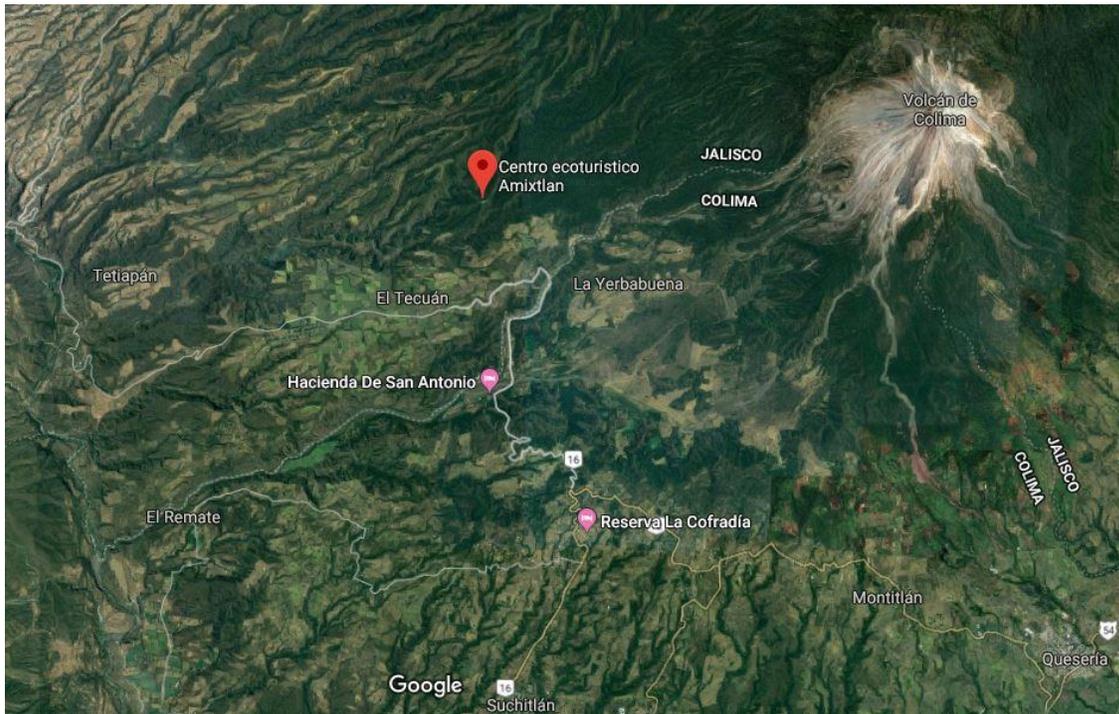


Figura 1. Ubicación del Centro Ecoturístico Amixtlán.

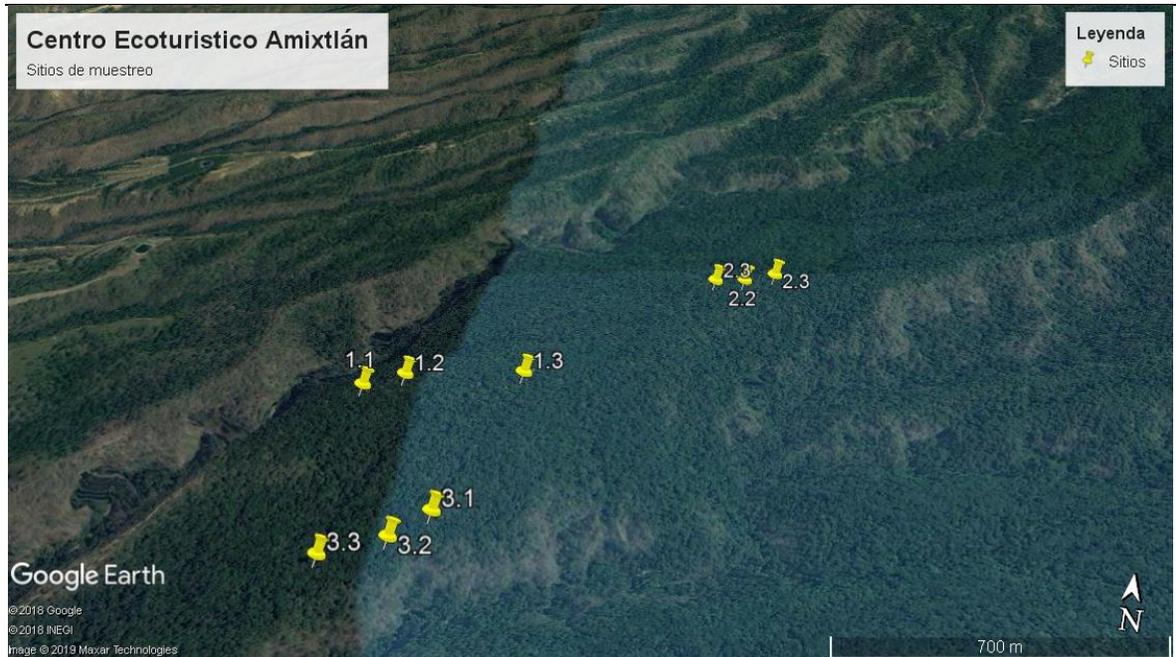


Figura 2. Mapa del Centro Ecoturístico Amixtlán y los transectos utilizados.

5.2.2 Colecta

Se realizó la colecta en tres sitios con diferente tipo de vegetación (bosque mesófilo de montaña, bosque de pino y encino y vegetación secundaria); en cada sitio se marcaron tres transectos (Figura 2), en cada uno de estos transectos se pusieron 2 unidades de muestreo, cada unidad de muestreo está formado por una trampa de caída, una trampa subterránea, un cernido de hojarasca y diez minutos de colecta directa) en total se colocaron 252 trampas divididas de la siguiente manera 36 cernidos de hojarasca, 72 trampas pitfall, 72 trampas subterráneas y 72 colectas directas, lo que resulta en una variación del protocolo ALL (Agosti y Alonso, 2003). Se realizó el muestreo en cuatro ocasiones, dos en temporada de lluvias y dos en temporada de secas.

Trampas de caída: se utilizaron envases de plástico de 10 cm. de diámetro y 14 cm. de altura, con 200 ml de alcohol al 70% enterradas a ras de suelo por 48 horas, después se retiraron y el contenido se puso en frascos de vidrio con alcohol al 70% para su determinación. Trampas subterráneas: se utilizaron trampas subterráneas enterradas en el suelo, se dejaron 48 horas posteriormente se retiraron y el contenido se puso en frascos de vidrio con alcohol al 70%.

Cernido de hojarasca: se recolectó un metro cuadrado de hojarasca en cada unidad de muestreo, se colocó en bolsas de tela para su transportación y después se introdujo en sacos Winkler, donde se dejó por 48 horas y posteriormente se recogieron las hormigas y se colocaron en frascos con alcohol al 70%. Colecta directa: consistió en la recolección de hormigas de manera manual en frascos con alcohol al 70% en cada unidad de muestreo por 10 minutos, se inspeccionaron troncos en descomposición, ramas secas, debajo de piedras y en todos los lugares aptos para las hormigas en un radio de 5 metros a la redonda del sitio de colecta. Todo el material se llevó a la colección de insectos de la Universidad de Guadalajara para su determinación.

5.2.3 Análisis de suelo

Se tomó una muestra en cada uno de los transectos del muestreo, cada muestra del transecto está compuesta por 3 submuestras, las cuales se tomaron con una pala de mano haciendo a un lado la hojarasca y tomando una muestra de 30 cm de profundidad, se descartó el material que quedaba en las orillas de la pala y solo se tomó la parte central para después juntarlas para tener así un panorama más amplio del suelo de cada transecto. Este material fue llevado al laboratorio de suelos del CUCBA, donde se dejó secar para luego tomar una muestra de 200 gr de cada uno de los transectos y se realizó el estudio de granulometría.

5.2.4 Análisis de datos

Se realizaron curvas de acumulación de especies con un índice de riqueza estimada Chao 2 que es usado para datos de presencia y ausencia o en este caso la frecuencia de captura de las hormigas.

Se utilizaron los índices de Shannon para medir la diversidad de los sitios y de las temporadas, el de Simpson para dominancia y se sacó el valor de equitatividad de Pielou con los datos de frecuencias de colecta y para comparar el índice de Shannon entre los diferentes sitios y temporadas se utilizó la prueba de t modificada de Hutcheson.

Para la comparación de la frecuencia de captura entre los sitios y las temporadas se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y la prueba Pen en el programa PAST, ya que los datos

no cumplieran con una distribución normal y aunque se trató de normalizarlos al transformarlos con $\text{Log}_{10}(x+1)$ siguieron los datos sin cumplir la normalidad. Además, se utilizó el método NMDS utilizando como distancias el coeficiente de similitud de Jaccard para los sitios y las temporadas y el análisis ANOSIM para comparar la composición de especies y ver si se forman grupos utilizando las 4 colectas realizadas en los 3 sitios.

Para comparar los grupos funcionales se transformaron los datos de la frecuencia de captura con el $\text{Log}_{10}(x+1)$ para lograr una distribución normal y se llevó a cabo un ANOVA de una vía para ver si hay diferencias significativas entre las frecuencias de captura de los grupos funcionales de cada sitio y entre cada temporada, además se utilizó el análisis Silvestre para ver los porcentajes de similitud funcional entre los sitios y entre las temporadas y también se realizó una tabla de composición porcentual.

Para el estudio de granulometría se realizó una tabla con los porcentajes de cada categoría de tamaño de partícula y una correlación lineal simple entre la frecuencia de captura de los sitios y el porcentaje de partículas de suelo menores a 0.2mm.

5.3 RESULTADOS

5.3.1 Riqueza

Se obtuvieron 252 muestras (trampas y manual) en las cuales se capturaron 1077 ejemplares de hormigas pertenecientes a 6 subfamilias, 19 géneros y 26 especies; siendo la subfamilia Myrmicinae la más diversa con 11 morfoespecies, también la que más frecuentemente se capturó con 127 capturas, pero no la más abundante ya que la subfamilia Dorylinae con una sola especie tiene más de 388 individuos (Cuadro 1).

Subfamilia	Géneros	Morfoespecies	Frecuencia de captura	Ejemplares
Dolichoderinae	3	3	36	138
Dorylinae	1	1	39	388
Formicinae	4	6	41	100
Myrmicinae	8	11	127	387
Ponerinae	2	3	18	62
Pseudomyrmecinae	1	2	2	2
	19	26	263	1077

Cuadro 1. Riqueza, frecuencia de captura y abundancia por subfamilia.

De las 26 especies obtenidas, la especie con mayor abundancia fue *Labidus coecus* con 388 que representa el 36.02% del total de ejemplares colectados pero no fue la que mayor capturas tuvo en las 252 muestras, la especie con mayor capturas fue *Solenopsis texana* con 65 (Cuadro 2).

Especies	Abundancia	Especies	Frecuencia de captura
<i>Labidus coecus</i>	388	<i>Solenopsis texana</i>	65
<i>Solenopsis texana</i>	250	<i>Labidus coecus</i>	39
<i>Tapinoma ramulorum satullum</i>	133	<i>Tapinoma ramulorum satullum</i>	32
<i>Myrmelachista skwarrae</i>	73	<i>Myrmelachista skwarrae</i>	26
<i>Pheidole punctatissima</i>	56	<i>Stenamman manni</i>	20

Cuadro 2. Especies con mayor abundancia y frecuencia de captura.

De los 4 métodos de colecta utilizados (Colecta manual, trampa pitfall, trampa subterránea y recolección de hojarasca para sacos mini-Winkler) el que mayor frecuencia de capturas tuvo fue la recolección de hojarasca con 95 capturas, que representan el 36% del total de capturas (Figura 3) y también fue el método con mayor riqueza el cual colectó 17 especies que representa el 65.38% de las 26 especies encontradas en el Centro Ecoturístico Amixtlán (Figura 4).

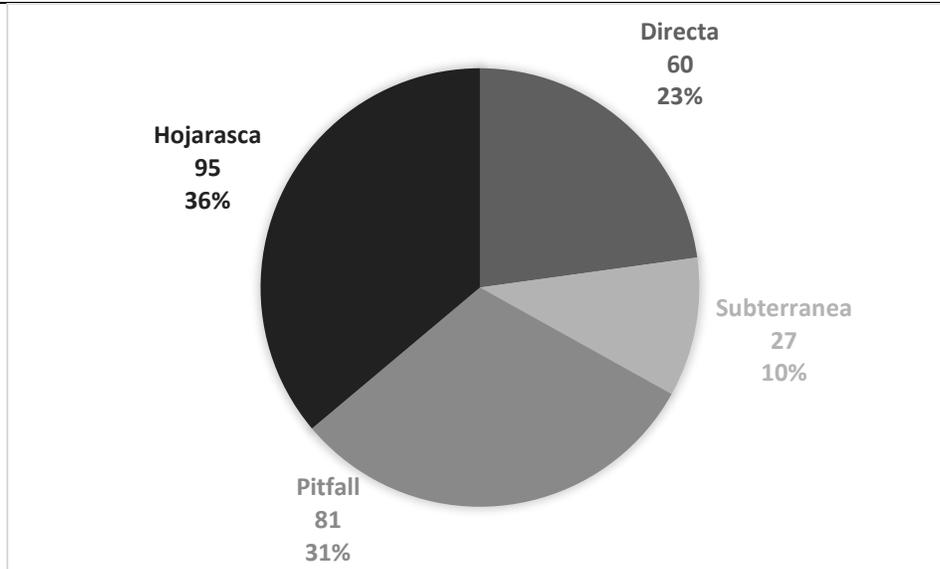


Figura 3. Frecuencia de capturas de hormigas en los métodos de muestreo.

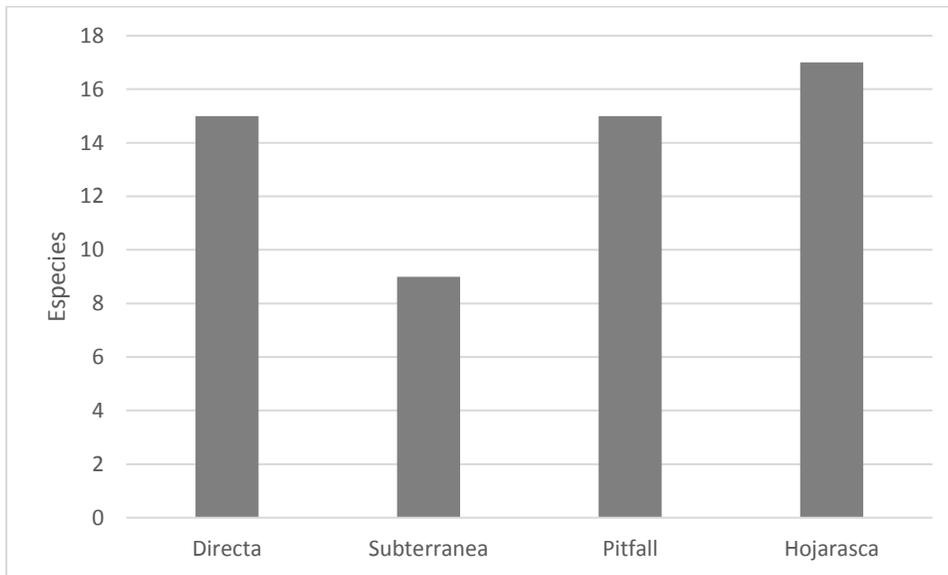


Figura 4. Riqueza de especies de hormigas colectadas con los métodos de muestreo.

De los sitios de colecta, el que tuvo una mayor frecuencia de captura y también una mayor riqueza fue el sitio 3, la vegetación de este sitio es bosque mesófilo de montaña, se tuvieron 110 capturas (Figura 5) y se obtuvieron 18 especies que representa el 69.23% del total de la riqueza encontrada en el centro ecoturístico (Figura 6).

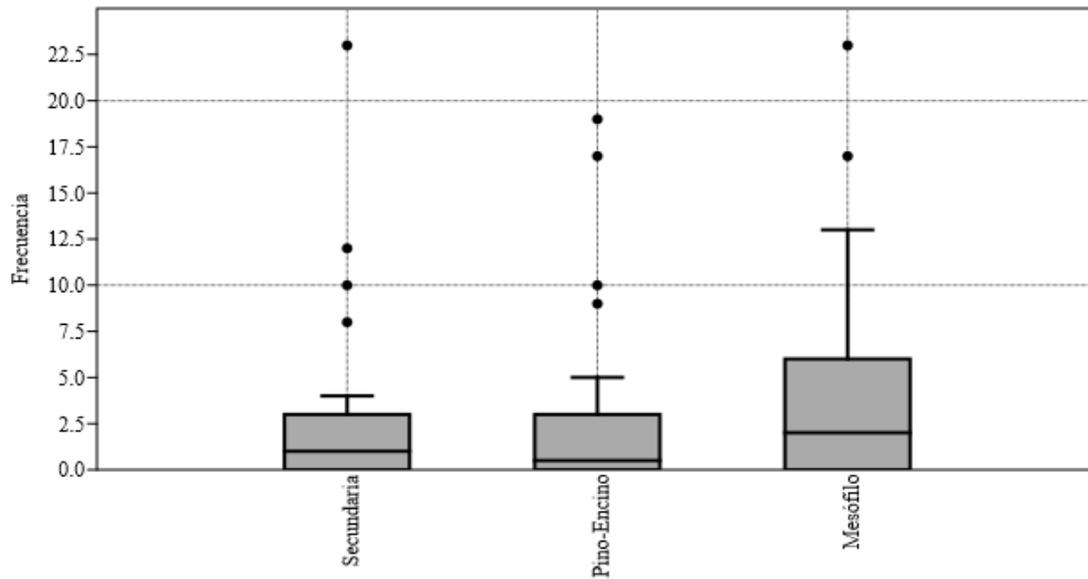


Figura 5. Promedio de frecuencia de captura por especie en cada sitio de colecta con outliers y error estándar.

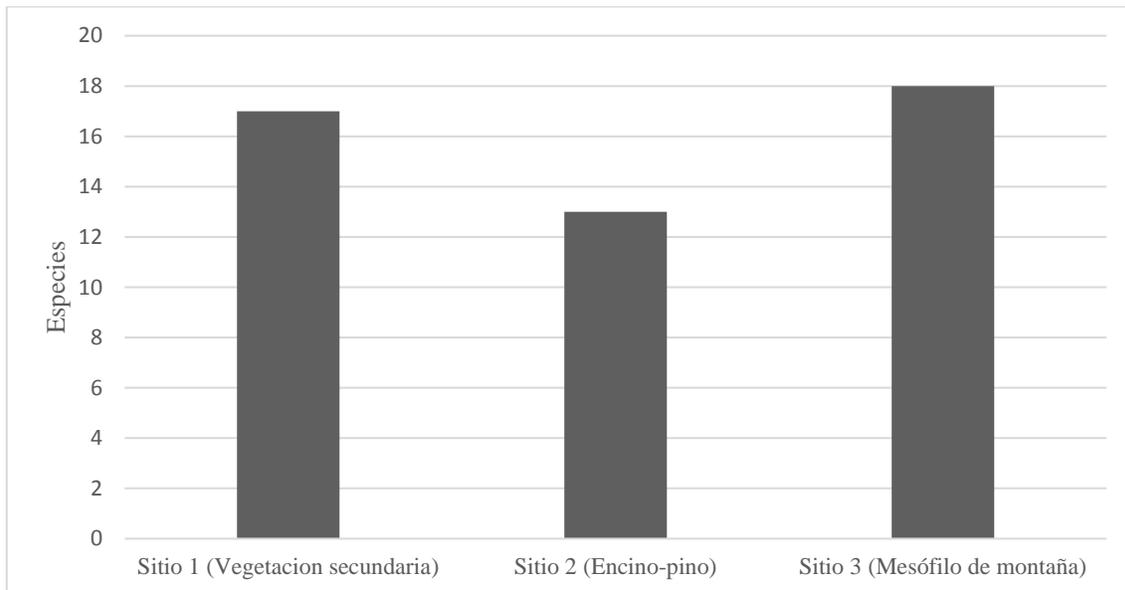


Figura 6. Riqueza de especies encontrada en cada uno de los sitios.

De las 4 temporadas en que se colectó, la temporada seca 1 fue la que mayor frecuencia de captura tuvo con 78 (Figura 7). Respecto a la riqueza de especies la temporada lluvia 1 fue la más diversa con 17 especies (Figura 8).

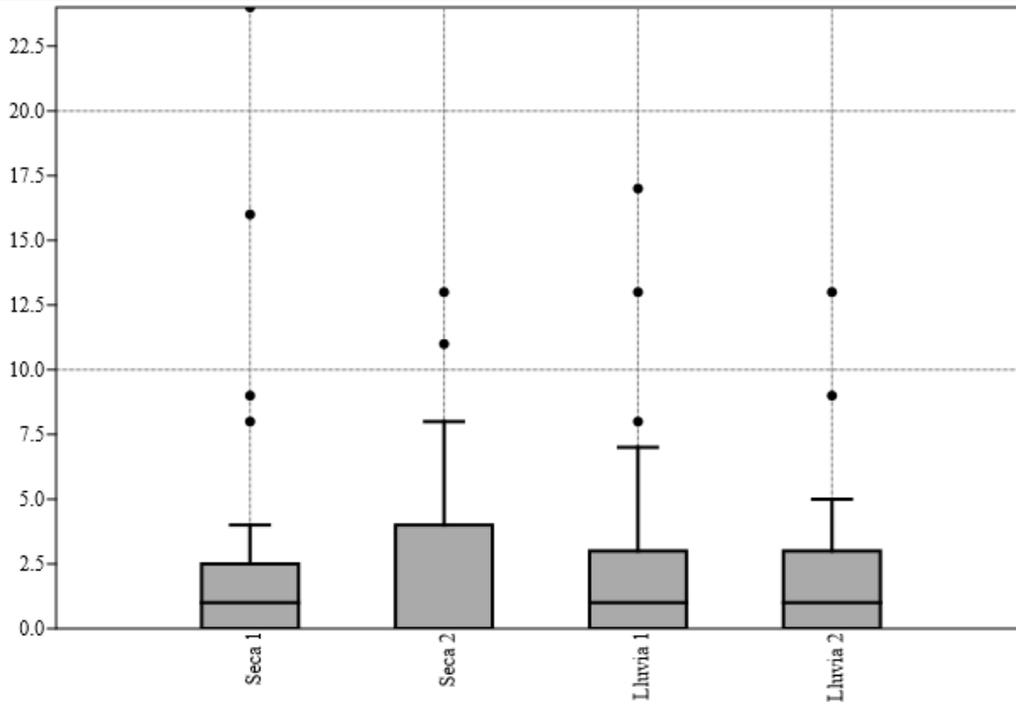


Figura 7. Promedio de frecuencia de captura de especies de hormigas en las 4 temporadas con outliers y error estándar.

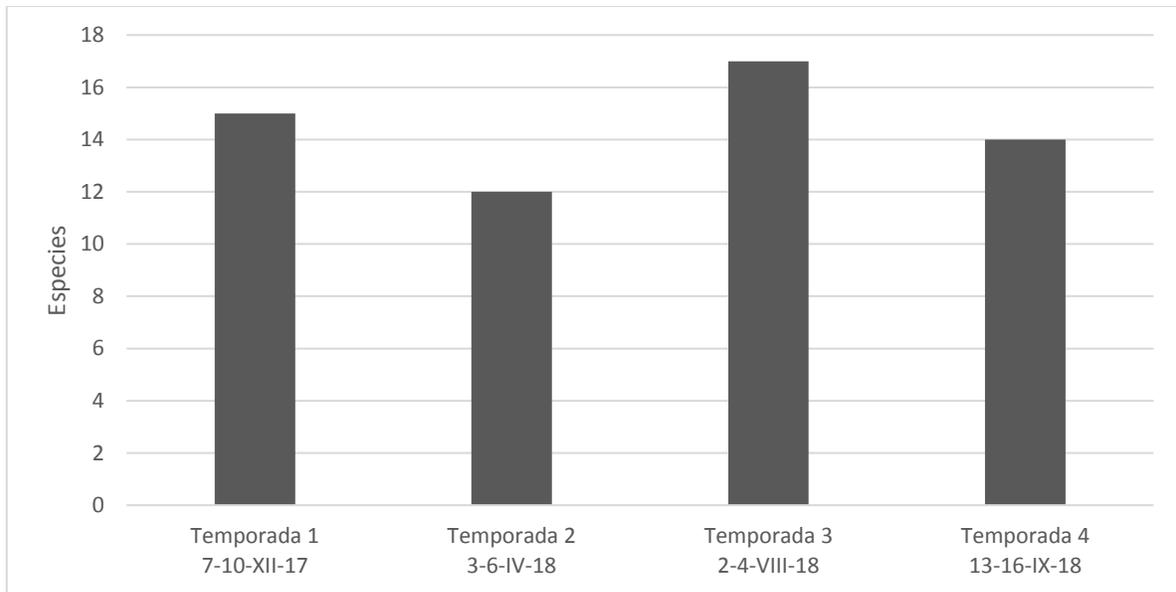


Figura 8. Riqueza de especies de hormigas colectadas en las 4 temporadas.

5.3.2 Análisis de diversidad

Se realizaron curvas de acumulación de especie y se utilizó un estimador de riqueza con datos de presencia y ausencia (Chao 2) para los 3 sitios con el programa StimateS. Solo en el sitio 2, los estimadores quedaron afuera de los intervalos de confianza del 95% (Figuras 9, 10 y 11), esto quiere decir que en general el esfuerzo de muestreo fue el correcto.

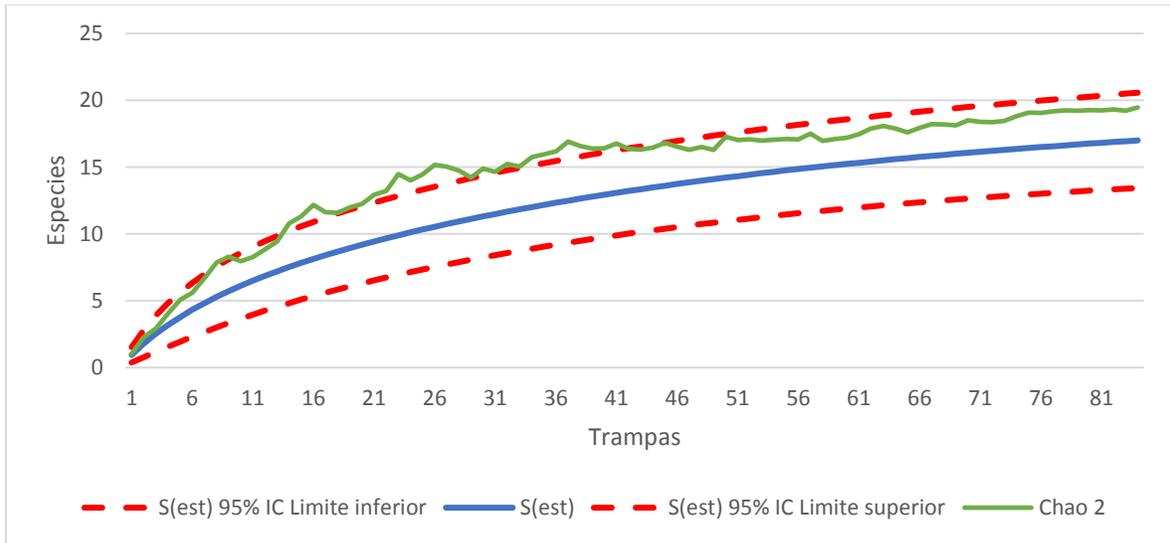


Figura 9. Curva de acumulación de especies y un estimador de riqueza del sitio 1.



Figura 10. Curva de acumulación de especies y un estimador de riqueza del sitio 2.

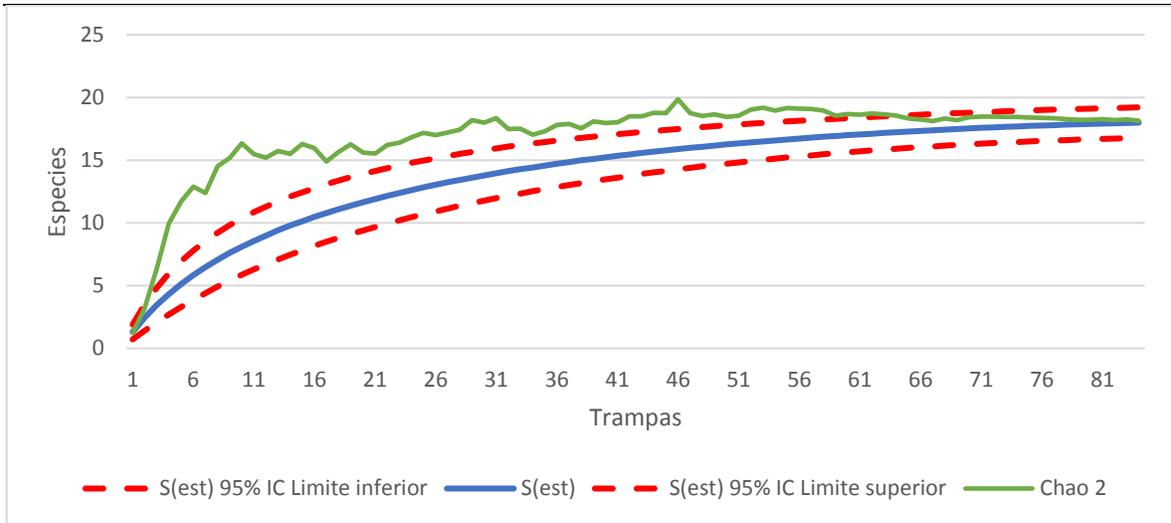


Figura 11. Curva de acumulación de especies y un estimador de riqueza del sitio 3.

Se estimaron los índices de diversidad de Shannon, de Simpson y de equitatividad de Pielou con los datos de frecuencia de captura para las temporadas y para los sitios con el programa EstimateS los cuales nos dicen que las sitios y las temporadas tienen una diversidad muy parecida (Cuadros 4 y 5) se realizó una prueba de t modificada de Hutcheson con los valores de Shannon para ver si había diferencias significativas entre los sitios y las temporadas en el programa PAST, en los sitios solo entre el sitio 2 (Pino-Encino) y el 3 (mesófilo de montaña) se encontraron diferencias ya que el valor de la prueba fue $T=-3.3239$, $df=150.51$, $p=0.001$ (Cuadro 6), pero las temporadas no hubo ninguna diferencia entre ellas (Cuadro 7).

Los valores de Simpson y de Equitatividad nos hacen ver que no hay ninguna especie o especies que dominen en extremo a las demás y que las especies tienen la misma oportunidad de ser colectadas ya que los valores son altos.

Índice de Diversidad	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
Simpson_1-D.	0,8584	0,8343	0,8929
Shannon_H.	2,326	2,058	2,508
Equitability_J.	0,821	0,8025	0,8678

Cuadro 4. Valores de los índices según los sitios.

Índice de Diversidad	Seca 1	Seca 2	Lluvia 1	Lluvia 2
Simpson_1-D.	0,8307	0,8683	0,8726	0,872
Shannon_H.	2,13	2,201	2,35	2,323
Equitability_J'.	0,7866	0,8855	0,8293	0,8804

Cuadro 5. Valores de los índices según la temporada.

Sitios	1	2	3
1	-	0,0887	0,1965
2	0,0887	-	0,001
3	0,1965	0,001	-

Cuadro 6. Valores de p de la prueba de t modificada de Hutcheson para los sitios.

Temporadas	Seca 1	Seca 2	Lluvia 1	Lluvia 2
Seca 1	-	0.639	0.175	0.248
Seca 2	0.639	-	0.308	0.420
Lluvia 1	0.175	0.308	-	0.872
Lluvia 2	0.248	0.420	0.872	-

Cuadro 7. Valores de p de la prueba de t modificada de Hutcheson para las temporadas.

5.3.3 Comparación entre sitios

Para comparar las frecuencias de captura de especies entre los sitios se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis en el programa PAST ya que los datos no cumplían con una distribución normal y aunque se trató de normalizarlos al transformarlos con $\text{Log}_{10} + 1$ siguieron los datos sin cumplir la normalidad. Además, se utilizó el método NMDS utilizando como distancias el coeficiente de similitud de Jaccard y el análisis ANOSIM para comparar la composición de especies todo esto para ver si agrupando todas las colectas por sitio se lograba formar grupos.

El valor de la prueba de Kruskal-Wallis para la comparación de los sitios fue de $H(\chi^2): 2.681, p: 0.2393$, lo que nos dice que no hay diferencias significativas entre ellos.

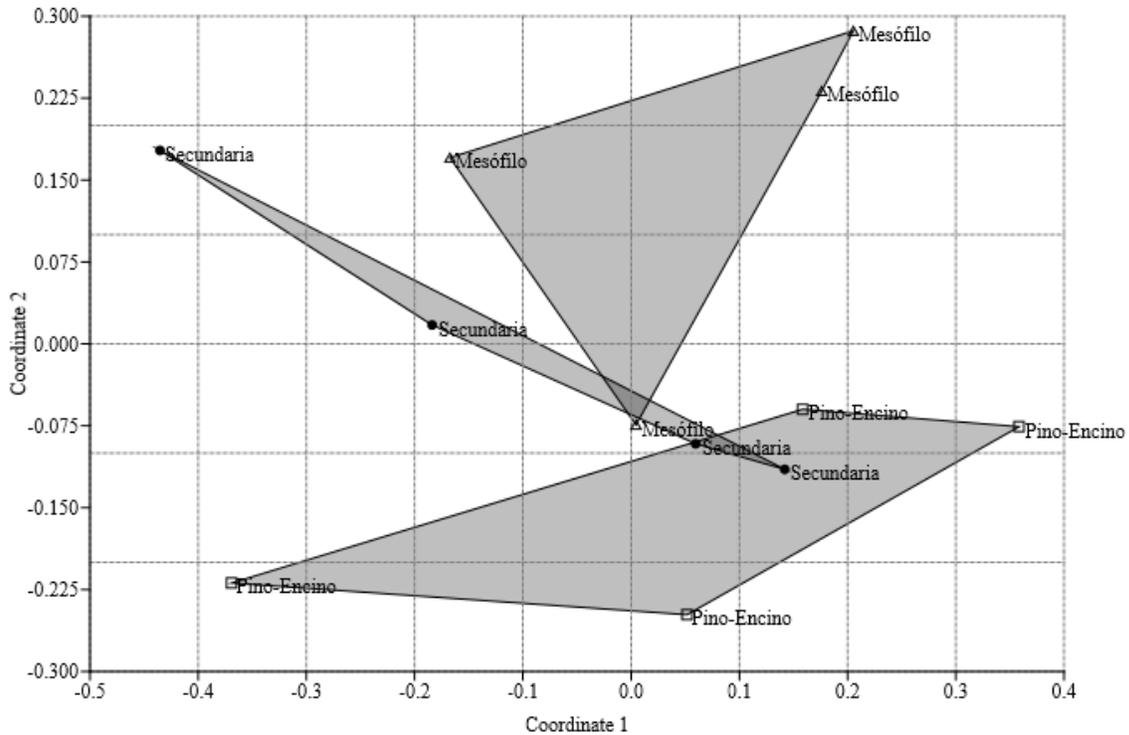


Figura 12. Análisis NMDS, utilizando como distancias el índice de similitud Jaccard entre los sitios, cada punto es una colecta realizada en cada sitio.

El resultado del análisis NMDS para ver si los sitios se agrupaban al introducir las 4 colectas realizadas en cada uno de los diferentes tipos de vegetación, se observa que no se alcanzan a separar claramente entre ellos, y el resultado del análisis de similitud (ANOSIM) refuerza lo que se observa en el NMDS ya que dio como resultado un valor de $R: 0.1065$ $p: 0.1888$ lo que nos dice que las colectas realizadas en cada sitio no más parecidas a las colectas de los demás sitios que entre sí (figura 12).

5.3.4 Comparación entre temporadas

Al igual que las frecuencias de captura de los sitios, en los datos de las temporadas tampoco se pudieron normalizar por lo cual se realizó una prueba de Kruskal-Wallis para la comparación entre ellas dando un valor de prueba de $H(\chi^2) = 0.6513$ $p = 0,8688$ lo que

nos dice que no hay diferencias significativas entre las frecuencias de captura por temporadas.

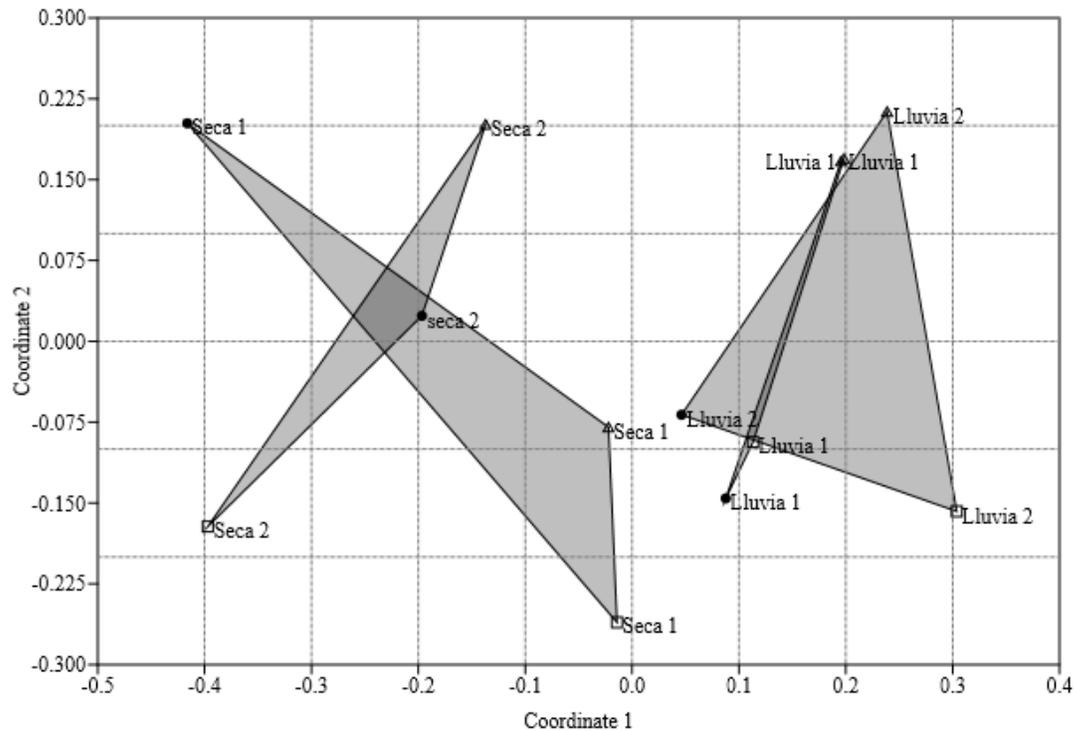


Figura 13. Análisis NMDS, utilizando como distancias el índice de similitud Jaccard entre las temporadas, cada punto es una colecta realizada en la temporada.

El resultado del análisis NMDS para ver si las temporadas se agrupaban al introducir las 4 colectas realizadas en cada una de las temporadas, se observa que sí alcanzan a separarse dos grupos uno formado por las colectas de Seca 1 y Seca 2 y el otro por Lluvia 1 y Lluvia 2, el resultado del análisis de similitud (ANOSIM) refuerza lo que se observa en el NMDS ya que dio como resultado un valor de $R: 0.2698$ y $p: 0.029$ lo que nos dice que las colectas realizadas en cada temporada son más parecidas entre sí que entre las otras temporadas (Figura 15).

5.3.5 Grupos funcionales

Se utilizó la separación de las especies por grupos funcionales ya que la clasificación de los organismos en estos grupos permite comparaciones confiables entre diferentes condiciones ambientales (Fontenla, 2018), puesto que cambios en la composición de especies de estos grupos pueden reflejar diferencias entre hábitats y vegetaciones (Brandão, 2009).

Para la clasificación de los grupos funcionales se hizo una variación a lo propuesto por Andersen para Norteamérica (1997) quedando de la siguiente manera (Cuadro 8).

Grupos funcionales	Géneros
Arbóreas	<i>Cephalotes, Myrmelachista</i>
Camponotini subordinadas	<i>Camponotus</i>
Depredadores especialistas	<i>Leptogenys</i>
Dolichoderinae dominante	<i>Forelius, Linepithema</i>
Especialistas climas fríos	<i>Stenamma</i>
Especies crípticas	<i>Brachymyrmex, Hypoponera, Solenopsis, Temnothorax</i>
Especies especialistas tropicales	<i>Labidus, Pseudomyrmex</i>
Myrmicinae generalistas	<i>Crematogaster, Monomorium, Pheidole</i>
Oportunistas	<i>Aphaenogaster, Nylanderia, Tapinoma</i>

Cuadro 8. Clasificación de los géneros encontrados en grupos funcionales.

El grupo funcional con mayor incidencia en todos los sitios y todas las temporadas fue el de las especies crípticas seguido por las especies oportunistas y las especialistas tropicales y se observa que en todos los sitios y temporadas se tiene una proporción muy parecida (Figuras 14 y 15). Los sitios 1 y 3 presentaron los 9 grupos funcionales y el sitio 2 solo presentó 6 grupos en el caso de las temporadas ninguna presentó los 9 grupos, la temporada 1 y 4 presentaron 8 grupos funcionales y la 2 y 3 presentaron 7.

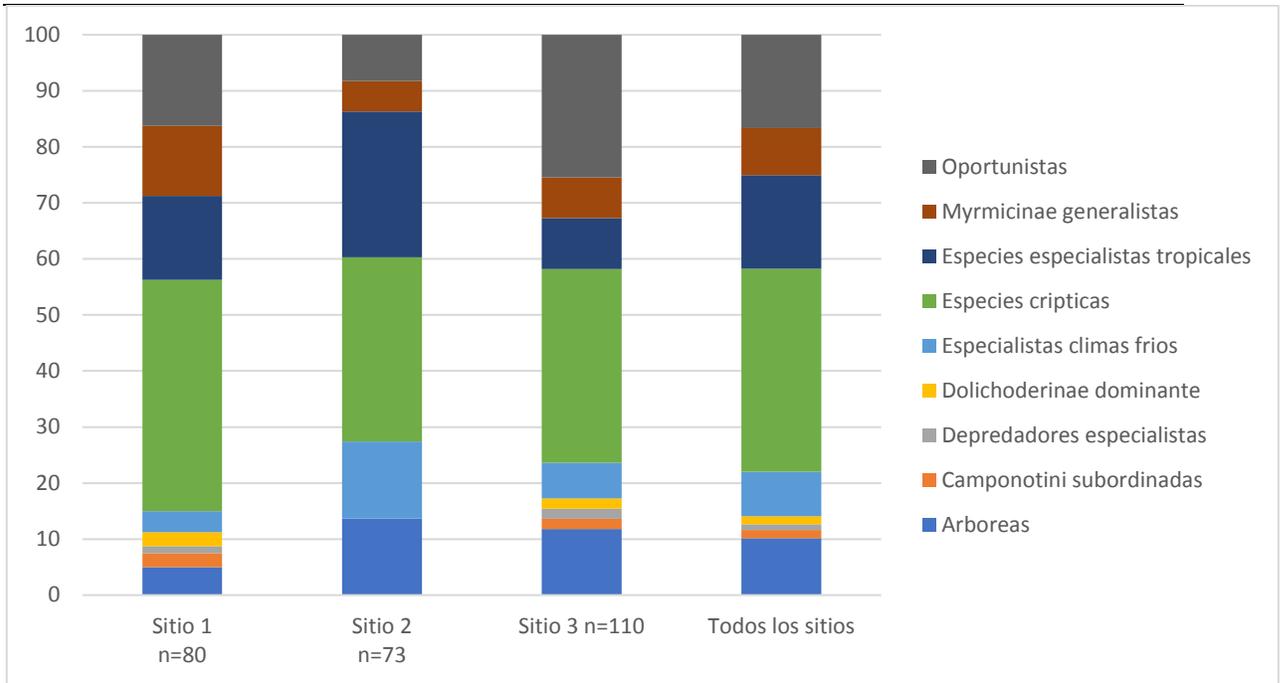


Figura 14. Composición porcentual de la frecuencia de captura de los grupos funcionales en los sitios.

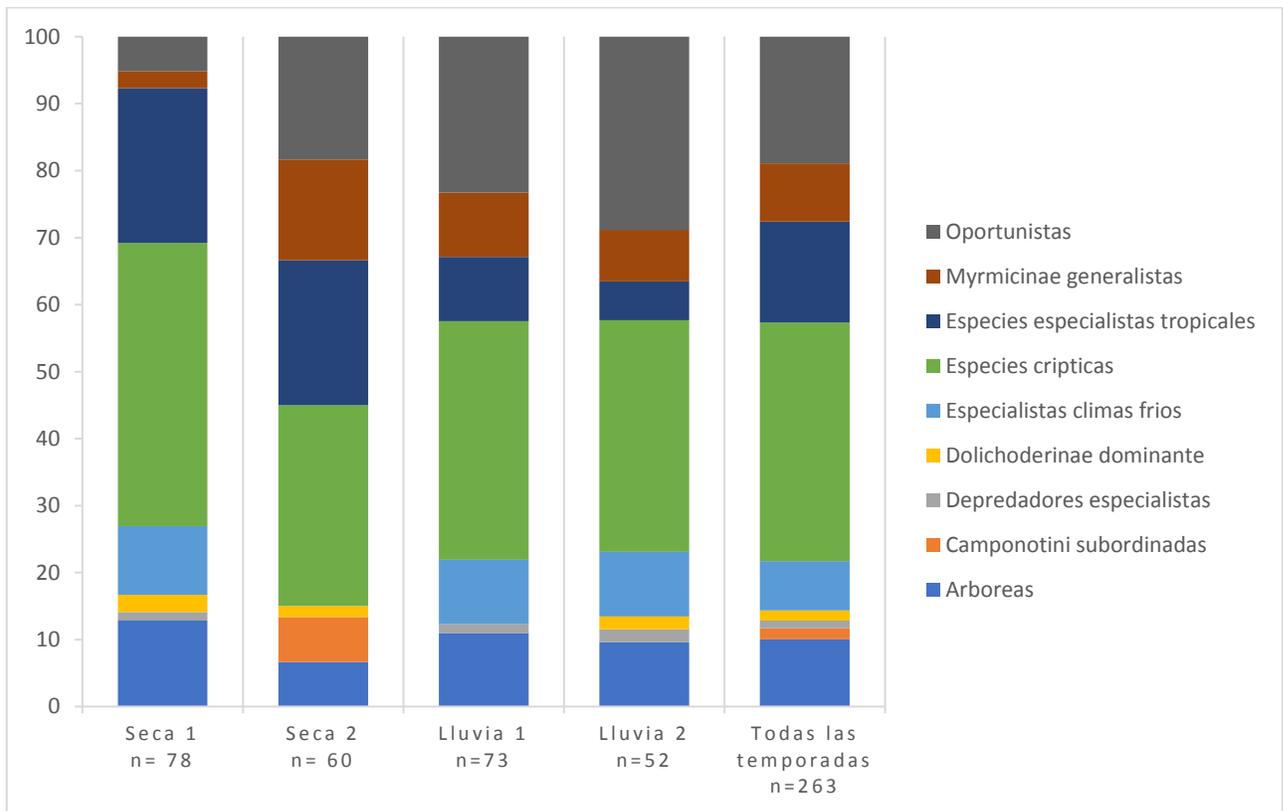


Figura 15. Composición porcentual de la frecuencia de colecta de los grupos funcionales en las temporadas.

Para comparar los grupos funcionales se transformaron los datos de frecuencias de colecta con el $\text{Log}_{10}(x-1)$ para lograr una distribución normal y se llevó a cabo un ANOVA para ver si hay diferencias significativas entre los grupos funcionales de cada sitio y entre cada temporada, además se llevó a cabo un análisis de similitud de Silvestre para obtener un valor de similitud funcional.

En el ANOVA para los sitios la prueba dio como resultado: Var (error): 0.225 F= 0.613 p= 0.5497, lo cual nos dice que no hay diferencias significativas en la frecuencia de colecta los grupos funcionales en los diferentes sitios.

Para el ANOVA de una vía de grupos funcionales y las temporadas dio como resultado: Var (error): 0.231 F= 0.070 p= 0.975, esto nos indica que no hay diferencias significativas en la frecuencia de colecta de los grupos funcionales en las diferentes las temporadas.

Se realizó también un análisis de similitud de Silvestre y esto fueron los resultados:
Secundaria vs Pino-Encino = 0.8

Secundaria vs Mesófilo de montaña = 1

Mesófilo de Montaña vs Pino-Encino = 0.8

Y para las temporadas fueron:

Seca 1 vs Seca 2= 0.8

Seca 1 vs Lluvia 1= 0.93

Seca 1 vs Lluvia 2= 1

Seca 2 vs Lluvia 1= 0.71

Seca 2 vs Lluvia 2= 0.8

Lluvia 1 vs Lluvia 2= 0.93

5.3.6 Análisis de suelo

Se realizó un análisis de granulometría de suelo ya que este presentaba una gran cantidad de ceniza y se quería saber qué proporción del suelo eran arenas finas y muy finas, en los 3 sitios

se observa que más del 67% del suelo al cual se le realizó el análisis es de partículas menores a 0.2 mm estas partículas entran dentro esas categorías y como se puede observar en el Cuadro 3, los porcentajes de los 3 sitios son muy parecidos, estos porcentajes son muy importantes ya que son similares y con un número más alto de partículas finas y muy finas a los encontrados en da Costa-Milanez (2017).

Tamaño	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
>2mm	8.70166667%	7.70833333%	9.17666667%
>0.2mm	23.1033333%	24.1666667%	23.545%
>0.074mm	23.7258333%	22.4691667%	20.7083333%
<0.074mm	44.3558333%	45.5625%	46.4166667%
	99.8866667%	99.9066667%	99.8466667%

Cuadro 9. Porcentajes obtenidos del análisis de granulometría según el tamaño de las partículas de suelo.

Además se hizo una correlación lineal entre la frecuencia de captura por sitio y el porcentaje de partículas menores a 0.2mm la cual dio como resultado $r=-0.984$ esto nos dice que no hay ninguna relación entre el % de partículas menores a 0.2 mm. y la frecuencia de captura, esto era obvio ya que los porcentajes de los 3 sitios son casi idénticos.

5.4 DISCUSIÓN

La riqueza y la abundancia de las hormigas del centro ecoturístico Amixtlán muestran diferencias con la mayoría de los trabajos realizados en vegetaciones parecidas (Vásquez-Bolaños, 2009; Pérez-Toledo et al., 2016; García-Martínez et al., 2016), en los cuales el número de especies y la abundancia son mucho mayores a pesar de que en el centro ecoturístico Amixtlán se utilizaron 4 tipos diferentes de métodos de colecta y había 3 tipos de vegetación diferente, esto por si solo nos habla de un ambiente que presenta un comportamiento extraño puede ser ocasionado por la cercanía de los sitios con las cabañas, la presencia de ceniza en el suelo de todos los sitios de muestreo u otras razones que se desconocen.

Al realizar la comparación con la prueba de t modificada entre los valores dados por el índice de Shannon se observa que el sitio 3 (Mesófilo de montaña) que es el que tiene mayor riqueza, abundancia y frecuencia de captura dentro de los sitios, es el que presenta diferencias significativas en su riqueza con el sitio 2 (Pino-Encino) con un valor de $p= 0.001$ y tiene una mayor diferencia con el sitio que entre el sitio 1 y el sitio 2. En la comparación de los valores del índice de Shannon para las temporadas no hubo diferencias significativas entre ellas.

Al comparar las frecuencias de captura de especies entre los sitios con el análisis estadístico no paramétrico de Kruskal-Wallis, no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tipos de vegetación y al utilizar el método de Escalamiento Multi-Dimensional No Métrico (NMDS) y el análisis de similitudes (ANOSIM) para ver si la composición de especies se agrupaba por sitio, no se encontraron diferencias entre las composiciones de especies entre los sitios al no separarse en grupos en el NMDS y el resultado del análisis ANOSIM nos dice que las composición de especies en las colectas realizadas en cada sitio son más parecidas a las composiciones de las colectas de los demás sitios que entre sí.

Al igual que en la comparación de las frecuencias de captura para los sitios, en la comparación de las temporadas con el análisis estadístico no paramétrico Kruskal-Wallis no se encontraron diferencias significativas pero al utilizar el método de Escalamiento Multi-Dimensional No Métrico (NMDS) y el análisis de similitudes (ANOSIM) para ver si la composición de especies se agrupaba por temporadas se observó que las dos temporadas de lluvias y las dos temporadas de secas si alcanzaron a agruparse, y el resultado del ANOSIM nos dice que la composición de especies en las colectas realizadas en cada temporada son más parecidas entre sí que entre las otras colectas.

Estos resultados difieren de la mayoría de los trabajos de hormigas donde se comparan diferentes sitios y diferentes épocas del año (Rivera y Armbrecht, 2005; Guzmán-Mendoza et al., 2010; González-Valdivia et al., 2013; García-Martínez et al., 2016) ya que como se menciona en (Estrada y Fernández, 1999) las hormigas son muy susceptibles a los cambios bióticos y abióticos que puedan suceder, es por eso que es de suma importancia recalcar lo diferente que puede ser el centro ecoturístico Amixtlan al no cumplir con una diferencia significativa entre sitios y temporadas.

Para poder comparar la estructura de hormigas del centro ecoturístico Amixtlán las 26 especies fueron separadas por grupos funcionales resultando en 9 grupos: Arbóreas con dos especies (7.7%), camponotini subordinadas con una especie (3.8%), depredadores especialistas con una especie (3.8%), dolichoderinae dominante con dos especies (7.7%), especialistas climas fríos una especie (3.8%), especies cripticas con siete especies (27%), especies especialistas tropicales con tres especies (11.5%), myrmicinae generalistas con 5 especies (19.3%) y oportunistas con cuatro especies (15.4%), en donde por medio de un ANOVA se observa que tampoco hay diferencias significativas entre las frecuencia de captura de los grupos funcionales de los sitios ni entre las temporadas, se puede observar en las figuras 14 y 15 que se mantienen casi estables entre los sitios y las temporadas, algo que resalta es que el grupo funcional más capturado con 95 fue el de las especies cripticas y también fue el que tiene mayor riqueza, eso en si es algo raro ya que las especies de este grupo son muy pequeñas y difíciles de coleccionar, además podemos observar que en el número de capturas el grupo oportunista y las especialistas tropicales están en segundo y tercer lugar con 41 capturas los dos grupos, y en cuarto sitio se posiciona el grupo myrmecinae generalistas con 28 capturas y con respecto a la riqueza en segundo lugar se encuentra el grupo myrmecinae generalistas y en tercer lugar las oportunistas, esto nos dice que a pesar de la poca diversidad de hormigas las especies generalistas todavía no juegan un papel muy importante en la estructura funcional de hormigas en los diferentes sitios y en específico la ausencia de la especie *Solenopsis geminata* nos hace pensar que el sitio se encuentra en un buen estado de conservación.

Cuando se hizo el estudio exploratorio se observó la presencia de ceniza por debajo de la capa de hojarasca en la totalidad de los sitios, se tomó la determinación de hacer un estudio de granulometría para ver la cantidad de arenas finas y muy finas que se encuentran en los primeros 30 cm del suelo ya que en el artículo de da Costa Milanez et al. (2017) se menciona que si el suelo está conformado en su mayoría por partículas menores a 0.2 mm. la presencia de hormigas de tamaño mediano y grande se puede ver reducida y así tener una menor riqueza y abundancia de hormigas en los sitios donde se cumple esta característica. El resultado fue que más del 65% de estas muestras entran dentro de estas categorías que son partículas menores a 0.2 mm. Este dato podría ser la explicación de la poca riqueza y abundancia en los sitios.

Se puede pensar que la presencia de ceniza podría estar homogeneizando el suelo de todos los sitios y con esto reducir las diferencias entre los diferentes tipos de vegetación y también podría tener un efecto entre las temporadas ya sea porque la ceniza encontrada puede retener mucha humedad o lo contrario que no tenga una retención óptima de humedad y es por eso que no hubo diferencias significativas entre ellas, pero para poder obtener las respuestas a estas preguntas hay que realizar investigaciones que se concentren en la granulometría del suelo o en específico de ceniza volcánica junto con otros aspectos físicos del suelo y el efecto que tienen sobre las hormigas u otros organismos edáficos.

En conclusión el centro ecoturístico Amixtlán resultó ser un sitio muy interesante que requerirá mayores estudios para una comprensión total del lugar, también si se pudiera encontrar un sitio con las mismas características vegetales y misma altura pero sin la presencia de la ceniza en el suelo se podrían hacer comparaciones muy interesantes y conocer así el efecto que tiene la ceniza en la estructura de la comunidad de hormigas.

5.5 LITERATURA CITADA

Agosti D. & Alonso, L. E. (2003). El Protocolo ALL: un estándar para la colección de hormigas del suelo. En: Fernández, F. (ed.). Introducción a las Hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + 398 p.

Alatorre-Bracamontes, C. E., & Vásquez-Bolaños, M. (2010). Lista comentada de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del norte de México. *Dugesiana*, 17(1): 9-36.

Alonso, L. E. & Agosti, D., (2000). Biodiversity studies, Monitoring, and ants: An Overview: 1-8 (en) Agosti, et al., *Ants: Standard Methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press. Washington. 280 pp.

Andersen, A. (1997). Functional groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. *Journal of biogeography* 24(4): 433-460.

Castano-Meneses, G., Benrey, B., & Palacios Vargas, J. G. (2009). Diversity and temporal variation of ants (Hymenoptera: Formicidae) from Malaise traps in a tropical deciduous forest. *Sociobiology* 54(2): 633.

Cupul-Magaña, F. G. (2009). Diversidad y abundancia de hormigas (Formicidae) en las viviendas de Puerto Vallarta, Jalisco, México. *Ecología Aplicada* 8:115-117.

da Costa-Milanez, C. B., Majer, J. D., Castro, P. D. T. A., & Ribeiro, S. P. (2017). Influence of soil granulometry on average body size in soil ant assemblages: implications for bioindication. *Perspectives in Ecology and Conservation* 15(2): 102-108.

Del Toro, I., Vázquez, M., MacKay, W. P., Rojas, P. & Zapata-Mata, R. (2009). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Tabasco: explorando la diversidad de la mirmecofauna en las selvas tropicales de baja altitud. *Dugesiana* 16(1):1-14.

Díaz-Castelazo, C & Rico-Gray, V. (1998). Número y variación estacional de asociaciones hormiga-planta en un bosque montano bajo de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 73: 45-55.

Estrada, C., & Fernández, C.(1999). Diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en un gradiente sucesional del bosque nublado (Nariño, Colombia). *Revista de Biología Tropical* 47(1-2): 189-201.

Folgarait, P. J. (1998). Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation* 7: 1221-1244.

García-Martínez, M. Á., Escobar-Sarria, F., Valenzuela-González, J. E., Martínez-Tlapa, D. L., Pérez-Toledo, G. R., & González, P. A. (2014). Mirmecofauna asociada a remanentes de vegetación ribereña de Bosque Mesófilo de Montaña en un paisaje de uso humano del centro de Veracruz. *Entomología Mexicana* 1: 497-502.

García-Martínez, M. Á., Martínez-Tlapa, D. L., Pérez-Toledo, G. R., Quiroz-Robledo, L. N., Castaño-Meneses, G., Laborde, J., & Valenzuela-González, J. E. (2015). Taxonomic, species and functional group diversity of ants in a tropical anthropogenic landscape. *Tropical Conservation Science* 8(4): 1017-1032.

García-Martínez, M. Á., Martínez-Tlapa, D. L., Pérez-Toledo, G. R., Quiroz-Robledo, L. N., & Valenzuela-González, J. E. (2016). Myrmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) response to habitat characteristics of tropical montane cloud forests in central Veracruz, Mexico. *Florida Entomologist* 99(2): 248-257.

González-Valdivia, N. A., González-Escolástico, G., Barba, E., Hernández-Daumás, S., & Ochoa-Gaona, S. (2013). Mirmecofauna asociada con sistemas agroforestales en el Corredor Biológico Mesoamericano en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84(1): 306-317.

Guzmán-Mendoza, R., Castaño-Meneses, G. & Herrera-Fuentes, M. C. (2010). Variación espacial y temporal de la diversidad de hormigas en el Jardín Botánico del valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81(2): 427-435.

Guzmán-Mendoza, R., Zavala-Hurtado, J. A., Castaño-Meneses, G., & León-Cortés, J. L. (2014). Comparación de la mirmecofauna en un gradiente de reforestación en bosques templados del centro occidente de México. *Madera y Bosques* 20(1): 71-83.

Hölldobler, B. & Wilson, E. O. (1990). *The ants*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. 794 pp.

Jaffé, K. C. (1993). *El mundo de las hormigas*. Equinoccio Ediciones, de la Universidad de Simón Bolívar, Caracas. 183 pp.

Johnson, R. A. & Ward, P. S. (2002). Biogeography and endemism of ants (Hymenoptera: Formicidae) in Baja California, Mexico: a first overview. *Journal of Biogeography* 29:1009-1026.

Landero-Torres, I., García-Martínez, M. Á., Galindo-Tovar, M. E., Leiva-Ovalle, O. R., Lee-Espinosa, H. E., Murguía-González, J., & Negrín-Ruiz, J. (2014). Un cultivo ornamental de heliconias como reservorio de la mirmecofauna nativa: un caso de horticultura tropical en el centro de Veracruz, México. *Southwestern Entomologist* 39(1): 135-143.

López-Moreno, I. R., Díaz-Betancourt, M. E., & Suárez Landa, T. (2003). Insectos sociales en ambientes antropizados: Las hormigas de la ciudad de Coatepec, Veracruz, México. *Sociobiology* 42(3), 604-622.

Pérez-Toledo, G. R., Valenzuela-González, J. E., Flores-Galván, C., Gallardo-Hernández, C., Vásquez-Torres, V., & García-Martínez, M. A. (2016). Hormigas (Hymenoptera:

Formicidae) asociadas a tres tipos de vegetación de un paisaje agropecuario en Veracruz. *Entomología Mexicana* 3: 582-588.

Perfecto, I. & Vandermeer, J. H. (2002). The quality of the agroecological matrix in a tropical montane landscape: ants in coffee plantations in southern Mexico. *Conservation Biology* 16:174-182.

Philpott, S. M. (2005). Changes in arboreal ant populations following pruning of coffee shade-trees in Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems* 64:219-224.

Quiroz-Robledo, L. & Valenzuela-González, J. (1995). A comparison of ground ant communities in a tropical rainforest and adjacent grassland in Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Southwestern Entomologist* 20:203-213.

+Reynoso-Campos J. J., Rodríguez-Garza, J. A. & Vásquez-Bolaños, M. (2015). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la Isla Cozumel, Quintana Roo, México. (pp. 27-39) En: Castaño-Meneses G., M. Vásquez-Bolaños, J. L. Navarrete-Heredia, G. A. Quiroz-Rocha e I. Alcalá-Martínez (Coords.). *Avances de Formicidae de México*. UNAM, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco.

Ríos-Casanova, L., Valiente-Banuet, A. & Rico-Gray, V. (2004). Las hormigas del Valle de Tehuacán: comparación con otras zonas áridas de México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 20:37-54.

Ríos-Casanova, L., Valiente-Banuet, A. & Rico-Gray, V. (2006). Ant diversity and its relationship with vegetation and soil factors in an alluvial fan of the Tehuacán Valley, Mexico. *Acta Oecologica* 29: 316-323.

Rivera, L., & Armbrecht, I. (2005). Diversidad de tres gremios de hormigas en cafetales de sombra, de sol y bosques de Risaralda. *Revista Colombiana de Entomología*, 31(1), 89-96.

Rodríguez-Garza, J. A. & Reynoso-Campos, J. J. (2012). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Punta Sur, Cozumel, Quintana Roo, México. *Entomología Mexicana* 11: 1109- 1114.

Rojas-Fernández, P. (2001). Las hormigas del suelo en México: Diversidad, distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae) *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 189-238.

Rubio, L. (2013). Zapotitlán de Vadillo. <http://jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/zapotitlan-de-vadillo>

Ryder-Wilkie, K. T., Mertl A. L. & Traniello. J. F. A. (2007). Biodiversity below ground: probing the subterranean ant fauna of Amazonia. *Naturwissenschaften* (2007) 94: 725–731.

Vásquez-Bolaños, M. (2009). Variación espacial y temporal de la comunidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del suelo en cinco tipos de vegetación de Jalisco, México. (Tesis de Doctorado) Universidad de Guadalajara.

Villalvazo-Palacios, M. & Pérez-Domínguez, J. F. (2011). Diversidad de hormigas (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) del área natural protegida sierra de Quila, Jalisco, México. *Memorias. I Foro de conocimiento, uso y gestión del área natural protegida de Sierra de Quila*. pp. 66.

Wong, M. K. L. & Guénard, B. (2017). Subterranean ants: summary and perspectives on field sampling methods, with notes on diversity and ecology (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News* 25 1-16.

6 CONCLUSIONES GENERALES

A pesar de la poca cantidad de individuos 1077 en relación con la cantidad de trampas que se pusieron 252 trampas divididas en 4 muestreos y que además de esto se obtuvo poca diversidad (solo 35 especies) se obtuvo un incremento de 17 nuevos registros para el estado de Jalisco en la formicofauna registrada.

Los métodos de muestreo no funcionaron como se esperaba ya que la diversidad y abundancia fueron muy bajos. Los sacos mini-Winkler fue el método con el cual se obtuvo mayor diversidad y casi la mitad de todos los ejemplares, las trampas subterráneas fue el método de colecta que de peor manera funcionó ya que se obtuvo 9 especies y 98 ejemplares.

Cabe mencionar que en las zonas de muestreo no se encontraron hormigas invasoras, lo que puede ser buen indicador de que la zona se encuentra en buen estado de conservación.

Al realizar la comparación con la prueba de t modificada entre los valores dados por el índice de Shannon se observa que los sitios y temporadas son muy parecidos entre sí en su diversidad, el único que presentó diferencias fue sitio 2 (mesófilo de montaña), los valores de Simpson y de Equitatividad de Pielou, nos hacen ver que no hay ninguna especie o especies que dominen en extremo a las demás y que las especies tienen la misma oportunidad de ser colectadas ya que los valores son altos.

Al comparar las frecuencias de captura de especies entre los sitios y temporadas no se encontraron diferencias significativas entre si y al utilizar el método de Escalamiento Multi-Dimensional No Métrico (NMDS) y el análisis de similitudes (ANOSIM) para ver si la composición de especies se agrupaban por sitios o temporadas solo en las temporadas hubo esta separación, estos resultados difieren de la mayoría de los trabajos de hormigas donde se comparan diferentes sitios y diferentes épocas del año (Rivera y Armbrecht, 2005, Guzmán-Mendoza et al., 2010, González-Valdivia et al., 2013, García-Martínez et al., 2016) ya que como se menciona en Estrada y Fernández (1999), las hormigas son muy susceptibles a los cambios bióticos y abióticos que puedan suceder, es por eso que es de suma importancia recalcar lo diferente que puede ser el centro ecoturístico Amixtlán al no cumplir con una diferencia significativa entre sitios y temporadas.

Tampoco se encontraron diferencias significativas entre la frecuencia de captura de los grupos funcionales entre sitios ni temporadas y en el análisis Silvestre para ver la similitud funcional también los valores indican que son muy similares, lo cual confirma lo encontrado con la riqueza de especies.

En el estudio de granulometría de suelo dio como resultado que más del 65% de estas muestras entran dentro de estas categorías que son partículas menores a 0.2 mm. este dato podría ser la explicación de la poca riqueza y abundancia de los sitios ya que hay una posibilidad de que el tamaño de las partículas del suelo pueden afectar el tamaño de las hormigas ya que si el suelo está compuesto en su mayoría por partículas menores a 0.2 mm. se reducen las posibilidades de que especies de tamaño mayor a 5 mm. puedan anidar en el suelo (da Costa-Milanez et al., 2017).

El centro ecoturístico Amixtlán resultó ser un sitio muy interesante que requerirá mayores estudios para una comprensión total del lugar, gracias a la poca diversidad, de la poca abundancia y de que no hubo diferencias entre sitios, temporadas y grupos funcionales, hacen que llame la atención y que en un futuro se trate de encontrar respuestas a estas cuestiones.

7 LITERATURA CITADA

Bolton, B. (1994). Identification guide to the ant genera of the world. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. 222 pp.

Hölldobler, B. & Wilson, E. O. (1990). The ants. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. 732 pp.

Alatorre-Bracamontes, C. E., & Vásquez-Bolaños, M. (2010). Lista comentada de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del norte de México. *Dugesiana*, 17(1): 9-36.

Andersen, A. (1997). Functional groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. *Journal of biogeography* 24(4): 433-460.

Bolton, B. 2019. The general catalogue of the ants of the world. <http://www.antweb.org>

Brandão, C. R. F., Silva, R. R. & Delabie, J. H. C. (2012). Neotropical ants (Hymenoptera) functional groups: nutritional and applied implications. Pp: 213-236. En: *Insect bioecology*

and nutrition for integrated pest management. (A.R. Panizzi y J.R.P. Parra, Eds). CRC, Boca Raton. 364 pp.

Cupul-Magaña, F. G. (2009). Diversidad y abundancia de hormigas (Formicidae) en las viviendas de Puerto Vallarta, Jalisco, México. *Ecología Aplicada* 8:115-117.

Croc, S., J. H. Delabie, C. Fernández, F. Leponce, M. Oribel, J. Silvestre, R. Vasconcelos y A. Dejean. (2014). Leaf litter ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in a pristine Guianese rainforest: stable functional structure versus high species turnover. *Myrmecological News* 19: 43-51.

da Costa-Milanez, C. B., Majer, J. D., Castro, P. D., & Ribeiro, S. P. (2017). Influence of soil granulometry on average body size in soil ant assemblages: implications for bioindication. *Perspectives in Ecology and Conservation* 15(2), 102-108.

Dáttilo, W., Rico-Gray, V., Rodrigues, D.J. & Izzo, T.J. (2013). Soil and vegetation features determine the nested pattern of ant-plant networks in a tropical rainforest. *Ecological Entomology* 38: 374-380.

Del Toro, I., Vázquez, M, MacKay, W. P., Rojas, P., & Zapata-Mata, R. (2009). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Tabasco: explorando la diversidad de la mirmecofauna en las selvas tropicales de baja altitud. *Dugesiana* 16(1):1-14.

Díaz-Castelazo, C. & Rico-Gray, V. (1998). Número y variación estacional de asociaciones hormiga-planta en un bosque montano bajo de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 73. 1998: 45-55.

Estrada, C., & Fernández, C. (1999). Diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en un gradiente sucesional del bosque nublado (Nariño, Colombia). *Revista de Biología Tropical* 47(1-2): 189-201.

Folgarait, P. J. (1998). Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation* 7: 1221-1244.

Fontenla, J. L., & Alfonso-Simonetti, J. (2018). Classification of Cuban ants (Hymenoptera: Formicidae) into functional groups/Casificación de hormigas cubanas (Hymenoptera: Formicidae) en grupos funcionales. *Poeyana* (506): 21-30.

García-Martínez M. A., Escobar-Sarria, F., Valenzuela-González, J., Martínez-Tlapa, D., Pérez-Toledo, G. R. & Andrea-González, P. (2014). Mirmecofauna asociada a remanentes de vegetación ribereña de Bosque Mesófilo de Montaña en un paisaje de uso humano del centro de Veracruz. *Entomología Mexicana* 1: 497-502.

García-Martínez, M. Á., Martínez-Tlapa, D. L., Pérez-Toledo, G. R., Quiroz-Robledo, L. N., & Valenzuela-González, J. E. (2016). Myrmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) response to habitat characteristics of tropical montane cloud forests in central Veracruz, Mexico. *Florida Entomologist* 99(2): 248-257.

García-Martínez, M. Á., Martínez-Tlapa, D. L., Pérez-Toledo, G. R., Quiroz-Robledo, L. N., Castaño-Meneses, G., Laborde, J., & Valenzuela-González, J. E. (2015). Taxonomic, species and functional group diversity of ants in a tropical anthropogenic landscape. *Tropical Conservation Science* 8(4): 1017-1032.

González-Valdivia, N. A., González-Escolástico, G., Barba, E., Hernández-Daumás, S., & Ochoa-Gaona, S. (2013). Mirmecofauna asociada con sistemas agroforestales en el Corredor Biológico Mesoamericano en Tabasco, México. *Revista mexicana de biodiversidad* 84(1): 306-317.

García-Martínez, M. Á., Martínez-Tlapa, D. L., Pérez-Toledo, G. R., Quiroz-Robledo, L. N., & Valenzuela-González, J. E. (2016). Myrmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) response to habitat characteristics of tropical montane cloud forests in central Veracruz, Mexico. *Florida Entomologist* 99(2): 248-257.

Guzmán-Mendoza, R., Castaño-Meneses, G., & Herrera-Fuentes, M. C. 2010. Variación espacial y temporal de la diversidad de hormigas en el Jardín Botánico del valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. *Revista mexicana de biodiversidad* 81(2): 427-435.

Guzmán-Mendoza, R., Zavala-Hurtado, J. A., Castaño-Meneses, G., & León-Cortés, J. L. (2014). Comparación de la mirmecofauna en un gradiente de reforestación en bosques templados del centro occidente de México. *Madera y bosques* 20(1): 71-83.

Jaffé, K. C. (1993). *El mundo de las hormigas*. Equinoccio Ediciones, de la Universidad de Simón Bolívar, Caracas. 183 pp.

Johnson, R. A. & Ward, P. S. (2002). Biogeography and endemism of ants (Hymenoptera: Formicidae) in Baja California, Mexico: a first overview. *Journal of Biogeography* 29:1009-1026.

Landero-Torres, I., García-Martínez, M. Á., Galindo-Tovar, M. E., Leiva-Ovalle, O. R., Lee-Espinosa, H. E., Murguía-González, J., & Negrín-Ruiz, J. (2014). Un cultivo ornamental de heliconias como reservorio de la mirmecofauna nativa: un caso de horticultura tropical en el centro de Veracruz, México. *Southwestern Entomologist* 39(1): 135-143.

López-Moreno, I. R., Díaz-Betancourt, M. E., & Suarez Landa, T. (2003). Insectos sociales en ambientes antropizados: Las hormigas de la ciudad de Coatepec, Veracruz, México. *Sociobiology* 42(3): 604-622.

Perfecto, I. & Vandermeer, J. H. (2002). The quality of the agroecological matrix in a tropical montane landscape: ants in coffee plantations in southern Mexico. *Conservation Biology* 16:174-182.

Philpott, S. M. (2005). Changes in arboreal ant populations following pruning of coffee shade-trees in Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems* 64:219-224.

Ríos-Casanova, L., Valiente-Banuet, A. & Rico-Gray, V. (2004). Las hormigas del Valle de Tehuacán: comparación con otras zonas áridas de México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 20:37-54.

Ríos-Casanova, L., Valiente-Banuet, A. & Rico-Gray, V. (2006). Ant diversity and its relationship with vegetation and soil factors in an alluvial fan of the Tehuacán Valley, Mexico. *Acta Oecologica* 29: 316-323.

Rivera, L. & Ambrecht, I. (2005). Diversidad de tres gremios de hormigas en cafetales de sombra, de sol y bosques de Risaralda. *Revista Colombiana de Entomología* 31(1) 89-96.

Silvestre, R., Brandão, C. R. F., & Rosa da Silva, R. (2003). Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. *Introducción a las hormigas de la región Neotropical* 7:113-148.

Vásquez-Bolaños, M. (2015). Taxonomía de Formicidae (Hymenoptera) para México. *Métodos en Ecología y Sistemática* Vol. 10(1): 1-53.

Villalvazo-Palacios, M. & Pérez-Domínguez, J. F. (2011). Diversidad de hormigas (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) del área natural protegida sierra de Quila, Jalisco, México. *Memorias. I Foro de conocimiento, uso y gestión del área natural protegida de Sierra de Quila*. pp. 66.