



00343
2.
2ej.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIO DE POSGRADO**

**CARACTERISTICAS ECOLOGICAS DE LAS HORMIGAS EN LA SELVA
BAJA CADUCIFOLIA DE CHAMELA, JAL.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

MAESTRA EN CIENCIAS (BIOLOGIA ANIMAL)

P R E S E N T A

ROSA GABRIELA CASTAÑO MENESES

DIRECTOR DE TESIS: DR. JOSE GUADALUPE PALACIOS VARGAS

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A la Universidad Nacional Autónoma de México

A la Facultad de Ciencias, UNAM

A mis padres, que son lo más preciado en mi vida

A mis hermanos

A Ale y Aida, por todas las risas que hemos compartido

A Victor y Mercedes, por ser un modelo a seguir

A mis maestros y amigos

A la memoria de Elena Oliva Ramírez

RECONOCIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado en el Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos (Proyecto DGAPA IN-2078/91), Depto. de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, bajo la dirección del Dr. José G. Palacios-Vargas, y apoyado por el Programa de Becas Formación y Superación del Personal Académico de la DGAPA (UNAM).

Los Drs. Betty Benrey Boguslavsky y Alfonso Pescador Rubio, miembros del comité tutorial, realizaron valiosas sugerencias y comentarios durante el desarrollo del proyecto.

El Jurado revisor estuvo integrado por los Drs. José G. Palacios Vargas, Zenón Cano Santana, Betty Benrey Boguslavsky, Alfonso Pescador Rubio, Norma E. García Calderón, Francisco Javier Villalobos Hernández y la M. en C. Patricia Rojas Fernández, cuya revisión crítica y sugerencias enriquecieron enormemente el manuscrito original.

El Dr. Victor Rico-Gray, aportó valiosas sugerencias sobre el manuscrito.

Los Bióls. Blanca Mejía Recamier y José Antonio Gómez Anaya, apoyaron durante el trabajo de campo y dieron valiosos comentarios en el análisis de los datos.

El M. en C. Felipe Noguera, Jefe de la Estación de Biología Chamela, proporcionó todas las facilidades en el desarrollo del proyecto. Las colectas en el Ejido San Mateo fueron realizadas durante la investigación coordinada por dentro del proyecto coordinado por el Dr. Victor Jaramillo, financiado por el Programa de Cooperación de la National Science Foundation.

La M. en C. Patricia Rojas Fernández, del Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz, ratificó las determinaciones genéricas y realizó la separación de las morfoespecies de las hormigas.

Los análisis edafológicos fueron realizados en el Laboratorio de Edafología de la Facultad de Ciencias, UNAM, por la Biól. Luz María Gurrola Paz, bajo la dirección del M. en C. Nicolás Aguilera Herrera, y la Biól. Claudia Vallejo Albarrán proporcionó valiosos comentarios sobre los parámetros edáficos evaluados.

Los miembros del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos apoyaron incondicionalmente durante el desarrollo y culminación del presente trabajo

CONTENIDO.

Resumen	1
1. Introducción	
1.1 Generalidades	2
1.2 Estudios en México	2
1.3 Importancia ecológica	3
1.4 Distribución	3
1.5 Factores que afectan la diversidad de hormigas	5
2. Objetivos	6
3. Zona de estudio	
3.1 Localización de la Zona	7
3.2 Estación de Biología Chamela	7
3.2.1 Clima	9
3.2.2 Flora y Vegetación	9
3.3 Ejido San Mateo	11
4. Estructura de la comunidad de hormigas del dosel en Chamela	
4.1 Introducción	12
4.2 Métodos	12
4.3 Resultados y Discusión	
4.3.1 Análisis Faunístico General	13
4.3.2 Variación Temporal	20
4.3.3 Grupos tróficos del Dosel	20
5. Hormigas colectadas con trampas de Malaise	
5.1 Introducción	23
5.2 Métodos	23
5.3 Resultados y Discusión	
5.3.1 Análisis Faunístico General	23
5.3.2 Variación Temporal	27
5.3.3 Grupos tróficos	32

6. Estructura de la comunidad edáfica de hormigas	
6.1 Introducción	34
6.2 Métodos	34
6.3 Resultados y Discusión	
6.3.1 Análisis Faunístico General	36
6.3.2 Variación Temporal	42
6.3.3 Grupos tróficos	46
6.3.4 Relación con los parámetros físicos y químicos del suelo	50
6.3.5 Relaciones con artrópodos del suelo	54
7. Efectos del fuego y practicas agrícolas sobre la comunidad de hormigas	
7.1 Introducción	57
7.2 Métodos	58
7.3 Resultados y Discusión	60
8. Discusión General	
8.1 Comparación de las comunidades de hormigas	65
8.2 Clasificación de hormigas por su gremio	67
8.3 Diferencias entre cuencas	70
8.4 Estacionalidad	70
8.5 Efecto de las perturbaciones	70
9. Conclusiones	72
10. Bibliografía	73
11. Apéndice I	80
12. Apéndice II	81
13. Apéndice III	84

RESUMEN

Se realizó el estudio de la distribución vertical y la variación espacial y temporal de la comunidad de hormigas de Chamela, Jalisco, así como del efecto del fuego sobre ésta. Los métodos de colecta incluyeron la extracción mediante embudos de Berlese de muestras de suelo y hojarasca, el uso de trampas de Malaise y la fumigación, mediante nebulización, del dosel de la selva. Las colectas se realizaron durante dos años en tres cuencas hidrológicas de la Estación de Biología Chamela, y un año en el Ejido San Mateo, La Huerta. Las hormigas colectadas fueron asignadas a seis grupos tróficos, de acuerdo con sus preferencias alimenticias: depredadores, herbívoros, granívoros, melífagos, detritófagos y omnívoros. Se encontraron 80 morfoespecies pertenecientes a 30 géneros de las subfamilias Ponerinae, Ectoninae, Pseudomyrmecinae, Myrmicinae, Dolichoderinae y Formicinae. Se observó una marcada estacionalidad en la abundancia y diversidad de hormigas, las cuales aumentaron durante el período de lluvias. En la hojarasca y los muestreos con trampas se registraron los mayores índices de diversidad en comparación con los obtenidos en suelo y dosel. Las especies más abundantes fueron: *Crematogaster brevispinosa* en el dosel, *Ecton burchelli* en el muestreo con trampas, *Solenopsis* sp. 1 en suelo y *Brachymyrmex* sp. 1 en la hojarasca. Un análisis multivariado sugirió la presencia de una mirmecofauna característica para cada estrato, aunque existen semejanzas entre sotobosque, suelo y hojarasca.

En las parcelas experimentales, donde se manejaron intensidades de fuego altas, medias y bajas. Se encontró que los lotes tratados con baja intensidad de fuego tuvieron alta diversidad. La etapa de estudio que mayor diversidad registró fue la de siembra. La densidad de hormigas aumentó de manera considerable después de la quema.

Los gremios tróficos predominantes fueron el de las hormigas depredadoras y el de las omnívoras, aunque existieron diferencias en la distribución espacial y temporal de tales gremios, dadas por la disponibilidad de recursos en cada estrato y por la marcada estacionalidad que se presenta en la zona.

Las características del clima y las propiedades físicas y químicas de los suelos, aunado a las interacciones que pueden establecer las hormigas con otros grupos de artrópodos, influyen en su distribución y abundancia.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 GENERALIDADES

Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) son una de las familias de insectos con mayor número de especies en el mundo, siendo los insectos sociales con la más amplia distribución geográfica, pues se encuentran desde el límite arbolado del Círculo Polar Ártico, hasta los extremos más sureños de la Tierra de Fuego, Tasmania y Sudáfrica (Wilson, 1971). En selvas, desiertos y sabanas, se registran poblaciones enormes, considerando que más de un tercio de la biomasa animal está formada por hormigas, lo que equivale a 8 millones de hormigas por hectárea de suelo (Hölldobler y Wilson, 1990).

Se considera que, dentro de las 11 subfamilias de especies vivientes, existen 297 géneros y aproximadamente 8,800 especies (Hölldobler y Wilson, 1990). No obstante, hay un gran número de especies sin describir, por lo que según los cálculos realizados por Beckers *et al.* (1989) se estima que el número total de especies es de 12,000, mientras que Hölldobler y Wilson (1990) estiman que este número puede elevarse a 20,000 especies comprendidas en 350 géneros.

México, que presenta la ventaja de contener fauna tanto de la Región Neártica como de la Región Neotropical, es uno de los países más desconocidos en cuanto a fauna mirmecológica (MacKay y MacKay, 1989), no obstante su gran riqueza. Actualmente existen registradas 501 especies en catálogos y otras publicaciones, y se calcula que pueden existir 1,128 especies (Rojas, 1996).

1.2 ESTUDIOS EN MÉXICO.

El conocimiento que se tiene sobre las hormigas de México, ha sido realizado primordialmente por investigadores extranjeros. La primera nota sobre hormigas mexicanas es un trabajo de Norton (1876), que hace referencia a la biología y comportamiento de 21 especies, con énfasis en las que se encuentran en el Estado de Veracruz.

Kempf (1972) elaboró un catálogo que incluye la fauna de las regiones tropicales de México. El catálogo de Smith (1979) considera sólo especies del norte del país; en contraste.

- las especies del centro no han sido incluidas en ningún catálogo (MacKay y MacKay, 1989).

De los trabajos más específicos realizados sobre fauna de hormigas en la región de Chamela, se puede mencionar el realizado por Watkins II (1988), donde se muestra una lista de la subfamilia Ecitoninae de la Estación de Biología Chamela, y se dan claves para la identificación de las especies presentes en la localidad.

1.3 IMPORTANCIA ECOLÓGICA

La distribución local de la fauna de hormigas en la selva ayuda a comprender el papel que desempeñan dentro de la comunidad, de acuerdo a las actividades que realizan y a las relaciones inter e intraespecíficas que establecen. Son muy importantes en la dispersión de semillas (Hughes y Westoby, 1992), en la degradación de materia orgánica y en el control biológico de otros artrópodos (Weseloh, 1993; Gillespie y Reimer, 1993). Además, establecen interacciones con otras poblaciones, tales como mutualismo, competencia y depredación (Otis *et al.*, 1988; Balazy *et al.*, 1990; Willis y Oniki, 1992). Existen grupos de hormigas altamente especializadas que consumen un sólo tipo de presa o establecen relaciones simbióticas con determinados grupos de animales o plantas; mientras que otras explotan diversos recursos del medio, por lo que podemos encontrar, por ejemplo, que las hormigas que habitan en el dosel, pueden ser detritófagas, depredadoras, fungívoras o herbívoras (Stork, 1987).

Pese a su gran importancia, se han realizado pocos estudios sobre taxonomía y ecología de hormigas. La mayoría de tales estudios han sido realizados en selvas de las regiones tropicales (Wilson, 1959, 1986; Majer y Delabie, 1994), ya que allí se ha encontrado mayor diversidad, en contraste con lo encontrado en zonas templadas (Benson y Harada, 1988).

1.4 DISTRIBUCIÓN

En las selvas se pueden reconocer tres grandes hábitats: el arbóricola, el arbustivo y el edáfico, que incluye tanto al suelo como a la hojarasca. Las especies que habitan en cada uno de estos estratos intervienen en distintos aspectos del flujo de energía que se establece en la selva y poseen características que les permiten desenvolverse de manera adecuada en el espacio que

ocupan. Conocer la fauna que se encuentra en cada estrato e interpretar la acción y las relaciones que se establecen con las diferentes especies, ayuda a comprender la dinámica que surge en las comunidades de las selvas. Esta información nos da idea del flujo energético que existen entre los diferentes estratos, y el grado de aislamiento o dependencia que hay entre ellos. En este sentido, Zakharov (1990) ha definido seis complejos ecológicos de hormigas en la selva peruana, de acuerdo con el área de forrajeo y anidación que ocupan. Los grupos que define son: a) Dendrobionte Horizontal (HDC), que anida y forrajea en las copas de los árboles; b) Complejo Dendrobionte Descendiente (DDC), cuyos nidos están en las copas de los árboles, pero forrajea tanto en el dosel como en el suelo; c) Complejo Arbóreo-Arbustivo Horizontal (HSC), que se encuentran asociados con árboles de talla pequeña y arbustos; d) Herpetocomplejo Ascendente (AHC), incluye especies que anidan en el suelo y forrajea en los árboles; e) Herpetocomplejo Horizontal (HHC), cuyas especies anidan el suelo y forrajea en la superficie de éste, la hojarasca y el estrato herbáceo; y f) Complejo Suelo-Hojarasca (SLC), con especies geobiontes exclusivamente.

Uno de los principales problemas para el estudio de la ecología hormigas es el muestreo. Han sido descritos varios métodos de trapeo para hormigas, pero los más utilizados son la colecta manual, nebulización de insecticida en el dosel de los árboles, extracción mediante embudos de Berlese en muestras de suelo y hojarasca, empleo de trampas "pitfall" y colecta en cuadros (Romero y Jaffe, 1989). La eficiencia de cada uno de estos métodos depende principalmente del tipo de hábitat que se estudie.

Las hormigas son el principal componente del dosel en las regiones tropicales (Erwin, 1983; Bassette *et al.*, 1992), aunque existen grandes variaciones. En Australia, por ejemplo, las abundancias de hormigas arborícolas van del 2 al 48% (Majer, 1990; Andersen y Yen, 1992).

También se ha observado que existe una estratificación en su distribución, siendo diferentes las especies que se localizan en el dosel de las que se presentan en los estratos más bajos (Longino y Nadkarni, 1990).

Se piensa que las hormigas actúan en el transporte de materia orgánica del suelo hacia el dosel, así como en la degradación de la misma en este estrato (Nadkarni y Longino, 1990).

hormigas colectadas en el suelo de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México, constituyen uno de los grupos dominantes de artrópodos necrófagos, junto con escarabajos (Morón *et al.*, 1986).

1.5 FACTORES QUE AFECTAN LA DIVERSIDAD DE HORMIGAS

Aunque existen varios grupos de hormigas que son capaces de invadir y colonizar hábitats marginales o perturbados por el hombre (Fontenla, 1994) y recolonizar áreas que habían sido alteradas (Terayama y Murata, 1990; Majer y De Kock, 1992), también se ha observado que la perturbación de los hábitats afecta de manera significativa la diversidad de las hormigas, reduciéndola en gran medida, pues constituyen un grupo sensible a los cambios en el ambiente (Aoki y Harada, 1982; MacKay *et al.*, 1991). Algunos grupos de hormigas pueden servir como indicadoras del grado de perturbación, en tanto que otras pueden indicar la regeneración de una zona. Se ha encontrado que las prácticas agrícolas, tales como la roza y quema, disminuyen de manera considerable la diversidad de hormigas, ya que tienden a desaparecer especies con hábitos arborícolas o aquellas que anidan en la interfase hojarasca-suelo (MacKay *et al.*, 1991; Rojas, 1996).

La selva de Chamela, por ser un área donde se observa de manera evidente la confluencia de las regiones Neártica y Neotropical, ofrece una flora y fauna con características peculiares por la mezcla de fauna procedente de ambas regiones biogeográficas. Por ello, los resultados que se obtengan del estudio de la mirmecofauna de esta región, pueden resultar muy interesantes, no sólo para ampliar el conocimiento de la fauna de hormigas del país, sino comprender su ecología e intervención en las biocenosis, además de comparar con los estudios que se han realizado en selvas tropicales y detectar las diferencias funcionales y ecológicas.

2. OBJETIVOS

Los objetivos generales del presente trabajo son:

1. Determinar la estructura de la comunidad de hormigas de Chamela.
2. Conocer el efecto del fuego y actividades agrícolas en la estructura de la comunidad de hormigas edáficas.

Los objetivos particulares son los siguientes:

1. Determinar la variación temporal de la estructura de la comunidad de hormigas en tres cuencas hidrológicas de la Estación de Biología Chamela.
2. Conocer la distribución vertical de las hormigas en tales cuencas.
3. Evaluar el efecto de las características físicas y químicas del suelo sobre la abundancia de las hormigas.
4. Evaluar la relación de la abundancia de hormigas con la abundancia de otros artrópodos.
5. Evaluar la densidad de hormigas en distintas etapas de un ciclo agrícola.

Las hipótesis planteadas en este trabajo son las siguientes:

1. La estructura de las comunidades de hormigas se modifica a través del tiempo y el espacio. Estos cambios se relacionan con la disponibilidad de recursos a lo largo de año, la biología de las hormigas y la diferencias microclimáticas que se existen en los distintos sitios de anidación de las hormigas.
2. Las modificaciones del ambiente, debido a prácticas agrícolas, afectan la estructura de la comunidad de hormigas, cambiando la composición de especies y reduciendo la diversidad.
3. El fuego provoca la desaparición de especies de hormigas, sobre todo de aquellas que anidan en árboles o en la hojarasca.

3. ZONA DE ESTUDIO

3.1 LOCALIZACIÓN DE LA ZONA

La región de Chamela (Fig. 1) se localiza en la Costa del Estado de Jalisco (México), limitando con el Río San Nicolás al norte y el Río Cuitzmala al sur ($19^{\circ}\text{C } 30'\text{N}$, $105^{\circ} 03'\text{W}$). Está limitada a una franja costera que raramente pasa de unos 10 km, con altitudes menores de 200 m. Fisiográficamente, esta zona corresponde a la porción norte de la Sierra Madre del Sur, que limita al Oeste con el Océano Pacífico, al Este y Norte con el sistema Neovolcánico Transversal y al Sur con el Estado de Oaxaca (Bullock, 1988). Políticamente pertenece al municipio de La Huerta, Jalisco.

3.2 ESTACIÓN DE BIOLOGÍA CHAMELA

La Estación de Biología Chamela es una reserva ecológica con un centro de investigación que pertenece a la Universidad Nacional Autónoma de México. Tiene una extensión de 3,300 ha, cubierta principalmente de una vegetación tipo bosque tropical caducifolio (Bullock, 1988). En la Estación existen varios arroyos y escorrentías efímeros que acarrearán gran cantidad de agua durante septiembre (Cervantes, 1988). La topografía es muy irregular, principalmente de lomeríos bajos (la mayoría menores de los 200 msnm), y pequeñas cañadas. Las pendientes de las laderas son en su mayoría de 21° a 34° , las cuales son de tipo convexo (Bullock, 1988). Los suelos son entisoles, arenosos, de pH neutro, con poca materia orgánica (Solís, 1993).

El área donde se realizaron los muestreos se ubica en un sistema de cuencas hidrológicas, situado en la cara occidental del Cerro Colorado. El sistema comprende 5 cuencas cuyas dimensiones oscilan entre 10 y 30 ha. Los sitios de muestreo se ubicaron en las cuencas denominadas 1 y 4 (Cervante *et al.*, 1988), que son muy similares en cuanto a tamaño (12 ha) y producción promedio de hojarasca ($7,642 \text{ kg ha}^{-1}$, promedio anual, según Patiño, 1990) de acuerdo con los estudios realizados sobre el funcionamiento del ecosistema (Martínez-Yrizar y Sarhukán, 1990; Patiño, 1990), así como en una cuenca situada al norte de la cuenca 4, denominada 4A. Esta cuenca, de aproximadamente 9 ha, había sido utilizada para sembrar maíz, pero desde hace 13 años se abandonó tal actividad, dejando que se recuperara la vegetación original.

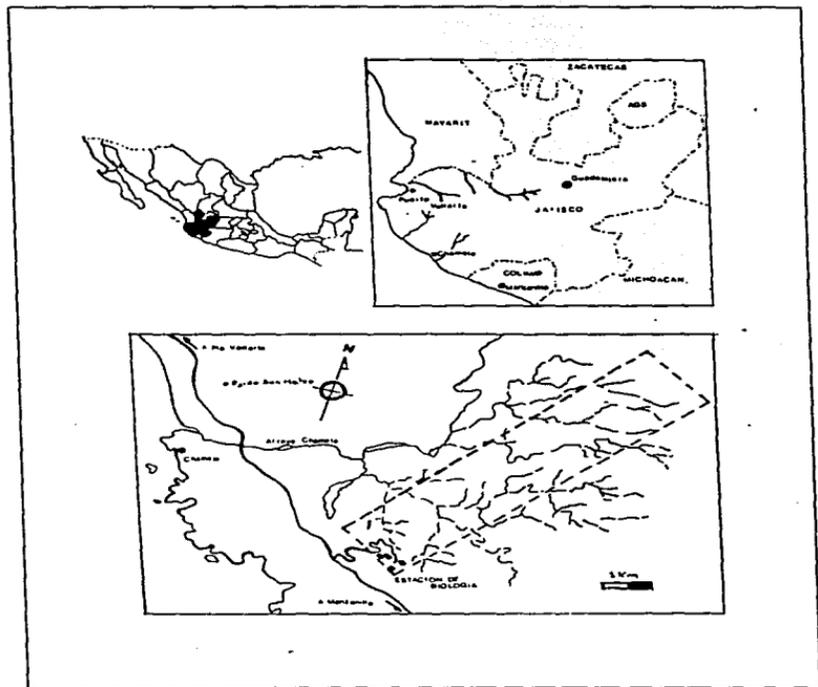


Figura 1. Localización de la Estación de Biología Chamela.

3.2.1 CLIMA

El clima de Chamela, de acuerdo con la clasificación de Köppen modificado por García, es de tipo Aw(x)i, siendo una de los más secos de los cálidos húmedos, con régimen de lluvias en verano y poca oscilación térmica (García, 1981).

La precipitación pluvial promedio anual es de 707 mm y se distribuye en más de un 80% entre los meses de Julio y Octubre (Fig. 2); los huracanes se presentan con cierta frecuencia. La temperatura es poco estacional, con promedios mensuales máximos de 28.8 a 32.2°C en los meses de mayo a julio, y mínimos de 15.9 a 22.6°C de diciembre a febrero (Bullock, 1988).

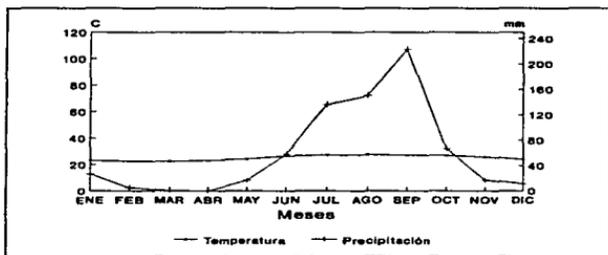


Figura 2. Climograma ombotérmico promedio de la región de Chamela para 1977-1988 (modificado de Bullock, 1988)

3.2.2 FLORA Y VEGETACIÓN.

La flora de la Estación sobrepasa las 780 especies y las dos familias con mayor diversidad son Leguminosae y Euphorbiaceae, seguidas de Compositae, Convolvulaceae, Rubiaceae, Bromeliaceae, Malvaceae y Acanthaceae. En total se han registrado 107 familias. La riqueza de especies en Chamela excede a la de otras selvas neotropicales con más del doble

de precipitación anual (Lott *et al.*, 1987).

La selva baja caducifolia, predominante en la estación, se localiza en la cima y laderas de los lomeríos. La altura de los árboles no excede los 12 m. Los principales géneros representados son *Lonchocarpus*, *Caesalpinia*, *Croton*, *Jatropha* y *Cordia* (Lott, 1985).

La selva media subcaducifolia (Miranda y Hernández X., 1963), presente también en la región se ubica en las partes bajas de las laderas y a orillas de los arroyos, la talla de los árboles es de 10 a 25 m, perdiendo del 75 al 90% de sus hojas durante la sequía. Está caracterizado por *Astronium graveolens* Jacq., *Thounidium dacamdrum* Humb. & Bonpl., *Brosimum alicastrum* Sw., *Tabebuia donnellsmithii* Rose, *Couepia polyandra* Kunth y *Cynometra oaxacana* Brandegec.

Muchas de las especies de árboles tienen su máximo pico de floración y producción de semillas al perder las hojas, principalmente durante junio y julio (Bullock y Solis-Magallanes, 1990). También es notable la presencia de una gran variedad de epífitas, principalmente del género *Tillandsia* (Lott *et al.*, 1987).

La producción promedio de hojarasca es de 4,250 kg ha⁻¹ año⁻¹ (promedio de cinco años), la cual está constituida en 70% por hojas, 20% por ramas, 8% por estructuras reproductivas, tales como semillas, flores y frutos, y el resto por componentes de origen animal y material no identificado (Martínez-Yrizar y Sarukhán, 1990).

3.3. EJIDO SAN MATEO

El Ejido San Mateo es una propiedad agrícola comunal situada a 5 km al Norte del la Estación de Biología Chamela, en la costa central del Pacífico. La elevación en este sito va de los 200 a los 300 msnm. Los suelos son jóvenes y poco profundos, con estructura pobre. La precipitación media anual es de 714 mm, variando de los 453 a los 937 mm. La temperatura promedio anual es de 24.9°C (Bullock, 1986).

El tipo de vegetación predominante en la región de la Bahía de Chamela es bosque tropical caducifolio, con elementos de bosque tropical subcaducifolio (Roth, 1996).

4. ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE HORMIGAS DEL DOSEL EN CHAMELA

4.1 INTRODUCCIÓN

El estudio de las comunidades de artrópodos del dosel ha despertado gran interés, a partir de las técnicas de fumigación desarrolladas en un principio por Martin (1966), y después modificada por Erwin (1982). En regiones tropicales las hormigas constituyen uno de los grupos más abundantes y diversos en el dosel. En el dosel de la selva peruana, Wilson (1987) encontró 135 especies de hormigas; en la parte sur de Australia, las hormigas representan el 48% del total de la fauna arborícola (Andersen y Yen, 1992), mientras que en Borneo conforman el 18% (Strok, 1987) y en Nueva Caledonia el 7.19% (Guilbert *et al.*, 1995).

En este trabajo, se analiza la estructura de la comunidad de hormigas en el dosel de Chamela, Jalisco, así como la variación temporal de la misma.

4.2. MÉTODOS

Para muestrear el dosel, se realizaron siete fumigaciones, con ayuda de una nebulizadora Dyna fog, en agosto y septiembre de 1992, mayo, julio, noviembre de 1993 y febrero y mayo de 1994 (Apéndice I). Los sitios de muestro se ubicaron en la cuenca 4A. En cada fumigación se delimitó un área de 100 m² colocando al azar 50 embudos de plástico de 50 cm de diámetro. El insecticida utilizado se aplicó entre las 4:00 y las 6:00 h, utilizando una solución 3% v/v: resmetrina/keroseno. Se utilizaron 6 l de tal solución en cada muestreo. Transcurridas 5 h de la aplicación del insecticida, se lavaron los embudos con alcohol al 80%, colectando el material en frascos plásticos de capacidad de 1 l. Los organismos colectados se separaron en grandes grupos y se cuantificaron.

Las hormigas se identificaron a nivel genérico y se separaron a morfoespecies. Sólo se consideraron las obreras y soldados, ya que indican de manera más confiable el biotopo de residencia, pues los machos y hembras aladas podrían haber sido colectadas durante los vuelos nupciales y no se asegura que el sitio de la anidación se encuentre cerca del lugar donde se colectaron (Wilson, 1987).

Mediante el índice de Shannon (H') se calculó la diversidad en cada área de muestreo; también se calculó la riqueza específica (S) y la equitatividad (J'), mediante las siguientes ecuaciones (Ludwig & Reynolds, 1988):

$$H' = -\sum_{i=1}^S (p_i \ln p_i)$$

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

donde p_i = abundancia proporcional de cada especie

Un análisis de varianza de dos vías fue utilizado para evaluar el efecto de la cuenca y del mes de colecta sobre la densidad de hormigas. Se calcularon los índices de correlación de Spearman entre los índices de diversidad y los niveles de precipitación y temperatura. Por último, se determinaron las correlaciones entre los factores abióticos (precipitación y temperatura) y la densidad de hormigas (Zar, 1984).

4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.3.1 ANÁLISIS FAUNÍSTICO GENERAL

En las siete fumigaciones realizadas se colectó un total de 5.563 ejemplares de 46 especies pertenecientes a 17 géneros distintos (Tabla 1). La densidad promedio en los siete muestreos en el dosel fue de 81 individuos/m². La subfamilia Myrmicinae resultó ser la más diversa, con 21 especies pertenecientes a 9 géneros. El género más abundante y constante en las colectas fue *Crematogaster*, siendo *C. brevispinosa* la especie más abundante, con una densidad promedio de 26 individuos/m². Este género de hormigas se considera de hábitos arborícolas y frecuentemente han sido citadas grandes poblaciones en selvas altas, constituyendo hasta el 44%

del total de individuos colectados (Basset *et al.*, 1992). Es posible que las dos especies de *Crematogaster*: *C. brevispinosa* y *C. sumichrasti*, no compitan entre sí, ya que, pese a que ambas son consideradas arborícolas, la primera ocupa también el sotobosque y el suelo. Este género frecuentemente se encuentra asociado con organismos del orden Homoptera, ya que se alimenta de secreciones azucaradas que producen los pulgones (Way, 1963). No obstante, se ha citado que *C. brevispinosa* se alimenta también de cadáveres de hormigas y otros pequeños insectos (Quiroz & Garduño, 1989).

Otro género abundante es *Zacryptocerus*, que también se considera arborícola. Se encontraron cinco especies de este género, aunque cabe señalar que *Z. sp.7* sólo se colectaron soldados y podrían pertenecer a alguna de las otras especies. *Camponotus* fue el grupo con género con riqueza específica (13 especies), seguido de *Pseudomyrmex* (5 especies).

En estudios realizados en Nueva Caledonia, Guilbert y Casevitz-Weuleursse (en prensa), utilizando también fumigaciones, encontraron 27 especies y 14 géneros de hormigas en el dosel, mientras que en Perú, Wilson (1987) registró 135 especies y 40 géneros de hormigas. En Australia, se ha encontrado una gran variación en el dosel, pues los registros van de 37 especies en regiones del norte (Majer, 1990) hasta 102 especies en zonas del sur (Andersen & Yen, 1992). Esto nos permite ver que la riqueza de hormigas encontrada en el dosel de Chamela puede considerarse intermedia, y es más alta que la registrada en zonas templadas (Wilson, 1959).

Tabla 1. Densidades mensuales y promedio (ind/m²) de las hormigas colectadas mediante fumigación en el dosel de la Estación de Biología Chamela. 1=Agosto-92, 2=Septiembre-92, 3=Mayo-93, 4=Julio-93, 5=Noviembre-93, 6=Febrero-94, 7=Mayo-94, Prom= Densidad Promedio en las 7 colectas.

TAXA	1	2	3	4	5	6	7	Prom
PONERINAE								
<i>Amblyopone</i> sp.	0.1							0.02
<i>Pachycondyla</i> sp.	0.2	0.2			1.3	0.2	0.2	0.31
ECITONINAE								
<i>Neivamyrmex chamelensis</i>		0.5	0.4				0.1	0.16
PSEUDOMYRMECINAE								
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1	0.3	0.3		0.1	0.2			0.13
<i>P.</i> sp. 2	0.4				0.2	0.2	0.2	0.18
<i>P.</i> sp. 3	0.6		0.5	0.2	0.1	1.2	0.6	0.46
<i>P.</i> sp. 4						0.6	0.2	0.12
<i>P.</i> sp. 5						0.2	0.1	0.04

Tabla 1 (Continuación)

TAXA	1	2	3	4	5	6	7	Prom
MYRMICINAE								
<i>Acromyrmex</i> sp.		0.1		0.1				0.03
<i>Crematogaster brevispinosa</i>	24	6	28	39	33	20	26	25.69
<i>C. sunichrastii</i>	19	7	6	2	74	49	1	22.50
<i>Leptothorax</i> sp. 2			0.4			0.7	0.5	0.23
<i>L.</i> sp. 3					0.4			0.06
<i>L.</i> sp. 4	1.3		0.1	0.7	1.2		0.5	0.55
<i>L.</i> sp. 5		9	0.1	0.2	0.3		0.2	1.43
<i>Neostruma</i> sp.	1.4						3	0.65
<i>Oligomyrmex</i> sp.		0.1						0.01
<i>Phaidole</i> sp. 1	0.6	0.1			0.1	0.3		0.16
<i>Ph.</i> sp. 5	0.5							0.07
<i>Ph.</i> sp. 6	0.3				0.2			0.07
<i>Ph.</i> sp. 7	1.2		0.1				0.1	0.20
<i>Solenopsis</i> sp. 1	2.2	3		2.2	3	5		2.14
<i>Strumigenys</i> sp. 2	0.1				0.2			0.33
<i>Zacryptocerus</i> sp. 1	1.5	0.5	0.9	0.8	3	4	0.1	1.59
<i>Z.</i> sp. 2	0.1		0.7					0.12
<i>Z.</i> sp. 3					1.4	0.5		0.28
<i>Z.</i> sp. 4	0.1		0.7		1.1		0.8	0.39
<i>Z.</i> sp. 5							0.1	0.01
<i>Z.</i> sp. 7					0.2			0.03
DOLICHODERINAE								
<i>Forelius</i> sp. 2	1.2	3	16	0.3			5	3.61
<i>Tapinoma</i> sp.	2	3	11	4	8.4	26	56	15.88

Tabla 1 (Continuación)

TAXA	1	2	3	4	5	6	7	Prom
FORMICINAE								
<i>Camponotus</i> sp. 1	0.7				0.3	1.3		0.33
<i>Cm.</i> sp. 2	0.1	0.2						0.04
<i>Cm.</i> sp. 4	1.4	1	0.2	1	2	0.4	0.6	0.86
<i>Cm.</i> sp. 5					0.3	0.2		0.07
<i>Cm.</i> sp. 6			0.2		0.3	0.4		0.13
<i>Cm.</i> sp. 8	2.8	1	0.6	0.2	1		1.4	1.22
<i>Cm.</i> sp. 9					0.1		0.2	0.04
<i>Cm.</i> sp. 10	0.4							0.06
<i>Cm.</i> sp. 12	1			0.2				0.17
<i>Cm.</i> sp. 13					0.2			0.03
<i>Cm.</i> sp. 14			2	1	1.3	1		0.77
<i>Cm.</i> sp. 15					1.3	0.1		0.20
<i>Cm.</i> sp. 16							0.3	0.04
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1				1	1.5			0.36
<i>B.</i> sp. 2					0.1			0.01

El que el dosel de la selva pueda soportar grandes poblaciones de organismos, ha sido registrado frecuentemente en selvas tropicales (Longino y Nadkarni, 1990; Paoletti *et al.*, 1991), por lo que se ha propuesto que la estimación de la fauna arborea en estos sitios da una aproximación más real del total de especies existentes (Erwin, 1983). Por otro lado, es importante mencionar que en la acumulación de materia orgánica es mucho mayor en el dosel que en el suelo de Chamela (Maass com. pers.), permitiendo el establecimiento de grandes poblaciones de algunos grupos, como los colémbolos (Palacios-Vargas y Gómez-Anaya, 1993).

Los índices de diversidad calculados para la comunidad de hormigas en el dosel, fueron relativamente altos, y se observó que existen variaciones entre las distintas fumigaciones (Tabla 2). Los mayores valores de la diversidad se observan, en general, en las fumigaciones realizadas en los meses de lluvias (agosto, septiembre y noviembre) excepto en julio, donde se registraron la riqueza y diversidad más bajas. Las especies muy abundantes variaron entre fumigaciones

HORMIGAS DEL DOSEL

(Fig. 3), *Crematogaster brevespinosa*, *C. sumichrasti*, *Tapinoma* sp. 1 y *Forelius* sp.2 son las especies mejor representadas en el dosel a lo largo del estudio (Fig. 4). La variación en la riqueza de especies, diversidad y equitatividad son indicadores de la variación temporal existente en la comunidad.

Tabla 2. Parámetros de la comunidad de hormigas del dosel de la selva de Chamela.

Fecha de Fumigación	S	H'	J'
Agosto-1992	26	2.02	0.62
Septiembre-1992	17	2.13	0.75
Mayo-1993	17	1.68	0.59
Julio-1993	16	1.16	0.42
Noviembre-1993	29	1.58	0.47
Febrero-1994	19	1.59	0.54
Mayo-1994	22	1.34	0.43
General	46	1.99	0.52

S=Riqueza específica; H'=Índice de diversidad de Shannon; J'=Equitatividad de Pielou

HORMIGAS DEL DOSEL

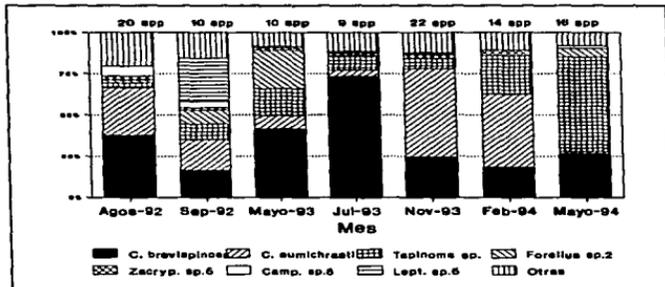


Figura 3. Variación de la composición de la comunidad de hormigas en el dosel de Chamela, Jal. Los números encima de la barra indican el número que incluye otras especies en cada fecha de colecta.

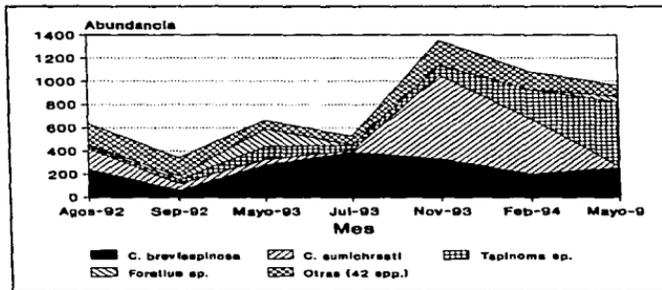


Figura 4. Variación temporal de la estructura de la comunidad de hormigas en el dosel de Chamela, Jal.

4.3.2 VARIACIÓN TEMPORAL.

Uno de los factores que afectan de forma significativa la estructura de la comunidad de hormigas en el dosel de Chamela es el tiempo. Se encontró que hay un efecto del tiempo sobre la densidad de hormigas en el dosel ($F=6.79$; $gl=266,45$; $p<0.005$).

La densidad varió en cada fumigación, siendo mayor en las fumigaciones realizadas en meses de secas (mayo y febrero). La densidad promedio para las fumigaciones llevadas a cabo en meses de lluvias fue de 73 ind/m^2 , mientras que en secas fue de 92 ind/m^2 . Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre la densidad de hormigas y la precipitación en el mes de colecta ($r=0.35$, $gl=5$; $p>0.05$), ni entre aquella y la temperatura ($r=-0.17$; $gl=5$; $p>0.05$). Esto puede deberse al pequeño número de muestreos.

Las correlaciones de Spearman entre la diversidad, riqueza específica, y la precipitación y temperatura, tampoco fueron significativas (Tabla 3)

Tabla 3. Matriz de correlación de Spearman entre los índices de diversidad y la precipitación y temperatura promedio mensual (N= 7). Ninguna correlación fue significativa

	Precipitación	Temperatura
H'	0.23	0.38
S	-0.34	0.23
J'	0.27	0.32

4.3.3 GRUPOS TRÓFICOS DEL DOSEL.

Las hormigas tienen una gran variedad de hábitos alimenticios, hecho que les ha permitido colonizar gran diversidad de medios (Hölldobler & Wilson, 1990). Considerando la fuente principal de alimento de los géneros de hormigas, en base a lo citado en la bibliografía, se realizó la asignación de las especies encontradas en el dosel de Chamela en grupos tróficos, encontrándose cinco grupos: omnívoros, depredadores, herbívoros, granívoros y melífagos (considerando tanto asociados con plantas como con homópteros). El gremio dominante fue el

HORMIGAS DEL DOSEL

de omnívoros (60% de las especies encontradas), seguido de los granívoros y depredadores (Fig. 5).

También se encontró que la distribución de los gremios fue diferente en las fumigaciones, pues algunos sólo se encontraron durante las realizadas durante los meses de lluvias, como es el caso de los herbívoros; otros, como los depredadores, aumentaron durante las lluvias, mientras que los omnívoros fueron favorecidos en los meses secos (Fig. 6). El predominio de hormigas omnívoras no es rara, ya que éstas son el grupo más exitoso, sin embargo, en regiones con limitaciones de recursos, como los desiertos, se ha encontrado que este es grupo dominante (Rojas, 1991), pues la especialización en los hábitos alimenticios es característica de zonas con gran diversidad de recursos (Lévieux, 1977).

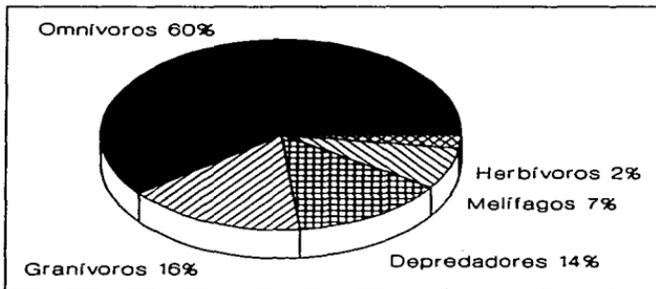


Figura 5. Porcentaje de especies de hormigas del dosel de Chamela asignadas a los diferentes grupos tróficos. N=46

HORMIGAS DEL DOSEL

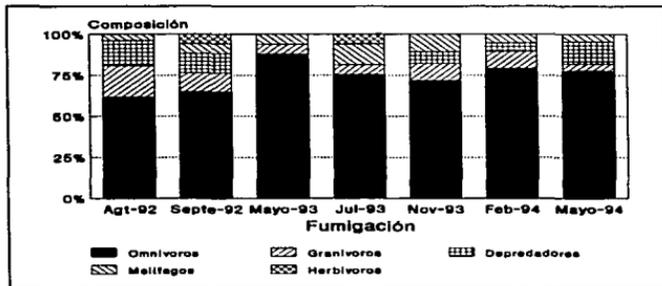


Figura 6. Porcentaje de especies de hormigas del dosel de Chamela asignadas a los diferentes grupos tróficos en cada fumigación.

5. HORMIGAS COLECTADAS CON TRAMPAS DE MALAISE

5.1 INTRODUCCIÓN

Las trampas de Malaise comúnmente son utilizadas en la captura de insectos voladores, sin embargo, también permiten conocer, de manera general; la composición y estructura de las comunidades de insectos en un determinado lugar (Hansen, 1988; Brigham y Saunders, 1990).

La colecta de hormigas con este método permite obtener ejemplares tanto edáficos como del estrato arbustivo.

En este apartado se estudió a la comunidad de hormigas colectadas mediante trampas, con énfasis en las variaciones espaciales y temporales de su estructura.

5.2 MÉTODOS

Las colectas realizadas con trampas de malaise fueron quincenales durante dos años, de agosto de 1991 a julio de 1993. En el primer año (agosto de 1991 a julio de 1992) se colectó en las cuencas 1 y 4, y en segundo (agosto de 1992 a julio de 1993) en la 1 y la 4A. Cinco trampas fueron colocadas en cada cuenca, en sitios seleccionados al azar (Apéndice 1). El material fue separado a grandes grupos taxonómicos y cuantificado. Las hormigas fueron identificadas a género y separadas en morfoespecies.

Se realizaron los cálculos de los índices de diversidad, equitatividad y riqueza específica, al igual que en el capítulo 4.2.

Para comprobar si hay diferencias entre las cuencas, así como entre los meses de muestreo, se utilizó un análisis de varianza. El coeficiente de correlación fue utilizado para evaluar la asociación entre las fluctuaciones en la abundancia y las fluctuaciones de la precipitación a través del período de estudio.

5.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.3.1 ANÁLISIS FAUNÍSTICO GENERAL

Durante los dos años de muestreo, 1,256 ejemplares de 48 especies pertenecientes a 21 géneros (Tabla 4). La especie más abundante fue *Eciton burchelli* (43.4%), seguida de *Crematogaster brevispinosa* (11.4%) y *Pheidole* sp. 1 (6.6%).

Tabla 4. Número de hormigas colectadas mediante trampas de malaise en la Estación de Biología Charrela. Los datos de la cuenca 1 muestra lo colectado en los años 1991 y 1992. En la cuenca 4 se colectó sólo en 1991, en tanto que en cuenca 4A se colectó sólo en el año 1992.

TAXA	Cuenca 1	Cuenca 4	Cuenca 4A
PONERINAE			
<i>Ectatomma ruidum</i>	21		1
<i>Odontomachus</i> sp.	1		1
<i>Pachycondyla</i> sp.	3		
<i>Platythyrea</i> sp.	3	1	
ECITONINAE			
<i>Eciton burchelli</i>	380	133	32
<i>Labidus coecus</i>		1	
<i>Neivamyrmex chamelensis</i>		2	
PSEUDOMYRMECINAE			
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1	4	2	1
<i>P.</i> sp. 2	2		1
<i>P.</i> sp. 3	1		
<i>P.</i> sp. 5	16	11	2
<i>P.</i> sp. 6		1	
<i>P.</i> sp. 7	3	10	4

Tabla 4 (Continuación)

TAXA	Cuenca 1	Cuenca 4	Cuenca 4A
MYRMICINAE			
<i>Acromyrmex</i> sp.	1	1	1
<i>Atta mexicana</i>	17	6	
<i>Crematogaster brevispinosa</i>	84	53	6
<i>C. sumichrasti</i>	4	2	1
<i>Cyphomyrmex</i> sp.	6	5	2
<i>Leptothorax</i> sp. 1	5	7	
<i>L.</i> sp. 2	3	1	
<i>Pheidole</i> sp. 1	34	53	5
<i>Ph.</i> sp. 2		1	15
<i>Ph.</i> sp. 3		1	
<i>Ph.</i> sp. 4	9	15	1
<i>Ph.</i> sp. 5		23	
<i>Ph.</i> sp. 6		22	
<i>Ph.</i> sp. 7	1		
<i>Solenopsis</i> sp. 1	16	60	1
<i>Strumigenys</i> sp. 1	1		1
<i>Trachymyrmex</i> sp.			1
<i>Zacryptocerus</i> sp. 1		2	
<i>Z.</i> sp. 3	2	4	
<i>Z.</i> sp. 4	26	14	3
<i>Z.</i> sp. 5	1		
<i>Z.</i> sp. 6	2		
DOLICHODERINAE			
<i>Forelius</i> sp. 1		4	2
<i>Tapinoma</i> sp.	3	3	3

Tabla 4 (Continuación)

TAXA	Cuenca 1	Cuenca 4	Cuenca 4A
FORMICINAE			
<i>Camponotus</i> sp. 1	16	1	
<i>Cm.</i> sp. 2	18	6	3
<i>Cm.</i> sp. 3	7		
<i>Cm.</i> sp. 4		2	2
<i>Cm.</i> sp. 5		1	
<i>Cm.</i> sp. 7	1		
<i>Cm.</i> sp. 8	1	8	1
<i>Cm.</i> sp. 9	1	1	1
<i>Cm.</i> sp. 11	1		
<i>Cm.</i> sp. 14	9	3	
<i>Cm.</i> sp. 17		1	

Las cuencas 1 y 4 no difirieron en abundancia de hormigas ($F=1.12$; $gl=1,228$; $p>0.05$). Tampoco fueron detectadas diferencias entre las cuencas 1 y 4A ($F=0.02$; $gl=1,228$; $p>0.05$) en este parámetro.

La mayor riqueza de especies se presentó en la cuenca 1 en el segundo año y en la cuenca 4, mientras que la mayor diversidad se registró, en general, en las cuencas 4 y 4A, con 35 especies (Tabla 5).

El género con mayor número de especies fue *Camponotus* (11 especies), seguido de *Pheidole* (6 especies). La riqueza de especies encontrada puede considerarse alta, considerando que el método de colecta no es el más adecuado para hormigas; sin embargo, permite encontrar especies que anidan en los árboles y forrajean en el suelo (como *Crematogaster sumichrasti*, algunas especies de *Camponotus* y *Zacryptocerus*) y viceversa, así como aquellas que tienen preferencias por el estrato arbustivo (como *Plathyrea*).

Tabla 5. Parámetros de la comunidad de hormigas colectadas con trampas de malaise en la selva de Chamela

Cuenca	S	A	H	J'
Cuenca 1 (91-92)	30	438	1.81	0.53
Cuenca 4 (91-92)	35	461	2.51	0.71
Cuenca 1 (91-93)	35	266	1.95	0.55
Cuenca 4A (91-93)	24	91	22.41	0.76
General	48	1256	2.32	0.60

S = Riqueza específica; A = Abundancia; H = Índice de diversidad de Shannon; J' = Equitatividad de Pielou

5.3.2 VARIACIÓN TEMPORAL

Las variaciones en los factores abióticos, como la precipitación y la temperatura, son importantes y pueden tener influencia en el comportamiento de la comunidad de hormigas colectadas con trampas de Malaise. En la Fig. 7 se muestran la temperatura y precipitación promedio mensual registradas para el período de estudio.

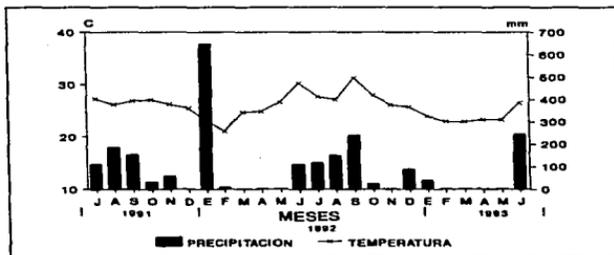


Figura 7. Precipitación y temperaturas registradas en el período de estudio en la Estación de Biología Chamela.

La riqueza específica y el índice de diversidad de Shannon variaron a lo largo del período de estudio (Fig. 8). Se puede observar que, en general, la curva de los índices de diversidad de la cuenca 1 va siempre por arriba de las de las cuencas 4 y 4A. El promedio mensual de la riqueza específica para la cuenca 1 en el primer año de estudio fue de 8.1 ± 4.5 , mientras que en el segundo fue de 6.6 ± 1.8 . Para los dos años de estudio fue de 7.3 ± 3.4 . Para la cuenca 4 la riqueza promedio mensual fue de 8.2 ± 3.0 , y para la cuenca 4A de 3.3 ± 3.0 .

Al graficar la precipitación contra la abundancia de hormigas, se observa relación entre ambas variables (Fig. 9), existiendo un desfase entre los picos de precipitación y los de abundancia en algunos puntos. Este comportamiento puede explicarse por el hecho de que las poblaciones de artrópodos no responden inmediatamente a el incremento de las lluvias, sino que existe un rezago, de aproximadamente 3 semanas, entre ambas variables (Pearson y Derr, 1986).

Se encontró una correlación significativa y positiva entre la abundancia de las hormigas y la precipitación en la quincena t-1 ($r=0.25$; $gl=460$; $p<0.05$). Con la temperatura no se encontró correlación significativa ($r=0.04$; $gl=460$; $p>0.05$). En la Fig. 10 se muestra la correlación entre la abundancia y la precipitación.

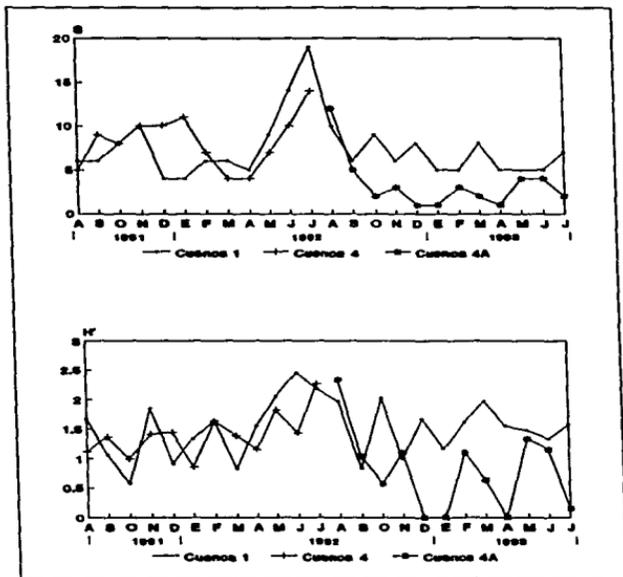


Figura 8. Variación temporal de la riqueza de especies y diversidad de hormigas colectadas con trampas de Malaise en Chamela.

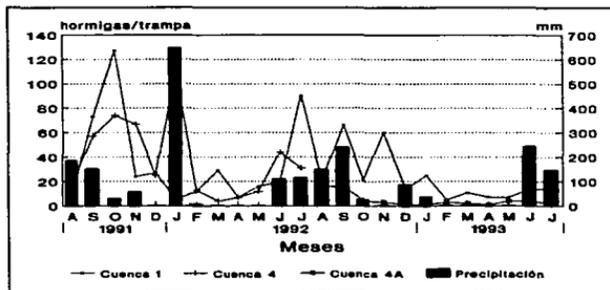


Figura 9. Abundancia mensual de hormigas en trampas de malaise y precipitación promedio mensual.

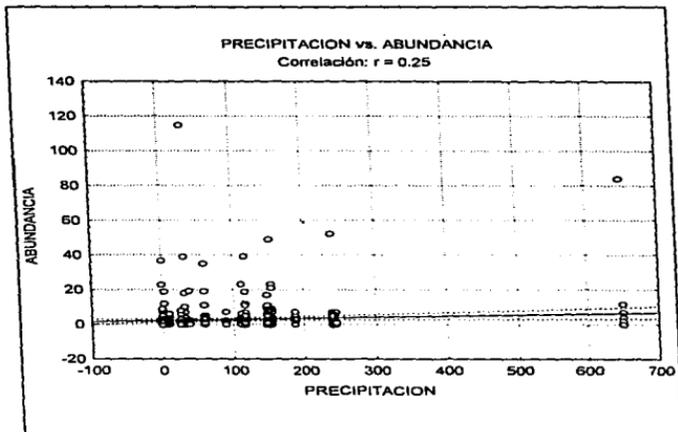


Figura 10. Correlación entre la abundancia de hormigas en trampas de Malaise y la precipitación quincenal acumulada.

5.3.3 GRUPOS TRÓFICOS

Las hormigas colectadas con trampas de Malaise se asignaron a seis grupos tróficos, que fueron, en orden de importancia: omnívoros, depredadores, granívoros, detritófagos, herbívoros y melífagos (Fig. 11). En las tres cuencas los grupos tróficos mejor representados fueron los omnívoros y depredadores. En general, en la cuenca 4A se tuvo una menor diversidad de grupos tróficos. Durante los meses de lluvias (julio- octubre), se pueden encontrar una mayor variedad de grupos tróficos, mientras que en meses secos, predominan los omnívoros (Fig. 12).

Esta distribución de los grupos tróficos está relacionada tanto con la disponibilidad de recursos como de las interacciones, tales como mutualismo y depredación, que establecen con otros organismos, cuya presencia puede ser muy estacional (Cushman y Whitham, 1989; Rico-Gray, 1993).

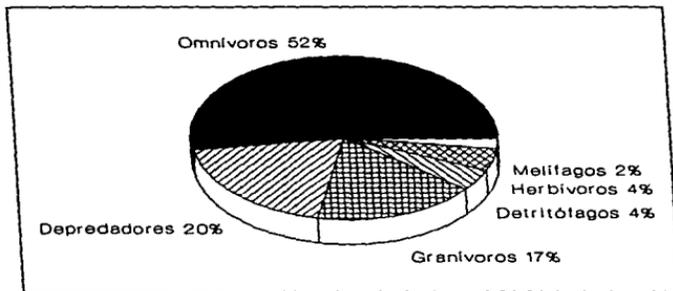


Figura 11. Distribución de especies de hormigas de acuerdo con su grupo trófico colectadas con trampas de Malaise en la Estación de Biología Chamela, Jal. N=48 especies.

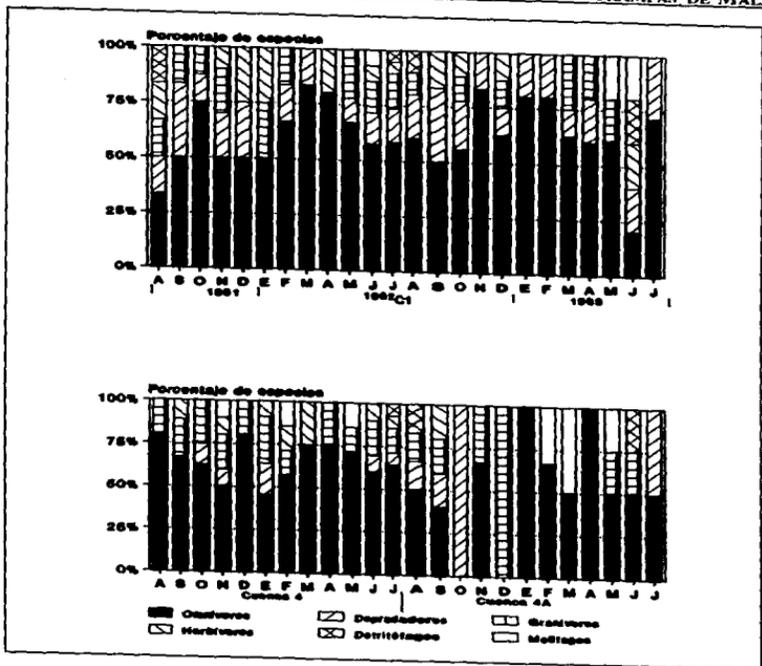


Figura 12. Variación temporal de los grupos tróficos presentes en las trampas de Malaise.

6. ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD EDÁFICA DE HORMIGAS**6.1 INTRODUCCIÓN**

Las hormigas constituyen uno de los grupos más abundantes en distintos ecosistemas, y aunque algunas especies están bien adaptadas para la vida arbórea, son consideradas como animales del suelo a un grado excepcional (Hölldobler y Wilson, 1990). Su función en diferentes procesos edáficos es muy importante, contribuyendo de manera significativa en flujo de energía y el ciclo de la materia orgánica (Petal, 1980). Al transportar material vegetal y animal a sus nidos y mezclarlo con la tierra removida, se aumenta los niveles de carbono, nitrógeno y fósforo en tal área, favoreciendo el crecimiento de las plantas (Beattie y Culver, 1977; Briece, 1982).

En este capítulo se buscó determinar la estructura y variaciones espaciales y temporales de la comunidad de hormigas edáficas en Chamela, así como el efecto de los factores físicos y químicos del suelo en dicha comunidad.

6.2. MÉTODOS

Las colectas de suelo y hojarasca se realizaron mensualmente, durante dos años, de junio de 1991 a julio de 1993. En cada ocasión, se tomaron 10 muestra de suelo y 10 de hojarasca, a una profundidad de 10 cm. Las muestras fueron extraídas con un nucleador de 11 cm de diámetro (Rapoport y Oros, 1966). La extracción de fauna se realizó utilizando embudos de Berlese-Tullgren, tres días sin luz y tres días con luz (con un foco de 25 watts, como fuente). En el primer año de estudio, se colectó en las cuencas 1 y 4, en tanto que en el segundo año se muestreó en las cuencas 1 y 4A (ver apéndice I).

Todo el material obtenido fue separado a nivel de Orden. Las hormigas se identificaron a nivel genérico y se separaron en morfoespecies.

Las muestras de suelo obtenidas durante el primer año de colecta, fueron analizadas para obtener sus características físicas y químicas, y realizar correlaciones entre factores del suelo y la mirmecofauna encontrada.

Los análisis realizados se explican a continuación:

La separación de las fracciones gruesa (> 2mm) y fina (< 2mm) mediante tamizado en seco con malla del número 10, de 2mm de abertura.

El color en seco y húmedo se determinó por comparación con las cartas de color de Munsell (1992).

La densidad aparente fue evaluada por el método de la Probeta y la densidad real por el método del Picnómetro.

El porcentaje de porosidad se determinó por la relación del cociente de la densidad aparente y la real, en tanto que la textura se determinó con el método del Hidrómetro de Bouyoucos (1961).

El porcentaje de humedad (H%) se calculó mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$H\% = \frac{(PH-PS)100}{PH}$$

donde: PH=Peso húmedo y PS=Peso seco

El pH se determinó a una solución suelo a agua destilada (1:2.5) con potenciómetro un Corning Mod. 7.

La materia orgánica fue determinada por el método modificado de Walkley y Black (Jackson, 1982).

El calcio y magnesio intercambiables fue determinado por el método de extracción con acetato de amonio 1N pH 7 y valoración con Versenato EDTA 0.02N (Jackson, 1982).

El sodio y potasio intercambiables se determinaron por el método de extracción con acetato de amonio 1N pH 7 y determinación con un fotómetro de flama Corning 400 (Jackson, 1982).

La capacidad de intercambio catiónico total (CICT) se determinó mediante el método de saturación con $CaCl_2$, lavado con etanol al 96% y elución con NaCl 1N pH 7. Su valoración se realizó con versenato (EDTA 0.02N) y negro de ericromo T (Jackson, 1982).

Se realizaron análisis de correlación entre la abundancia de hormigas y los factores abióticos (edáficos y climáticos) y bióticos (abundancias de otros artrópodos).

Fueron calculados los índices de diversidad (S, H', J'), al igual que en los capítulos anteriores. Se realizaron análisis de varianza para determinar el efecto del biotopo, la cuenca y el mes de colecta sobre la densidad de hormigas.

6.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.3.1 ANÁLISIS FAUNÍSTICO GENERAL

En el suelo y la hojarasca se colectaron un total de 33 especies, de 21 géneros; 9 se colectaron sólo en el suelo y 5 exclusivamente en la hojarasca (tablas 6 y 7). En la Fig. 13 se muestran las proporciones de las diferentes especies de hormigas encontradas en cada biotopo.

Las densidades registradas en el suelo fueron bajas, ya que, por ejemplo, en Brasil, utilizando el mismo método de muestreo, se registraron densidades de 3760 individuos/m² en un año de muestreo (Bandeira Torres, 1988). Si bien la densidad encontrada en el dosel fue menor que en el suelo, hay que tener en cuenta que sólo se realizaron siete fumigaciones, mientras que en el suelo se colectó durante dos años, y las mayores abundancias fueron registradas precisamente en el dosel, por lo que es seguramente las densidades que se pueden alcanzar en el este estrato sean mucho mayores.

Tabla 6. Densidad de hormigas (ind/m²) de cada especie colectadas en los primeros 10 cm de suelo en la Estación de Biología Chamela.

TAXA	Cuenca 1	Cuenca 4	Cuenca 4A
PONERINAE			
<i>Amblyopone</i> sp.	1.75	2.63	1.75
<i>Discothyrea</i> sp.	4.82		
<i>Ectatonima ruidum</i>	0.43		
<i>Hypoponera</i> sp. 1	2.6		1.75
<i>H.</i> sp. 2	6.57		
<i>H.</i> sp. 3	0.88		0.87
<i>H.</i> sp. 4	0.43		
ECITONINAE			
<i>Labidus coecus</i>	3.5		
MYRMICINAE			
<i>Crematogaster brevipinosa</i>	1.75		
<i>Cyphomyrmex</i> sp.	0.43		0.88
<i>Leptothorax</i> sp. 1	2.19	4.38	4.38
<i>L.</i> sp. 2	3.01		
<i>L.</i> sp. 3		0.87	
<i>Oligomyrmex</i> sp.	4.8		21.9
<i>Pheidole</i> sp. 1			3.51
<i>Ph.</i> sp. 3	0.43		
<i>Ph.</i> sp. 4	0.43		1.75
<i>Ph.</i> sp. 5	0.43		
<i>Ph.</i> sp. 6	7.89		6.14
<i>Ph.</i> sp. 7			3.51
<i>Rogeria</i> sp. 1	2.19		1.75
<i>R.</i> sp. 2			0.88
<i>Solenopsis</i> sp. 1	49.12	165	28
<i>S.</i> sp. 2			16.7
<i>Strumigenys</i> sp. 1	28.9		1.75
DOLICHODERINAE			
<i>Tapinoma</i> sp.	0.88	4.38	1.75
FORMICINAE			
<i>Camponotus</i> sp. 2	0.88	0.88	0.88
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	5.26	68.4	
Total	129.82	246.5	100

Tabla 7. Densidad (ind/m²) de hormigas de cada especie colectadas en la hojarasca en la Estación de Biología Chamela.

TAXA	Cuenca 1	Cuenca 4	Cuenca 4A
PONERINAE			
<i>Discothyrea</i> sp.			0.88
<i>Ectatomma ruidum</i>	1.75		0.88
<i>H.</i> sp. 5		0.88	0.88
<i>Odontomachus</i> sp.			0.88
ECITONINAE			
<i>Eciton burchelli</i>	0.43	2.63	
PSEUDOMYRMECINAE			
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 3	0.43	0.88	
MYRMICINAE			
<i>Crematogaster brevispinosa</i>	6.14	1.75	0.88
<i>Leptothorax</i> sp. 1	4.38	5.26	
<i>Oligomyrmex</i> sp.	2.63		2.63
<i>Pheidole</i> sp. 1	0.43		
<i>Ph.</i> sp. 6	2.19		6.14
<i>Ph.</i> sp. 7	1.31		
<i>Rogeria</i> sp. 2			1.75
<i>Solenopsis</i> sp. 1	6.58	3.51	4.38
<i>S.</i> sp. 2	2.63		
<i>Strumigenys</i> sp. 1	1.75		2.63
<i>Z.</i> sp. 4			0.88
DOLICHODERINAE			
<i>Tapinoma</i> sp.	0.43		0.88
FORMICINAE			
<i>Camponotus</i> sp. 2	0.88		
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	10.08	13.16	
	42.1	28	24

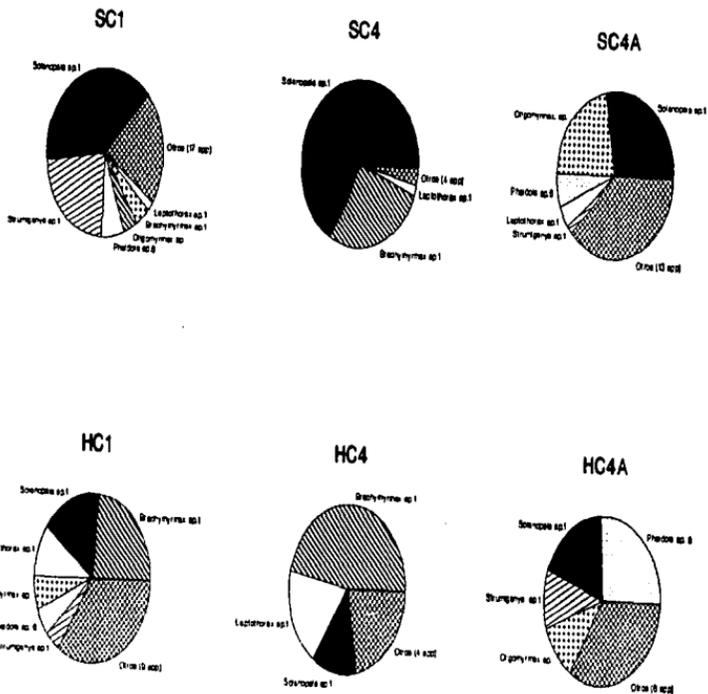


Figura 13. Estructura promedio de la comunidad de hormigas presentes en suelo y hojarasca de Chamela, Jal. Datos promedio de 24 colectas mensuales. S=suelo, H=hojarasca, C1, C4, C4A=cuencas 1, 4 y 4A, respectivamente.

HORMIGAS EDÁFICAS

Los análisis de varianza para evaluar el efecto de la cuenca, el biotopo y el mes sobre la abundancia de hormigas, demostraron que, en los dos años de colecta, la cuenca no tuvo un efecto significativo sobre este parámetro, mientras que el biotopo y el mes de colecta sí lo tuvieron (Tabla 8). Todas las interacciones resultaron no significativas, aunque la interacción cuenca x biotopo entre las cuencas 1 y 4, resultó marginalmente significativa, indicando un posible efecto del factor cuenca sobre las diferencias de la abundancia en los biotopos. Estos resultados indican que la variación espacial de la distribución de las hormigas, es más evidente en sentido vertical que horizontal. Las cuencas al parecer son muy similares, y para la comunidad de hormigas, las diferencias que pueden existir no tienen un efecto evidente sobre su abundancia.

Tabla 8. Análisis de varianza para evaluar el efecto de la cuenca, biotopo y mes de colecta sobre la abundancia de hormigas edáficas en Chamela, Jal. n.s. = no hay efecto significativo

Fuente	CM	gl	F	p
Cuenca 1 vs. Cuenca 4				
Cuenca	79.1	1	2.4	n.s.
Biotopo	135.7	1	4.0	<0.05
Mes	35.5	11	1.9	<0.05
Cuenca x Biotopo	118.9	1	3.5	n.s. (=0.06)
Cuenca x Mes	32.6	11	0.9	n.s.
Biotopo x mes	31.2	11	0.9	n.s.
Error	33.5	424		
Cuenca 1 vs. Cuenca 4A				
Cuenca	41.4	1	2.85	n.s.
Biotopo	162.2	1	11.18	<0.05
Mes	19.3	11	2.1	<0.05
Cuenca x Biotopo	22.9	1	1.58	n.s.
Cuenca x Mes	14.0	11	0.96	n.s.
Biotopo x Mes	11.57	11	0.79	n.s.
Error	14.5	432		

HORMIGAS EDÁFICAS

La especie con mayor abundancia en el suelo fue *Solenopsis* sp. 1, mientras que en la hojarasca fue *Brachymyrmex* sp. 1. Los mayores índices de diversidad se presentaron en la hojarasca, mientras que las mayores abundancias se registraron en el suelo (Tabla 9). La densidad promedio de hormigas en el suelo de la cuenca 1, fue de 130 individuos/m², en la cuenca 4 fue de 246 individuos/m² y en la cuenca 4A fue 100 individuos/m². En la hojarasca la densidad promedio de estos insectos fue de 43 individuos/m² en la cuenca 1, 28 individuos/m² en la cuenca 4 y 24 individuos/m² en la cuenca 4A. El promedio global de la densidad de hormigas en el suelo fue de 152 individuos/m², y de 35 individuos/m² en la hojarasca. Tales densidades resultan muy bajas, comparadas con las registradas por Lavelle *et al.* (1981) en suelos de selvas altas (1,402 individuos/m²), e incluso con suelos de uso agrícola, como los cultivos de caña en Cuba, donde se han registrado densidades de 1,140 individuos/m² (Díaz *et al.*, 1996).

Tabla 9 . Parámetros de la comunidad y densidad de hormigas del suelo y hojarasca de la selva de Chamela, Jal.

Cuenca	S	ind/m ²	H	J'
Suelo C1 (1991-1992)	11	52	1.69	0.71
Suelo C4 (1991-1992)	7	246	0.86	0.44
Suelo C1 (1992-1993)	21	208	2.0	0.66
Suelo C4A (1992-1993)	17	100	2.18	0.78
Hojarasca C1 (1991-1992)	10	48	1.73	0.75
Hojarasca C4 (1991-1992)	7	28	1.54	0.79
Hojarasca C1 (1992-1993)	14	39	2.38	0.92
Hojarasca C4A (1992-1993)	12	24	2.20	0.88
Suelo General	29	152	2.01	0.60
Hojarasca General	20	35	2.43	0.81

S = Riqueza específica; H' = Índice de diversidad de Shannon-Weaver; J' = Equitatividad de Pielou

La riqueza de especies encontrada contrastan fuertemente con los obtenidos en estudios realizados en selvas altas, como Los Tuxtlas, en Veracruz, donde realizaron colectas en el suelo combinando varias técnicas de muestreo, encontrándose 103 especies de hormigas pertenecientes a 48 géneros (Quiroz y Valenzuela-González, 1995). En Chamela, Mercado (1994), utilizando trampas pitfall para muestrear el suelo, registró 70 especies de hormigas para las cuencas 1 y 4. Las diferencias entre los resultados pueden atribuirse a los métodos de colecta utilizados en cada caso, pues el trapeo con trampas pitfall es más eficiente en la captura de hormigas (Romero y Jaffe, 1989).

6.3.2 VARIACIÓN TEMPORAL

Se observaron variaciones tanto en la densidad como en la diversidad a través del período de estudio, en el suelo y la hojarasca (Figs. 14-17). En general, las mayores densidades se presentaron durante la época de lluvia (julio-octubre). No obstante, existe un pico de densidad en el suelo de la cuenca 4 durante el mes de enero de 1992, y cabe señalar que en dicho mes se presentaron lluvias atípicas. También la riqueza de especies registró variaciones a través de los meses estudiados. La riqueza promedio mensual para el suelo de la cuenca 1 fue de 2.62 ± 2.35 ; para la cuenca 4 fue 2.25 ± 1.36 y para la cuenca 4A fue 3.17 ± 1.75 ; en la hojarasca, en la cuenca 1, fue 1.79 ± 1.58 , en la cuenca 4 fue 1.17 ± 1.47 y en la cuenca 4A, 1.5 ± 1.93 . Para el suelo, en general, el promedio fue de 2.67 ± 1.99 y para la hojarasca de 1.56 ± 1.64 .

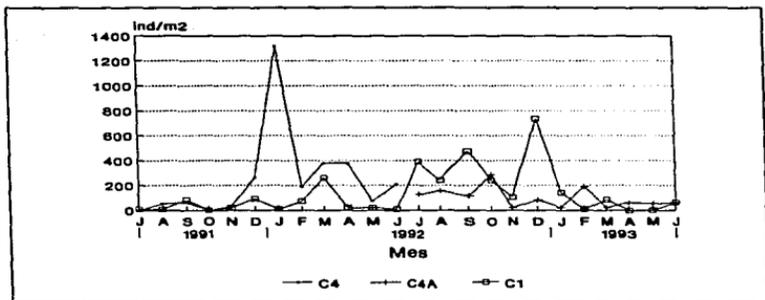


Figura 14. Variación temporal de la densidad de hormigas en el suelo.

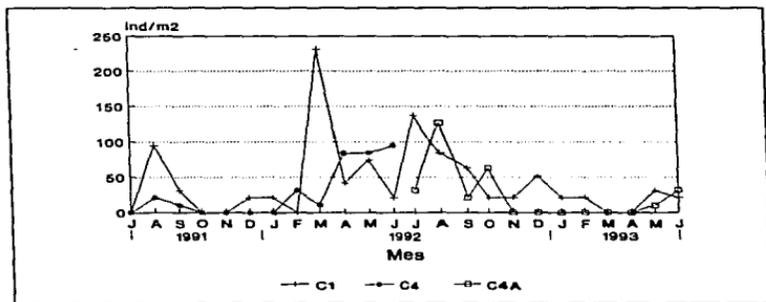


Figura 15. Variación temporal de la densidad de hormigas en la hojarasca.

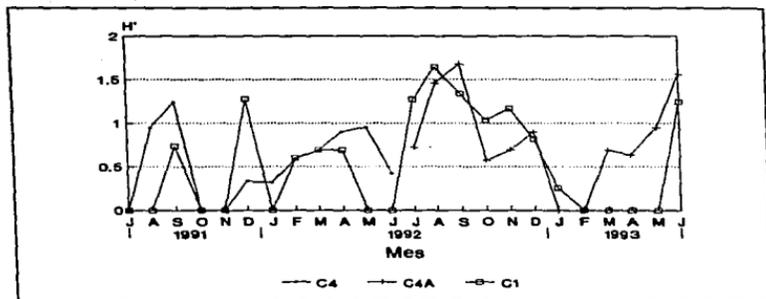


Figura 16. Variación temporal de la diversidad de hormigas en el suelo.

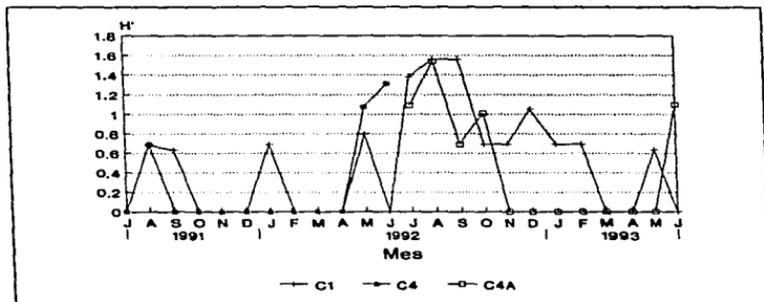


Figura 17. Variación temporal de la diversidad de hormigas en el suelo.

HORMIGAS EDÁFICAS

La abundancia de las hormigas tiene relación con la precipitación, como se observa en la Fig. 18. Es muy significativo el pico que se observa en los meses de enero y febrero de 1992, donde se registraron lluvias fuera de época y que se refleja en el aumento en la densidad de hormigas.

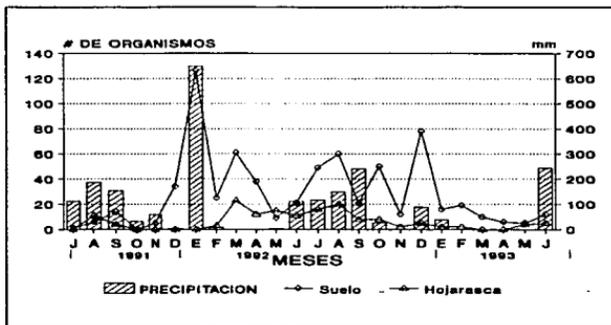


Figura 18. Abundancia mensual de hormigas en suelo y hojarasca en relación a la precipitación promedio mensual.

Se encontró una correlación positiva y significativa entre la precipitación y la abundancia de hormigas edáficas ($r=0.32$; $g1=460$; $p<0.05$); con la temperatura no se encontró correlación significativa ($r=0.03$; $g1=460$; $p>0.05$).

6.3.3 GRUPOS TRÓFICOS

Los grupos tróficos presentes en el suelo fueron depredadores, granívoros, omnívoros, melifagos y detritófagos, siendo los depredadores el grupo dominante; en la hojarasca los grupos tróficos encontrados fueron omnívoros, depredadores, granívoros y melifagos (Fig. 19).

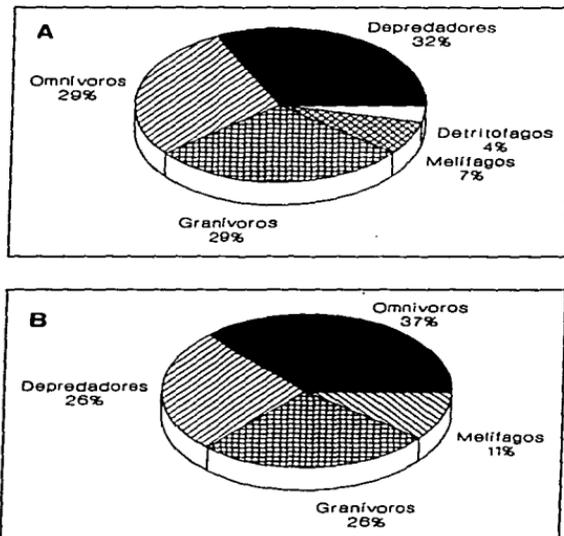


Figura 19. Porcentaje de especies de hormigas del A) suelo (N=28 spp) y B) hojarasca (N=20 spp) en Chamela asignadas a los diferentes grupos tróficos.

En la distribución de los grupos tróficos se encontró variación espacial y temporal. La hojarasca tuvo menos grupos tróficos que el suelo. En general, la mayor diversidad de grupos tróficos se presentó durante los meses de lluvias en la cuenca 1 y 4A, mientras que en la cuenca 4 en los meses secos se encontraron más grupos tróficos (Figs. 20 y 21). Los grupos tróficos más constantes en el suelo fueron los granívoros, omnívoros y depredadores; y en la hojarasca los omnívoros y granívoros. Los detritófagos sólo se presentaron en el suelo, en las cuencas 1 y 4A, al inicio de las lluvias (junio-julio).

Las diferencias en la distribución pueden relacionarse con los recursos presentes en cada cuenca, las características microclimáticas de las mismas y las variaciones estacionales.

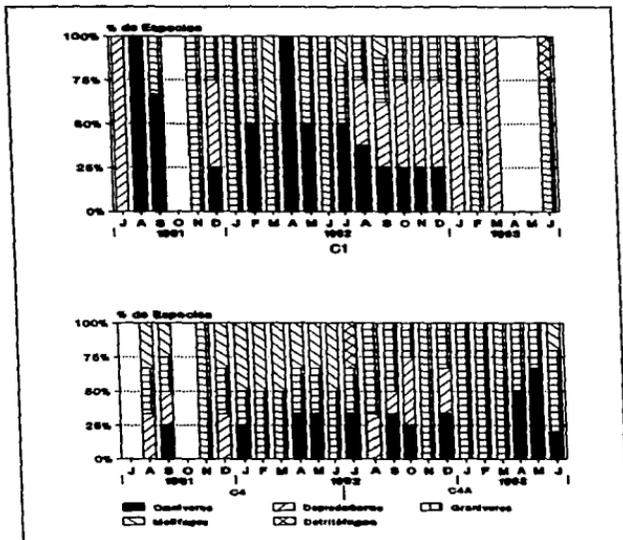


Figura 20. Variación temporal de los grupos tróficos en el suelo.

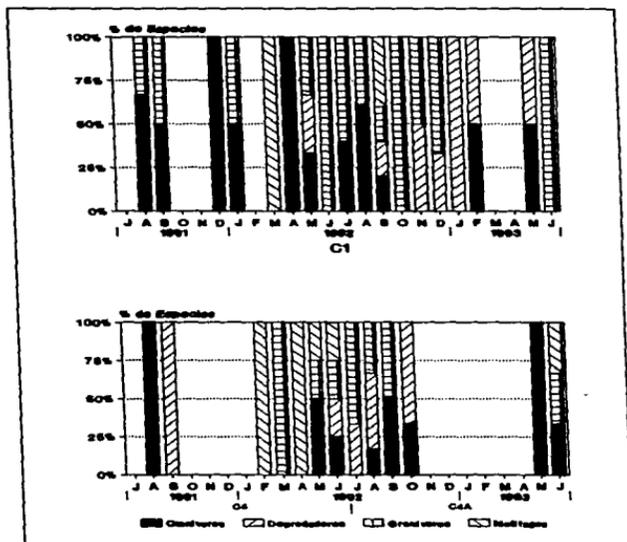


Figura 21. Variación temporal de los grupos tróficos en la hojarasca.

6.3.4 RELACION CON LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL SUELO

En la tabla 10 se muestran los promedios anuales y los errores estándar asociados, para cada cuenca de los diferentes parámetros edafológicos evaluados, mientras que en la tabla 11 se muestra el análisis de varianza para ver el efecto de la cuenca y el mes, y la interacción entre ellos, sobre cada parámetro edáfico.

Tabla 10. Parámetros físicos y químicos edáficos promedio de dos cuencas hidrológicas de Chamela, Jal. En todos los casos N=236

Característica	Cuenca I	Cuenca IV
Fracción gruesa >2mm (%)	56.68 ±4.21	43.32 ±2.86
Fracción fina <2mm (%)	46.42 ±1.2	53.58 ±1.47
Densidad Aparente (g/cm ³)	1.14 ±0.008	1.18 ±0.008
Densidad Relativa (g/cm ³)	2.63 ±0.18	2.49 ±0.007
Porosidad (g/cm ³)	53.37 ±0.24	52.49 ±0.24
pH	6.3 ±0.06	6.6 ±0.06
Arena (%)	71.9 ±1.4	73.7 ±0.92
Limo (%)	17.01 ±0.41	17.9 ±0.32
Arcilla (%)	6.78 ±0.17	6.96 ±0.14
Textura	Migajón arenoso	Migajón arenoso
Materia orgánica (%)	6.85 ±0.25	5.49 ±0.21
Carbono (%)	4.02 ±0.15	3.16 ±0.12
ClCT (meq/100 g)	18.57 ±0.62	16.64 ±0.58
Calcio (meq/100 g)	11.24 ±0.56	10.46 ±0.46
Magnesio (meq/100 g)	2.46 ±0.1	1.92 ±0.08
Sodio (meq/100 g)	0.64 ±0.025	0.84 ±0.21
Potasio (meq/100 g)	0.83 ±0.02	0.71 ±0.02
Humedad (%)	3.76 ±0.20	3.75 ±0.24

Tabla 11 . Valores de F del análisis de varianza de las muestras de suelo obtenidas durante el primer año de estudio para las diferencias entre cuencas (*p < 0.05; gl= 1,234); meses de colecta (*p < 0.05; gl= 11,224) y la interacción entre ambos factores (*p < 0.05; gl= 11,212)

Característica/Factores	Cuenca	Mes	Interacción
Fracción gruesa > 2mm	6.16*	1.36	0.88
Fracción fina < 2mm	13.78*	2.76*	1.27
Densidad Aparente (g/cm ³)	14.49*	1.65	1.26
Densidad Relativa (g/cm ³)	0.57	1.00	0.94
Porosidad (g/cm ³)	6.57*	2.16*	0.82
pH	9.03*	1.47	0.86
Arena (%)	2.32	1.26	0.88
Limo (%)	4.14*	1.95	2.11*
Arcilla (%)	1.17	1.19	1.26
Materia orgánica (%)	17.36*	2.38*	1.67
Carbono (%)	20.26*	2.24*	1.42
CICT (meq/100 g)	4.97*	1.93*	0.89
Calcio (meq/100 g)	1.13	1.71	1.51
Magnesio (meq/100 g)	16.38*	2.42*	2.10*
Sodio (meq/100 g)	0.93	0.98	1.29
Potasio (meq/100 g)	20.69*	2.06*	0.77
Humedad (%)	0.80	19.97*	1.04

En 11 de los 17 parámetros evaluados existieron diferencias significativas entre las cuencas (fina y gruesa, densidad aparente, porosidad, pH, porcentaje de limo, materia orgánica, carbono, capacidad de intercambio catiónico y contenidos de magnesio y potasio). La fracción fina, la porosidad, el porcentaje de materia orgánica y carbono, la capacidad de intercambio catiónico, el contenido de potasio y el porcentaje de humedad variaron significativamente entre meses. La interacción cuencas x meses fue significativa para el porcentaje de limo y el

magnesio, lo que indica que la variación temporal de estos factores está relacionado también con la cuenca, es decir, que no es igual en una cuenca y otra. Las diferencias encontradas pueden afectar la distribución de las hormigas en un lugar y otro, ya que determinadas características del suelo (como el porcentaje de porosidad, textura, pH), favorecen o limitan la presencia de ciertos organismos (Choudhuri y Roy, 1971).

Se determinaron las correlaciones entre los parámetros edáficos, temperatura y precipitación y la abundancias de las hormigas de suelo y hojarasca, considerando abundancias y las características físicas y químicas de cada muestra de suelo, así como la temperatura y precipitación promedio mensual.

La abundancia total de hormigas se correlacionó positiva y significativamente con la precipitación ($r=0.15$; $gl=236$; $p<0.05$) y con el pH ($r=0.13$; $gl=236$; $p<0.05$) y una correlación negativa y significativa con la temperatura ($r=-0.15$; $gl=236$; $p<0.05$). También se realizaron los análisis tomando en cuenta cada especie por separado, considerando a aquellas especies mejor representadas en el suelo (*Amblyopone* sp., *Brachymyrmex* sp.1, *Crematogaster brevispinosa*, *Leptothorax* sp.1, *Solenopsis* sp.1, *Strumigenys* sp.1 y *Tapinoma* sp). Los resultados mostraron que la especie *Brachymyrmex* sp.1 se correlaciona significativamente con tres parámetro edáficos: positivamente con la densidad real y negativamente con los porcentajes de arcilla y humedad (Tabla 12). Otro parámetro edáfico que afecta la abundancia de las hormigas es el pH, que estuvo correlacionado significativa y positivamente con *Solenopsis* sp.1. Para las demás especies de hormigas consideradas no se encontró ninguna correlación significativa.

Tabla 12. Valores del coeficiente de correlación (r) para las regresiones simples entre las abundancias de algunas especies de hormigas y los factores edáficos, precipitación y temperatura (*:p<0.05)

TAXA/FACTOR	FG	FF	DA	DR	POR	pH	ARE	LIMO	ARC	MO	C	CICT	Ca++	Mg++	Na+	K+	HM	Pp	TEMP
<i>Amitypsone</i> sp	-0.04	0.01	0.03	0.03	-0.02	-0.05	-0.04	-0.001	0.05	-0.09	-0.09	-0.04	-0.03	-0.09	-0.08	-0.06	-0.03	0.01	-0.05
<i>Brachymyrmex</i> sp 1	0.02	0.06	0.07	0.15*	-0.002	0.03	0.09	-0.02	-0.21*	-0.05	-0.05	-0.06	-0.05	-0.03	-0.02	-0.03	-0.15*	0.001	0.01
<i>Crematogaster brevispinosa</i>	0.01	-0.10	-0.02	-0.08	-0.02	0.04	0.02	-0.001	0.05	0.06	0.06	0.06	0.11	-0.02	-0.001	-0.01	0.001	0.03	-0.05
<i>Leptothorax</i> sp 1	0.08	-0.07	0.02	-0.08	-0.09	-0.07	0.09	-0.01	-0.03	-0.02	-0.03	-0.07	-0.07	-0.06	-0.01	-0.08	-0.05	-0.07	-0.001
<i>Solenopsis</i> sp 1	-0.03	-0.04	-0.04	-0.01	0.06	0.13*	0.05	0.04	0.01	-0.02	0.01	0.01	0.04	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	0.18*	-0.15*
<i>Strumigenys</i> sp 1	-0.01	-0.12	-0.06	0.12	0.005	0.06	0.09	-0.10	-0.03	0.16	0.16	0.15	0.12	0.09	0.002	0.09	0.001	0.001	0.02
<i>Tapinoma</i> sp	-0.07	-0.10	-0.06	-0.06	-0.04	0.02	0.01	-0.06	0.005	0.02	0.02	0.06	0.09	-0.04	0.01	0.08	0.13	0.09	-0.09
Abundancia total	-0.02	-0.03	-0.05	0.04	0.06	0.13*	0.07	0.02	-0.03	-0.03	-0.04	0.001	0.03	-0.04	-0.02	-0.03	0.10	0.15*	-0.15*

FG=Fracción gruesa (> 2 mm); FF=Fracción fina (< 2 mm); DA=Densidad ákreme; DR= Densidad reah; POR=Porosidad; ARE=% de arena; ARC=% de arcilla; MO= % de materia orgánica; C=% de carbono; CICT=Capacidad de intercambio catiónico total; HM=% de humedad; Pp=Precipitación media mensual; TEMP=Temperatura media mensual

Se puede decir que los factores edáficos tienen influencia diferencial en las poblaciones de hormigas, dependiendo de los hábitos de éstas, ya que algunos factores pueden ser más importantes que otros para determinadas especies.

6.3.4 RELACIONES CON ARTRÓPODOS DE SUELO

Las hormigas mantienen relaciones de distintos tipos con una gran variedad de seres vivos, por lo que la presencia de ciertos grupos de hormigas puede afectar la abundancia y distribución de plantas y animales.

La especie más abundante en los muestreos con trampas fue *Eciton burchelli*, aunque su frecuencia de captura no fue tan alta como la de *Pheidole sp.* y *Crematogaster brevispinosa*. El efecto de la actividad de forrajeo del género *Eciton* sobre las poblaciones de artrópodos en el suelo, ha sido manifiesta en estudios realizados en Costa Rica (Otis *et al.*, 1986). Este es un grupo típicamente depredador, y al salir en busca de presas, siempre lo hacen en grupos numerosos, lo que provoca que varios grupos de artrópodos del suelo se vean afectados por tal actividad, ya sea porque son depredados o bien porque huyen de la presencia de estas hormigas. Así mismo, la presencia de *Eciton* evita que se presenten otros grupos de hormigas, que por lo general son muy abundantes en suelos, como *Atta* y *Paraponera*.

Para determinar si en Chamela existe un efecto de *Eciton* sobre los artrópodos de suelo, se utilizaron los datos de abundancias de organismos colectados en suelo y hojarasca del primer año de colecta, y se buscaron correlaciones entre tales abundancias y las abundancias de *Eciton* durante el mismo periodo de estudio.

Se encontró que la densidad de *Eciton burchelli* están negativamente correlacionada con la densidad de Araneae, Diptera, Hemiptera y Psocoptera (Tabla 13).

El efecto negativo de *Eciton* sobre las arañas también ha sido reportado en localidades de Costa Rica (Otis *et al.*, 1986), ya que son presa común para estas hormigas. Los hemípteros y en menor grado los psicópteros, son también presas frecuentes. La correlación negativa existente entre la abundancia de esta especie y los dípteros, los cuales no son considerados como presa de *Eciton*, es sorprendente. Es posible que la presencia de esta especie de hormiga afecte

negativamente a los dípteros de manera indirecta, ya sea que la actividad de forrajeo de las hormigas interfiera de alguna forma con los hábitos de los dípteros, o que algún factor ambiental los afecte diferencialmente.

Con otros grupos de artrópodos, tales como los ortópteros, los dipluros, los pseudoscorpiones, los proturos, los thysanopteros y los thysanuros, las correlaciones de abundancia con las hormigas de esta especie, no fueron significativas, aunque todos los valores encontrados fueron positivos. Con excepción de los ortópteros, los demás grupos de insectos mencionados, son de talla pequeña, y no son atacados por *Eciton*.

Estos resultados sugieren que puede existir un efecto de la presencia de hormigas sobre la fauna del suelo, modificando las distribuciones de las distintas poblaciones de artrópodos.

Tabla 13. Coeficientes de correlación (r) entre la abundancia de *Eciton burchelli* y la de algunos grupos de artrópodos de suelo y hojarasca (N= 234; ns= no significativo con $p < 0.05$). Los taxa en negritas señalan que las abundancia de éstos están correlacionadas con la bundancia de *Eciton burchelli*.

Taxa	r	p
Araneae	-0.50	< 0.05
Coleoptera	-0.33	ns
Chilopoda	-0.01	ns
Diplopoda	-0.25	ns
Diptera	-0.62	< 0.05
Dyctioptera	-0.21	ns
Embioptera	-0.36	ns
Hemiptera	-0.60	< 0.05
Homoptera	-0.15	ns
Hymenoptera	-0.24	ns
Isopoda	-0.31	ns
Isoptera	-0.18	ns
Larvas	-0.32	ns
Lepidoptera	-0.36	ns
Psocoptera	-0.52	< 0.05

7. EFECTO DEL FUEGO Y PRÁCTICAS AGRÍCOLAS SOBRE LA COMUNIDAD DE HORMIGAS

7.1 INTRODUCCIÓN

Las modificaciones en la vegetación natural, debido a las prácticas agrícolas y ganaderas, afectan la estructura de las comunidades, generalmente reduciendo la diversidad y densidad de las poblaciones (Cancela da Fonseca, 1990). Las hormigas constituyen uno de los elementos más importantes en el suelo, interviniendo en diferentes procesos edáficos (Lavelle, y Kohlmann, 1984), y pueden ser muy sensibles a los efectos del fuego y las perturbaciones causadas por el hombre (MacKay *et al.*, 1991).

En este capítulo se estudió el efecto de tales actividades sobre la estructura de la comunidad de hormigas en una selva baja caducifolia, realizando muestreos durante la tala, quema y siembra en parcelas experimentales.

7.2 MÉTODOS

Durante diciembre de 1992, se delimitaron 9 parcelas experimentales de aproximadamente 33 x 100 m cada una. Bloques de tres parcelas, seleccionadas al azar, fueron taladas y tratadas con distintas intensidades de fuego. La tala de la vegetación fue realizada en enero 19-26 de 1993. Los tratamientos fueron manipulados siguiendo distintos períodos de tiempo entre la tala de la vegetación y la quema de los lotes, siendo de 98-101 días para las altas intensidades de fuego, 73-74 para las medias y 55-56 para las bajas. La quema se realizó de febrero a mayo de 1993. Después de la quema, en junio de 1993, todas las parcelas fueron sembradas con maíz y tres pastos exóticos: *Panicum maximum* Jacq., *Cenchrus ciliaris* L., y *Andropogon* sp. (Roth, 1996).

Muestras de suelo fueron tomadas sólo en las parcelas de baja intensidad (1, 6, 9) y alta intensidad (3, 4, 8) de fuego y en el bosque no perturbado (Fig. 22) durante las diferentes etapas del estudio.

Los muestreos se realizaron un mes antes de talar, en diciembre de 1992; cuatro meses después de la tala, en abril de 1993; dos meses después de la quema, en julio de 1993; tres meses después de la siembra, en octubre de 1993 y finalmente un mes después de la cosecha.

en diciembre de 1993.

Las muestras de suelo fueron tomadas a una profundidad de 10 cm con un nucleador de 11 cm de diámetro. En cada ocasión (antes y después de la tala, después de la quema y después de sembrar), se tomaron 40 muestras de suelo, 30 en las parcelas experimentales y 10 en el lote testigo. La extracción de las muestras se realizó en la Estación de Biología Chamela, utilizando embudos de Berlese-Tullgren.

Las hormigas fueron cuantificadas e identificadas. Se calculó la riqueza de especies, diversidad y equitatividad para cada etapa del estudio.

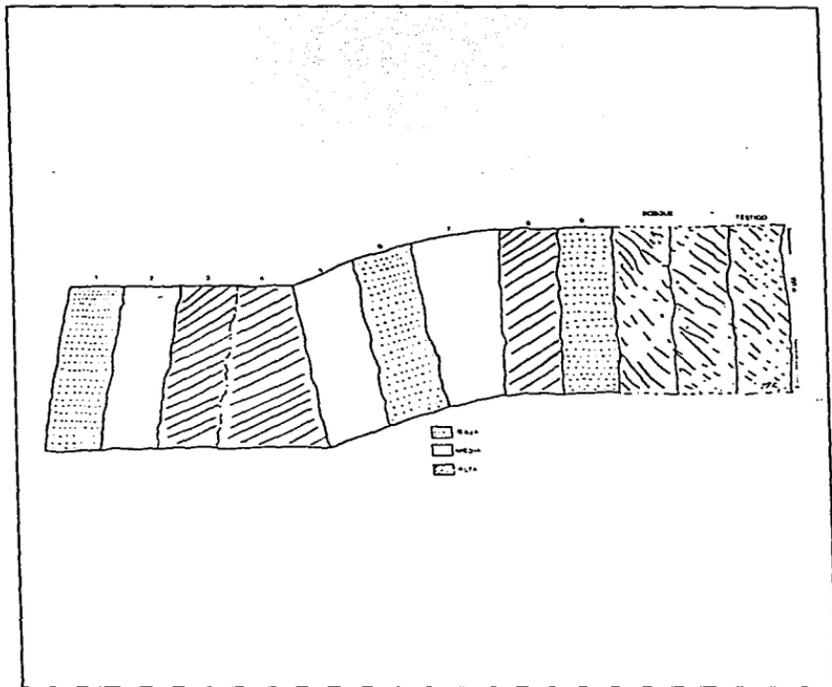


Figura 22. Distribución de las parcelas en el Ejido San Mateo e intensidad de fuego utilizada en cada una.

7.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la zona perturbada experimentalmente del Ejido San Mateo, se encontraron 75 organismos, un total de 15 especies pertenecientes a 11 géneros, en las diferentes etapas del estudio (Tabla 14).

Tabla 14. Especies de hormigas colectadas en el Ejido San Mateo

Taxa
PONERINAE <i>Hypoponera</i> sp. 1 <i>Neivamyrmex melanocephalus</i> <i>Odontomachus</i> sp.
MYRMICINAE <i>Crematogaster brevispinosa</i> <i>Leptothorax</i> sp. 1 <i>L.</i> sp. 2 <i>L.</i> sp. 3 <i>Megalomyrmex</i> sp. <i>Solenopsis</i> sp. 1 <i>S.</i> sp. 2 <i>Rogeria</i> sp. 1 <i>Oligomyrmex</i> sp. 1 <i>O.</i> sp. 2
FORMICINAE <i>Brachymyrmex</i> sp. 1 <i>Paratrechina</i> sp.

Las especies *Leptothorax* sp. 1, *Leptothorax* sp. 2, *Megalomyrmex* sp., *Crematogaster brevispinosa* y *Paratrechina* sp. se colectaron en lotes sometidos a una intensidad alta de fuego, mientras que los demás grupos de hormigas fueron encontrados en los lotes testigo y en los de baja intensidad de fuego, donde también se registraron las mayores abundancias, densidades e índices de diversidad (Fig.23). La mayor riqueza específica y la diversidad más alta fue

registrada en los lotes de baja intensidad. En los lotes de alta intensidad hay una disminución en la riqueza de especies y el índice de diversidad de Shannon, sin embargo aumenta la equitatividad (Tabla 15).

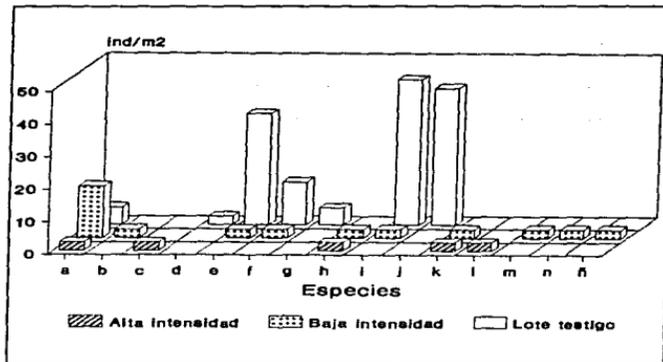


Figura 23. Abundancia de hormigas encontradas en el Ejido San Mateo en las distintas intensidades de fuego. a=*Leptothorax* sp.1, h=*L. sp.2*, c=*L. sp.3*, d=*Brachymyrmex* sp.1, e=*Solenopsis* sp.1, f=*S. sp.2*, g=*Rogeria* sp.1, h=*Megalomyrmex*, i=*Oligomyrmex* sp.1, j=*O. sp.2*, k=*Cremaiogaster brevispinosa*, l=*Paratrechina* sp., m=*Odontomachus* sp., n=*Hypoponera* sp.1, ñ=*Neivamyrmex melanocephalus*.

Tabla 15. Densidad, riqueza específica (S), diversidad (H') y equitatividad (J') para lotes de distintas intensidades de fuego.

Lote	ind/m ²	S	H'	J'
Lote Testigo	147.4	7	1.58	0.81
Baja Intensidad	34.5	10	1.99	0.80
Alta intensidad	13.2	5	1.3	0.90

Se observó un decremento drástico de la diversidad en la etapa después de la tala ($H' = 0.69$) con respecto al inicio. Posteriormente hay una recuperación, registrándose el mayor índice de diversidad en la etapa de siembra (Tabla 16). La reducción de la diversidad debida a la tala también ha sido registrado en otras poblaciones de artrópodos en el suelo (Lasebikan, 1975); en la selva Amazónica, la tala y cambio de vegetación provoca un efecto negativo sobre las poblaciones de hormigas y otros artrópodos (Bandeira & Sousa, 1982). Por otro lado, después de la quema, existe gran liberación de nutrientes, promoviendo el desarrollo de ciertas comunidades de artrópodos (Betsch & Cancela da Fonseca, 1995), lo que puede atraer a las hormigas y explicar el aumento de la diversidad en esta etapa.

La densidad mayor se registró después de la quema. MacKay *et al.* (1991) encontraron un aumento en la densidad de algunas especies de hormigas en un área quemada en Chiapas, posiblemente por ser especies que se encuentran frecuentemente en zonas alteradas, como *Solenopsis germinata*, además de existir una reducción de la competencia con otras especies.

Tabla 16. Densidad, riqueza específica (S), diversidad (H') y equitatividad (J') para las distintas etapas del estudio.

Etapa	ind/m ²	S	H'	J'
Antes de la tala	44.7	5	1.31	0.82
Cuatro meses después de la tala	5.26	2	0.69	1
Dos meses después de la quema	102.63	6	1.16	0.65
Tres meses después de la siembra	39.47	6	1.45	0.81
Cinco meses después de la siembra	10.53	4	1.38	0.99

No obstante los pocos datos que se tienen, se pudo observar un cambio de especies en la zona en función de la etapa de siembra (Fig. 24), ya que hay especies que se presentaron sólo en alguna etapa del estudio, y después ya no se encontraron. La especie *Leptothorax* sp. 1 fue una de las que se presentó en casi todas las etapas de perturbación, pero ya no se encontró después de la siembra. Otros grupos, como *Brachymyrmex* y *Solenopsis*, sobrevivieron a la alteración, ya que pueden anidar en distintos sitios y utilizar varias fuentes de alimento (MacKay *et al.*, 1991).

Rogeria sp. aparentemente es muy susceptible a la alteración del hábitat, ya que sólo se encontró antes de que se iniciara la perturbación. La presencia de *Cremaatogaster brevispinosa*, que sólo apareció en las etapas de quema y durante la siembra, podría deberse a la visita al lugar debido a la búsqueda de alimento, pues después de la quema aumenta la cantidad de insectos que pueden servirles de presa (MacKay *et al.*, 1991). Las especies que sólo aparecieron al final de la perturbación fueron *Odontomachus* sp., *Hypoconera* sp. 1 y *Neivamyrmex malanocephalus*, que son grupos con hábitos depredadores. En tal etapa existen varios grupos de artrópodos que se alimentan de los rastrojos y mazorcas secas, las cuales pueden servir de alimento a tales especies de hormigas.

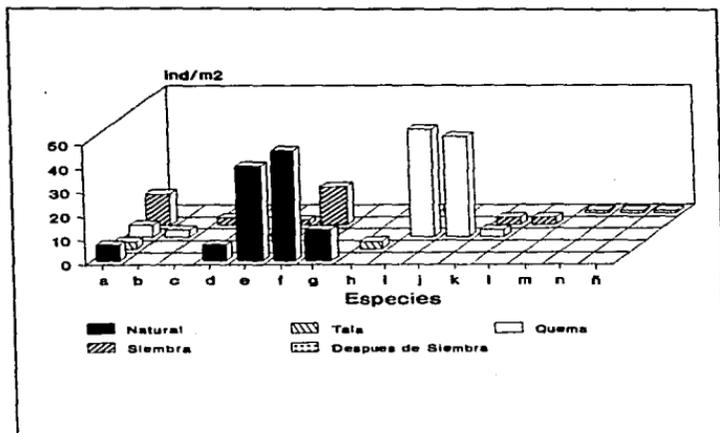


Figura 24. Hormigas encontradas en el Ejido San Mateo durante las distintas etapas del estudio. a=*Leptothorax* sp. 1. b=*L. sp. 2*. c=*L. sp. 3*. d=*Brachymyrmex* sp. 1. e=*Solenopsis* sp. 1. f=*S. sp. 2*. g=*Rogeria* sp. 1. h=*Megalomyrmex*. i=*Oligomyrmex* sp. 1. j=*O. sp. 2*. k=*Cremaiogaster brevispinosa*. l=*Paratrechina* sp.. m=*Odontomachus* sp.. n=*Hyponopona* sp. 1. ñ=*Neivamyrmex melanocephalus*.

8. DISCUSIÓN GENERAL**8.1 COMPARACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE HORMIGAS**

El listado de la mirmecofauna obtenido en el presente estudio, incrementa de forma considerable los registros que se tienen de las hormigas en el estado de Jalisco, ya que sólo se tenían registradas 33 especies pertenecientes a 14 géneros (Rojas, 1996).

Al considerar la riqueza de especies (76), obtenida del muestreo de los diferentes estratos del la selva baja caducifolia, debe considerarse que los métodos de colecta utilizados son muy generales, por lo que existen varias especies que han sido registradas en estudios previos en la zona, pero no fueron colectadas en este estudio (Watkins, 1988; Mercado, 1994), por lo que hay una subestimación de la riqueza mirmecológica de la Estación de Biología Chamela.

Teniendo en cuenta ésto, los resultados del presente estudio ofrecen una primera aproximación en el conocimiento de la estructura de las comunidades de hormigas en esta región, ya que al muestrear distintos estratos obtenemos un panorama de la distribución vertical, las interacciones entre las comunidades de hormigas presentes en cada uno de ellos, dándonos una idea general de como pueden intervenir en el flujo de nutrientes a través de la selva.

Los índices de diversidad mayores fueron registrados en las trampas de Malaise y la hojarasca, ya que en estos estratos se pueden encontrar hormigas que habitan en los árboles y forrajean en los estratos inferiores, o bien, que anidan en el suelo y forrajean en los arbustos y árboles, es decir, aquellas con mayor movilidad y capacidad de explotar distintos recursos. Las hormigas son uno de los grupos de artrópodos con mayor movilidad, lo que les permite ocupar diversos medios. La distribución vertical de la hormigas en la selva permite conocer las interacciones, que promovidas por sus actividades de forrajeo, ocurren entre los diferentes estratos, y el grado de asociación o aislamiento que existe entre ellos.

Para ver la afinidad que existe entre los estratos muestreados en la Estación de Biología Chamela, se realizó un análisis multivariado de asociación. Se utilizaron los datos de presencia-ausencia, con lo que se reduce el efecto del agrupamiento de especies poco frecuentes. Las localidades se agruparon de acuerdo a su similitud mediante el método de unión media entre

grupos o método de agrupación de parejas no influyentes mediante medias aritméticas (UPGMA). Este es el método más utilizado, ya que ofrece la ventaja de usar datos tanto cuantitativos como cualitativos (Lombarte *et al.*, 1989).

Los resultados obtenidos con en análisis de asociación están representados en forma de dendrogramas (Fig. 25), la distancia se mide en la escala obtenida en el análisis UPGMA, siendo los mayores los de los grupos más alejados.

Según las afinidades mirmecológicas, hay dos grandes grupos, el primero que incluye suelo y la hojarasca de ambas cuencas y el segundo las trampas de malaise y el dosel. Como se puede observar en el primer grupo, los biotopos son más afines, sin importar la cuenca, y las comunidades de hojarasca son más parecidas entre sí que las comunidades de suelos. Entre la trampas y el dosel se observa una clara separación.

La distribución vertical de la hormigas en Chamela muestra que existen especies con una clara afinidad por un estrato determinado, no obstante, la mayoría de las especies de hormigas tienen un distribución amplia.

Los estratos más parecidos entre sí son en suelo y la hojarasca. El muestreo con trampas de Malaise permitió obtener especies tanto edáficas como de estratos superiores, teniendo mayor afinidad con el estrato arbóreo.

Las diferencias existentes en las comunidades de hormigas de distintos estratos, también son un reflejo de la heterogeneidad ambiental y mezcla de biotopos (Jiménez y Tinaut, 1992). También se observó que existe comunicación entre las comunidades de los distintos estratos, debido en gran medida a las actividades de forrajeo de las hormigas, lo que les permite establecer relaciones de diversa índole con una variedad de seres vivos.

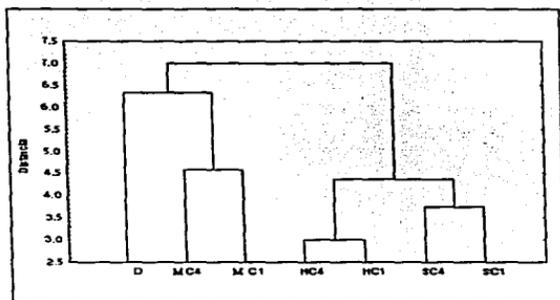


Figura 25. Clasificación de afinidades mirmecológicas en los biotopos muestreados. SC1 = suelo de la cuenca 1; SC4 = suelo de la cuenca 4; HC1 = hojarasca de la cuenca 1; HC4 = hojarasca de la cuenca 4; MC1 = Malaise de la cuenca 1; MC4 = Malaise de la cuenca 4; D = dosel.

8.2 CLASIFICACIÓN DE HORMIGAS POR SU GREMIO

De acuerdo con el sitio donde fueron colectadas y lo que se conoce sobre los hábitos de las especies de hormigas encontradas en la Estación de Biología Chamela, éstas fueron asignadas a los complejos ecológicos propuestos por Zakharov (1990), de acuerdo a los estratos de forrajeo y anidación. En la tabla 17 se mencionan los grupos y algunas de las especies representativas de ellos.

Tabla 17. Especies de hormigas de Chamela, Jal., asignadas a los complejos ecológicos propuestos por Zakharov (1990)

Complejo Ecológico	Taxa
Complejo Dendrobionte Horizontal (HDC)	<i>Forelius</i> sp.2 <i>Pseudomyrmex</i> sp.4 <i>Strumigenys</i> sp.2 <i>Zacryptocerus</i> sp.7 <i>Camponotus</i> spp.
Complejo Dendrobionte Descendiente (DDC)	<i>Crematogaster brevispinosa</i> <i>C. sumichrasti</i> <i>Pseudomyrmex</i> sp.1 <i>P.</i> sp.2 <i>Zacryptocerus</i> sp.1 Algunas especies de <i>Camponotus</i>
Complejo Arbóreo-Arbustivo Horizontal (HSC)	<i>Camponotus</i> sp.11 <i>Forelius</i> sp.1 <i>Zacryptocerus</i> sp.4 <i>Z.</i> sp.6
Herpetocomplejo Ascendente (AHC)	<i>Acromyrmex</i> sp. <i>Atta mexicana</i> <i>Amblyopone</i> sp. <i>Oligomyrmex</i> sp. <i>Pseudomyrmex</i> sp.3 <i>Solenopsis</i> sp.1 <i>Pheidole</i> spp.
Herpetocomplejo Horizontal (HHC)	<i>Eciton burchelli</i> <i>Ectatomma ruidum</i> <i>Labidus coecus</i> <i>Platythyrea</i> sp. <i>Pheidole</i> spp.
Complejo Suelo-Hojarasca (SLC)	<i>Discothyrea</i> sp. <i>Hypoponera</i> sp. <i>Rogeria</i> sp. <i>Solenopsis</i> sp.2

La presencia de *Strumigenys* en el dosel, que se considera un género más afín al suelo, puede atribuirse a que en ocasiones anidan en las raíces de epífitas (Hölldobler & Wilson, 1990), y en Chamela existe una gran cantidad de éstas, principalmente del género *Tillandsia* (Lott *et al.*, 1987) y probablemente la especie encontrada tenga como sitio de anidación las raíces de éstas.

Los complejos DDC y AHC comprendieron el mayor número de especies (16 y 15, respectivamente) así como los más abundantes. Esto mismo fue observado en la selva peruana por Zakharov (1990), ya que constituyen los grupos con mayor movilidad y plasticidad, pues abarcan varios estratos, explotando a la vez distintos recursos. Esto último se ve reflejado en la distribución de los grupos tróficos, pues son los omnívoros el grupo dominante en términos de riqueza en todos los estratos de la selva (Fig. 26). Tales resultados nos proporcionan una idea general del papel tan importante que pueden tener las hormigas en los ciclos energéticos de la selva, pues promueven la comunicación entre los distintos estratos durante sus actividades de forrajeo.

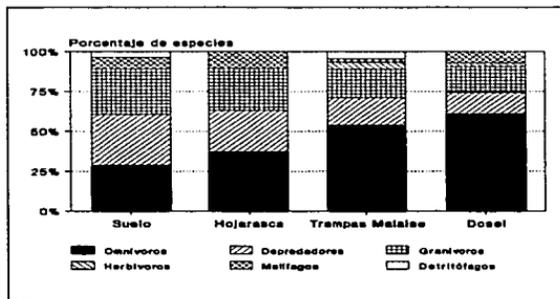


Figura 26. Distribución vertical de los grupos tróficos de hormigas en la Estación de Biología Chamela, Jal.

8.3 DIFERENCIAS ENTRE CUENCAS

No se detectaron diferencias notables entre las cuencas, lo que sorprendente, pues debido a la alteración que sufrió la cuenca 4A (uso agrícola), se esperaba que fuera muy diferente de las otras, en cuanto a la composición de especies. Sin embargo, hay que señalar que han pasado 10 años desde que fue alterada esta zona, y es muy probable que se encuentre en franca regeneración. Así, las hormigas pueden ser indicadores del grado de recuperación de una zona perturbada.

8.4 ESTACIONALIDAD

Entre las principales relaciones que las hormigas tienen con otros grupos, están las de tipo trófico, las cuales son muy amplias dada la variedad de hábitos alimenticios de las hormigas (Way, 1963; Hölldobler y Wilson, 1990; Sanders y Pang, 1993). En la Estación de Biología de Chamela, se tienen representados varios grupos tróficos en las hormigas, relacionados con la riqueza de recursos y la disponibilidad de los mismos, ya que se observa una marcada estacionalidad en la distribución y abundancia de hormigas con distintos hábitos alimenticios. Por ejemplo, los melípagos son muy abundantes durante la época de lluvias, mientras que en épocas secas, surgen grupos de detritófagos y granívoros, que pueden desarrollarse en tales ambientes.

Al igual que las variaciones temporales en la dominancia de grupos tróficos, la estructura de las comunidades también es afectada de manera significativa por el componente temporal, siendo la precipitación, dado el régimen de lluvias tan estacional (Bullock, 1988), uno factores que influye, en general de manera positiva, el desarrollo de las comunidades de hormigas en los distintos estratos.

8.5. EFECTO DE LAS PERTURBACIONES

Las hormigas son un grupo que es afectado de forma significativa por la perturbación causada en su medio, sin embargo, por su gran plasticidad, hay especies que puede colonizar medios alterados y establecerse con éxito. Por tal motivo pueden ser indicadoras del grado de perturbación o regeneración en una zona determinada.

En los resultados obtenidos en el Ejido San Mateo, perturbado experimentalmente con distintas intensidades de fuego, se puede observar que la alteración de la vegetación afecta

negativamente la diversidad de especies, provocando que se pierdan principalmente aquellas que son más sensibles. Ya que en las intensidades altas de fuego se registraron los menores índices de diversidad y las densidades más bajas, podemos decir que este manejo tiene un efecto profundo sobre las comunidades de hormigas, y la recolonización de tales zonas es mucho más lenta.

9. CONCLUSIONES

- De acuerdo con los muestreos realizados en distintos biotopos y estratos de la selva baja caducifolia en la región de Chamela, se registraron 80 especies de 30 géneros de hormigas, tal riqueza mirmecológica resulta intermedia al compararse con los registros que se tienen de estudios realizados en selvas altas y en bosque de zonas templadas, siendo menor que en selvas bajas y mayor que en bosques.
- La estructura de las comunidades de hormigas es variable en el tiempo, lo cual está asociado a los cambios marcadamente estacionales en la región.
- Las mayores abundancias, así como índices de diversidad más altos, se registraron en los meses de lluvias.
- Las mayores abundancias de hormigas se registraron en el dosel, mientras que la mayor riqueza específica se encontró en los muestreos con trampas de Malaise.
- Las máximas riquezas de especies se presentaron en las trampas de Malaise y la hojarasca, ya que en estos estratos se encuentran mezclas tanto de especies arborícolas como de suelo y hojarasca.
- La precipitación y temperatura, influyen de manera significativa en la distribución y abundancia de las hormigas.
- Las interacciones que establecen las hormigas con otros grupos, influyen en la estructura de las comunidades y en el flujo energético en la selva, como lo demuestra el efecto de la presencia de *Eciton burchelli* en las comunidades de artrópodos del suelo.
- Las características físicas (porosidad, textura) y químicas (pH, materia orgánica) del suelo tienen influencia sobre las poblaciones de hormigas con hábitos de anidación y forrajeo hipógeos.
- La perturbación y el fuego tienen un efecto negativo en las comunidades de hormigas, reduciendo la diversidad.

10. BIBLIOGRAFIA.

- Andersen, A. N. y A. Y. Yen. 1992. Canopy ant communities in the semi-arid mallee region of Northwestern Victoria. *Aust. J. Zool.*, 40:205-214.
- Aoki, J. y H. Harada. 1982. Environmental Change and soil fauna in East Kalimantan (Borneo). *Jap. Rev. Soil.*, 8:341-378.
- Balazy, S., X. Espadaler y J. Winiński. 1990. A new myrmecophilic Hyphomycete, *Aegeritella maroccana* sp. nov. *Mycol. Resch.*, 94:273-275.
- Bandeira, A. y P. Sousa. 1982. Influencia da pino (*Pinus caribaea*) fauna do solo da regio Amazonia. *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi, sér. Zool.*, 114:1-13.
- y M.F.P. Torres. 1988. Considerações sobre densidade, abundância e variedade de invertebrados terrestres em áreas florestais de Carjás, sudeste da Amazônia. *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi, sér. Zool.*, 4:191-199.
- Basset, Y., H. P. Aberlenc y B. Delvare. 1992. Abundance and stratification of foliage arthropods in lowland rainforest of Cameroon. *Ecol. Entomol.*, 17:310-318.
- Beattie, A. J. y D. C. Culver. 1977. Effects on the mound nests of the ant, *Formica obscuripes*, on the surrounding vegetation. *Am. Midl. Nat.*, 97:390-399.
- Beckers, B., S. Goss, J. L. Deneubourg, J. M. Pasteels. 1989. Colony size, communication and ant foraging strategy. *Psyche*, 96:239-256.
- Benson, W. y A. Y. Harada. 1988. Local diversity of Tropical and Temperature ant faunas (Hymenoptera, Formicidae). *Acta Amazonica*, 18:275-289.
- Betsch, J. M. y J. P. Cancela da Fonseca. 1995. Changes in edaphic factors and microarthropod communities after clearing and burnig in a tropical rain forest in French Guayana. *Acta Zool. Fennica*, 196:142-145.
- Bouyoucos, G. V. 1961. Directions for making mechanical analysis of soil by hydrometer method. *Soil Sci.*, 42:25-35
- Briese, D. T. 1982. The effect of ants on the soil of a semi-arid saltbush habitat. *Ins. Soc.*, 29: 375-382.

- Brigham, R. M. y S. B. Saunders. 1990. The diet of big brown bats (*Eptesicus fuscus*) in relation to insect availability in southern Alberta, Canada. *Northwest. Sci.*, 64:7-10.
- Bullock, S. H. 1986. Climate of Chamela, Jalisco, and trends in the south coastal region of Mexico. *Arch. Met. Geoph. Biocl. ser.*, 36:297-316.
- 1988. Rasgos del Ambiente Físico y Biológico de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomol. Mex.*, 77:5-17.
- y J. A. Solís-Magallanes. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in México. *Biotropica*, 22:22-35.
- Cancela da Fonseca, J. P. 1990. Forest management. impac on soil microarthropods and soil microorganisms. *Rev. Ecol. et Biol. Sol.*, 27:269-284.
- Cervantes, L. 1988. Intercepción de lluvia por el dosel en una comunidad tropical. *Ingeniería Hidráulica en México III*:38-42.
- , R. Domínguez, M. Maass. 1988. Relación lluvia-escurrimiento en un sistema pequeño de cuencas de selva baja caducifolia. *Ingeniería Hidráulica en México III*:30-41.
- Cushman, J. H. y T. G. Whitham. 1989. Conditional mutualism in a membracid-ant association: temporal, age-specific and density-dependente effects. *Ecology*, 70:1040-1047.
- Choudhuri, D. K. y S. Roy. 1971. The Collembola (insecta) of the uncultivated fields in burdwan district (West Bengal), with remarks on correlation between monthly population and certain soil factors. *Proc. zool. Soc., Calcuta*, 24:33-39.
- Díaz, M. V. González y I. Esquivel. 1996. Composición taxonómica y evaluación ecológica de los formicidos durante el segundo ciclo de caña de azúcar. *Revista Biología*, 10:71-78.
- Erwin, T. L. 1982. Tropical forests: Their richness in Coleoptera and other species. *Coleop. Bull.*, 36:74-75.
- 1983. Beetles and other insects of tropical forest canopies at Manaus, Brazil, sampled by insecticidal fogging. In S. L. Sutton *et al.* (Eds.). *Tropical rainforest ecology and management*, pp. 59-79. Blackwell Scientific Publications, Londres.
- Fontenla, J. L. 1994. Mirmecofauna de la Península de Hicacos, Cuba. *Avicennia*, 1:79-85.
- García, E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Tercera edición, Enriqueta García, Indianápolis 30. México. 241 pp.
-

- Gillespie, R. G. y N. Reimer. 1993. The effect of alien predatory ants (Hymenoptera: Formicidae) on Hawaiian endemic spiders Aranea: Tetragnithidae. *Pacific Science*, 47: 21-33.
- Guilbert, E., M. Baylac y J. Najt. 1995. Canopy arthropod diversity in a New Caledonian primary forest sampled by fogging. *Pan-Pac. Entomol.*, 71:3-12.
- y J. Casevitz-Weulersse. *En prensa*. Analyse de la myrmécophage de la canopée de forêts primaires de Nouvelle-Calédonie échantillonnée par fogging (Hymenoptera, Formicidae). In J. Najt y L. Matile (eds.), *Zoologia Neocaledonica*, Volume 4. *Mém. Nus. natn. Hist. nat.*
- Hansen, J. D. 1988. Trapping methods for rangeland insects in burned and unburned sites: a comparison. *Great Basin Nat.*, 48:383-387.
- Hölldobler, B. y E. O. Wilson. 1990. *The Ants*. Harvard University Press, Harvard. 732 pp.
- Hughes, L. y M. Westoby. 1992. Effect of diaspore characteristics on removal of seeds adapted for dispersal by ants. *Ecology*, 73:1300-1312.
- Jackson, M. L. 1982. *Andlisis Químicos de Suelos*. 4a. ed. Omega, Madrid. 662 pp.
- Jiménez, J. y A. Tinaut. 1992. Mirmecofauna de la Sierra de Loja (Hymenoptera, Formicidae). *Orsis*, 7:97-111.
- Kempf, W. W. 1972. Catálogo abreviado das formigas da regioa neotropical (Hymenoptera: Formicidae). *Studia Ent.*, 15:2-345.
- Lasebikan, B. 1975. The effect of clearing on the soil arthropods of a Nigerian rain forest. *Biotropica*, 7:84-89
- Lavelle, P. y B. Kohlmann. 1989. Etude quantitative de la macrofaune du sol dans une foret tropicale humide du Mexique (Bonampak, Chiapas). *Pedobiologia*, 27:377-393.
- , M. E. Maury y V. Serrano. 1981. Estudio cuantitativo de la fauna del suelo de la región de Laguna Verde, Veracruz. Epoca de lluvias. En: P. Reyes (Ed.) *Estudios Ecológicos en el Trópico Mexicano*. Inst. de Ecología A. C., México. 105 pp.
-

- Lévieux, J. 1977. La nutrition des fourmis tropicales. V. Éléments de synthèse. Les modes d'exploitation de la biocoenose. *Ins. Soc.*, 24:235-260.
- Lombarte, A. S. Romero de Tejada y A. de Haro. 1989. Contribución al conocimiento faunístico de los formicidos de la sierra de Collserola (Barcelona). *Orsis*, 4:125-140.
- Longino, J. T. y N. M. Nadkarni. 1990. A comparison of ground and canopy leaf litter ants (Hymenoptera: Formicidae) in a neotropical montane forest. *Psyche* 97:81-94.
- y P. E. Hanson. 1995. The ants (Formicidae). In P. E. Hanson y I. D. Gould (eds.), *The Hymenoptera of Costa Rica*. pp. 588-620. Oxford University Press, Londres.
- Lott, E. J. 1985. *Listados florísticos de México. III. La Estación de Biología Chamela, Jalisco*. Inst. Biología, UNAM, México. 47 pp.
- , S. H. Bullock y J. A. Solís-Magallanes. 1987. Floristic diversity and structure of upland and arroyo forests of Coastal Jalisco. *Biotropica*, 19:228-235.
- Ludwig, J. A. y J. F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology. A Primer Methods and Computing*. A Wiley Interscience Publication. Nueva York. 337 pp.
- MacKay, W. P. y E. MacKay. 1989. Clave para los géneros de hormigas en México. *Mem. II Simposio Nacional de Insectos Sociales*. Oaxtepec, Morelos. 1-82.
- , A. Rebeles, H. C. Arredondo, A. D. Rodríguez, D. A. González y S. B. Vinson. 1991. Impact of the slashing and burning of a tropical rain forest on the native ant fauna (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 18:257-268.
- Majer, J. D. 1990. The Abundance and Diversity of Arboreal Ants in Northern Australia. *Biotropica*, 22:191-199.
- y A. E. De Kock. 1992. Ant recolonization of sand mines near Richards Bay, South Africa: An evaluation of progress with rehabilitation. *South Afr. J. Sci.*, 88:31-37.
- y J. H. C. Delabie. 1994. Comparison of the ant communities of annually inundated and terra firme forests at Trombetas in the Brazilian Amazon. *Ins. Soc.*, 41:343-359.
- Martin, J. L. 1966. The insect ecology of red pine plantations in central Ontario. IV. The crown fauna. *Can. Entomol.*, 98:10-27

- Martínez-Yrizar, A. and J. Sarukhán. 1990. Litterfall patterns in a tropical deciduous forest in over five year period. *Biotropica*, 19:226-235.
- Mercado, I. 1994. La comunidad de hormigas del suelo, del bosque tropical caducifolio de la región de Chamela, Jalisco (Hymenoptera: Formicidae). Tesis Profesional. Universidad de Guadalajara, Jalisco. 40 pp.
- Miranda, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Méx.*, 28:29-179.
- Morón, M. A., J. F. Camal y O. Canul. 1986. Analysis of necrophagous entomofauna of the northern area of the Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, México. *Folia Entomol. Mex.*, 69:83-98.
- Munsell. 1992. *Soil Chart*. Munsell Color Co. Baltimor, E.U.A Department of Agriculture. Hand Book 18. Soil survey Manual.
- Nadkardi, N. M. y J. T. Longino. 1990. Invertebrates in Canopy and Ground Organic Matter in a Neotropical Forest, Costa Rica. *Biotropica*, 22:286-289.
- Norton, E. 1876. Notas sobre las hormigas mexicanas. *La Naturaleza*, III:179-190.
- Otis, G. W., E. Santana, D. L. Crawford y M. L. Higgins. 1986. The effect of foraging army ants on leaf-litter arthropods. *Biotropica*, 18:56-61.
- Palacios-Vargas, J. G. y J. A. Gómez-Anaya. 1993. Los collembola (Hexapoda: Apterygota) de Chamela, Jalisco, México (distribución ecológica y claves). *Folia Entomol. Mex.*, 89: 1-34.
- Paoletti, M. G., R. A. J. Taylor, B. R. Stinner, D. H. Stinner y D. H. Benzing. 1991. Diversity of soil fauna in the canopy and forest floor of a Venezuelan cloud forest. *J. Trop. Ecol.*, 7:373-383.
- Patino, M. C. 1990. Variación espacial y temporal de la capa de hojarasca (mantillo) en una selva baja caducifolia en Chamela, Jal. México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 78 pp.
- Pearson, D. L. y J. A. Derr. 1986. Seasonal patterns of lowland forest floor arthropod abundance in southeastern Perú. *Biotropica*, 18:244-256.
- Petal, J. 1980. Ant populations, their regulation and effect on soil in meadow. *Ekologia Polska*, 28:297-326.
-

- Quiroz, L. N. y L. M. P. Garduño. 1989. Algunos aspectos ecológicos de las hormigas del género *Crematogaster* Lund (Hymenoptera: Formicidae) en el estado de Morelos, México. *Mem. II Simposio Nacional de Insectos Sociales*. Oaxtepec, Morelos: 125-143.
- y J. Valenzuela-González. 1995. A comparison of ground ant communities in a Tropical Rainforest and adjacent Grassland in Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Southw. Entomol.*, 20:203-213.
- Rappoport, E. H. y E. Oros. 1966. Observaciones sobre la eficacia del método de Berlese-Tullgren en la extracción de la micro y mesofauna del suelo. *Actas Primer Coloquio Latinoamericano de Biología del suelo*, Montevideo. pp. 675-688.
- Rico-Gray, V. 1993. Use of plant-derived food resources by ants in the dry tropical lowlands of Coastal Veracruz, Mexico. *Biotropica*, 23:301-3015.
- Rojas, P. 1991. Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la Reserva de la Biósfera de Mapimí, Dgo. Tesis de Maestría. UNAM. 84 pp.
- 1996. Formicidae (Hymenoptera). In J. Llorente-Busquets, A. N. García Aldrete y E. González Soriano (eds.) *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*, pp. 483-500. UNAM. México.
- Romero, H. y K. Jaffe. 1989. A comparison of Methods for Sampling Ants (Hymenoptera: Formicidae) in Savannas. *Biotropica*, 21:348-352.
- Roth, D. 1996. Regeneration dynamic in response to slash and burn agriculture in a tropical deciduous fores of western Mexico. Tesis de Maestría. Oregon State University, Oregon. 127 pp.
- Sanders, C. J. y A. Pang. 1993. Carpenter ants as predators of spruce budworm in the boreal forest of northwestern Ontario. *Can. Entomol.*, 124:1093-1100.
- Smith, D. R. 1979. Superfamily Formicoidea, Family Formicidae. In: K. V. Krombein, P. D. Hurd, D. R. Smith and B. D. Burks (Eds.). *Catalog of Hymenoptera in America North of México*. Vol. 2:1323-1467.
- Solis, E. 1993. Características físico-químicas del suelo en un ecosistema tropical caducifólio de Chamela, Jalisco. Tesis Profesional, Fac. de Ciencias, UNAM, México. 91 pp.
- Stork, N. E. 1987. Guild structure of arthropods from Bornean rain forest trees. *Ecol. Entomol.*, 12:69-80.
-

- Terayama, M. y K. Murata, 1990. Effects of area and fragmentation of forests for nature conservation: Analysis by ant communities. *Bull. Biogeograph. Soc. Japan*, 45:11-18.
- Watkins II, J. F. 1988. The army ants (Formicidae: Ecitoninae) of the Chamela Biological Station in Jalisco, México. *Folia Entomol. Mex.*, 77:379-393.
- Way, M. J. 1963. Mutualism between ants and honeydew-producing Homoptera. *Ann. Rev. Entomol.*, 8:307-344.
- Weseloh, R. M. 1993. Manipulation of forest ant (Hymenoptera: Formicidae) abundance and resulting impact on gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) populations. *Environ. Entomol.*, 22:587-594.
- Willis, E. O. y Y. Oniki. 1992. As aves e as formigas de correição. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Zool.*, 8:123-150.
- Wilson, E. O. 1959. Some Ecological characteristics of ants in New Guinea Rain Forests. *Ecology*, 40:437-447.
- 1971. *The Insects Societies*. Harvard University Press, Harvard. 548 pp.
- 1987. The Arboreal Ant Fauna of Peruvian Amazon Forest: A First Assessment. *Biotropica*, 19:245-251.
- Zakharov, A. A. 1990. Vertical structure of the ant communities and their role in the Peruvian selva. *Memorabilia Zool.*, 44:7-11.
- Zar, J. H. 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall. 2ed. Englewood Cliff, Nueva Jersey. 718 pp.

**APÉNDICE I. TIPOS DE COLECTA UTILIZADOS EN LA
ESTACIÓN DE BIOLOGÍA CHAMELA PARA CADA BIOTOPO MUESTREADO**

Colecta	Cuencas	N	No. de muestreos	Periodicidad
Edáfica	1 y 4 (Junio 91-Julio 92) 1 y 4A (Junio 92-Julio 93)	20 muestras por cuenca (95 cm ²)	24	Mensual
Trampas de Malaise	1 y 4 (Julio 91-Junio 92) 1 y 4A (Julio 92-Junio 93)	5 trampas por cuenca (1m x 1m)	24	Quincenal
Dosel	4A Agosto-1992 Septiembre-1992 Mayo-1993 Julio-1993 Noviembre-1993 Febrero-1994 Mayo-1994	50 embudos (20 cm ²)	7	Variable

APÉNDICE II
DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE LAS HORMIGAS EN CHAMELA

SC1=SUELO CUENCA 1; SC4=SUELO CUENCA 4; HC1=HOJARASCA CUENCA 1; HC4=HOJARASCA CUENCA 4;
5=MALAISE CUENCA 1; 6=MALAISE CUENCA 4; D=DOSEL.

TAXA	SC1	SC4	HC1	HC4	5	6	D
PONERINAE							
<i>Amblyopone</i> sp.	X	X					X
<i>Dyscothyrea</i> sp.	X			X			
<i>Ectatomma ruidum</i>	X		X	X	X	X	
<i>Hypoponera</i> sp. 1	X	X					
<i>H.</i> sp. 2	X						
<i>H.</i> sp. 3	X	X					
<i>H.</i> sp. 4	X						
<i>H.</i> sp. 5				X			
<i>Odontomachus</i> sp.				X	X	X	
<i>Pachycondyla</i> sp.					X		X
<i>Platythyrea</i> sp.					X	X	
ECITONINAE							
<i>Eciton burchelli</i>			X	X	X	X	
<i>Labidus coecus</i>	X					X	
<i>Neivamyrmex chamelensis</i>						X	X
PSEUDOMYRMECINAE							
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1					X	X	X
<i>P.</i> sp. 2					X	X	X
<i>P.</i> sp. 3			X	X	X		X
<i>P.</i> sp. 4							X
<i>P.</i> sp. 5					X	X	X
<i>P.</i> sp. 6						X	
<i>P.</i> sp. 7					X	X	

Apéndice II (Continuación)

TAXA	SC1	SC4	HC1	HC4	5	6	D
MYRMICINAE							
<i>Acromyrmex</i> sp.					X	X	X
<i>Atta mexicana</i>					X	X	
<i>Crematogaster brevispinosa</i>	X		X	X	X	X	X
<i>C. sumichrasti</i>					X	X	X
<i>Cyphomyrmex</i> sp.	X	X			X	X	
<i>Leptothorax</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X	
<i>L.</i> sp. 2	X				X	X	X
<i>L.</i> sp. 3		X					X
<i>L.</i> sp. 4							X
<i>L.</i> sp. 5							X
<i>Neostruma</i> sp.							X
<i>Oligomyrmex</i> sp.	X	X	X	X			X
<i>Pheidole</i> sp. 1		X	X		X	X	X
<i>Ph.</i> sp. 2						X	
<i>Ph.</i> sp. 3	X					X	
<i>Ph.</i> sp. 4	X	X			X	X	
<i>Ph.</i> sp. 5	X					X	X
<i>Ph.</i> sp. 6	X	X	X	X		X	X
<i>Ph.</i> sp. 7		X	X		X		X
<i>Rogeria</i> sp. 1	X	X					
<i>R.</i> sp. 2		X		X			
<i>Solenopsis</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X	X
<i>S.</i> sp. 2		X	X				
<i>Strumigenys</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X	
<i>St.</i> sp. 2							X
<i>Trachymyrmex</i> sp.						X	
<i>Zacryptocerus</i> sp. 1						X	X
<i>Z.</i> sp. 2							X
<i>Z.</i> sp. 3					X	X	X
<i>Z.</i> sp. 4				X	X	X	X
<i>Z.</i> sp. 5					X		X
<i>Z.</i> sp. 6					X		
<i>Z.</i> sp. 7							X

Apendice II (Continuación)

TAXA	SC1	SC4	HC1	HC4	5	6	D
DOLICHODERINAE							
<i>Forelius</i> sp. 1						X	X
<i>F.</i> sp. 2							X
<i>Tapinoma</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X
FORMICINAE							
<i>Camponotus</i> sp. 1					X	X	X
<i>Cm.</i> sp. 2	X	X	X		X	X	X
<i>Cm.</i> sp. 3					X		
<i>Cm.</i> sp. 4						X	X
<i>Cm.</i> sp. 5						X	X
<i>Cm.</i> sp. 6							X
<i>Cm.</i> sp. 7					X		
<i>Cm.</i> sp. 8					X	X	X
<i>Cm.</i> sp. 9					X	X	X
<i>Cm.</i> sp. 10							X
<i>Cm.</i> sp. 11					X		
<i>Cm.</i> sp. 12							X
<i>Cm.</i> sp. 13							X
<i>Cm.</i> sp. 14					X	X	X
<i>Cm.</i> sp. 15							X
<i>Cm.</i> sp. 16							X
<i>Cm.</i> sp. 17						X	
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	X	X	X	X			X
<i>B.</i> sp. 2							X

APÉNDICE III. BIOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS GÉNEROS ENCONTRADOS

El arreglo filogenético de las Subfamilias se realizó en base al propuesto por Hölldobler y Wilson (1990). Los géneros dentro de cada subfamilia están en orden alfabético. La información sobre la biología fue tomada en su mayoría de Hölldobler y Wilson (1990), salvo en los casos donde se indique la fuente de referencia. Las figuras fueron redibujadas de esta misma fuente.

SUBFAMILIA PONERINAE
Género *Amblyopone*.

Este género es de los más primitivos de Ponerinae, y su distribución es cosmopolita. Son monomórficas, forman colonias pequeñas (< 100 individuos). Su hábitat es principalmente subterráneo, siendo sus nidos simples principalmente en suelos. Son depredadoras, principalmente de ciempiés y larvas de escarabajos. Están adaptados para el forrajeo hipogeo, es decir, cazan bajo tierra y en los espacios cerrados entre raíces de árboles, suelo y hojarasca. Para capturar a sus presas las paralizan mediante la picadura de su aguijón. En algunas especies, las reinas se alimentan de la hemolinfa de las larvas (vampirismo) a través de la cutícula o bien por un órgano especializado que presentan las larvas en el tercer segmento abdominal. Las larvas son alimentadas con fragmentos de insectos. No aceptan fluidos azucarados como complemento de su dieta.

En Chamela se encontró en el suelo, y un solo ejemplar en el dosel.

Género *Discothyrea*.

Son depredadores especialistas en huevos de artrópodos. Tienen una distribución cosmopolita. Sus colonias son pequeñas.

Se encontró en el suelo y hojarasca de Chamela.

Género *Ectatomma*.

Hormigas con especies neárticas y neotropicales. Son visitantes frecuentes de nectarios extraflorales. Generalmente construyen sus nidos verticalmente en troncos caídos. Algunas especies hospedan en sus nidos a hormigas del género *Crematogaster*.

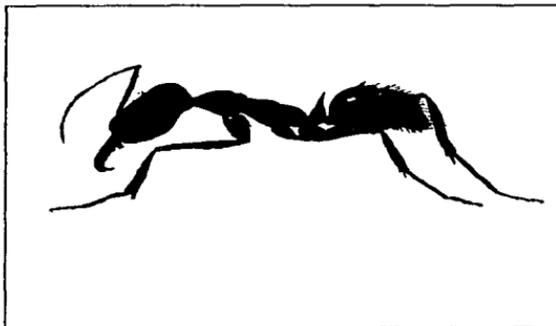
Sólo se colectó en suelo, hojarasca y sotobosque.

Género *Hypoponera*.

Género muy diverso de hormigas cosmopolitas. Son depredadores generalistas que viven en pequeñas colonias en el suelo y hojarasca, preferentemente.

Los ejemplares colectados se encontraron precisamente en estos biotopos.

Género *Odontomachus*.

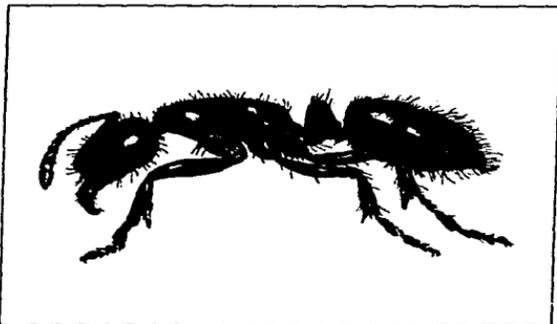


Estas hormigas son principalmente depredadoras, pero algunas especies pueden cuidar áfidos. Generalmente se encuentran en hábitats marginales (pastizales y galerías). También forman "ant gardens" (conjuntos de epifitas ocupadas por hormigas, que acarrear las semillas de las epifitas y

proporcionan detritos para que se desarrollen las plantas, cuyas raíces constituyen parte el nido). En Chamela fue localizado en la hojarasca y con las trampas de Malaise.

Género *Pachycondyla*.

Grupo de hormigas depredadoras con amplia distribución. Hay grupos especializados en la depredación de termitas. En ocasiones cazan solitariamente. También existen especies que complementan su dieta con la visita a cuerpos Mülllerianos (cuerpos alimenticios que se producen



en la base de los peciolos) de plantas como *Cecropia*. En este grupo, en lugar de regurgitación, se observa un comportamiento denominado "social bucket", en donde las hormigas colectan alimento líquido, del que se sirven porciones en las mandíbulas de los demás miembros de la colonia.

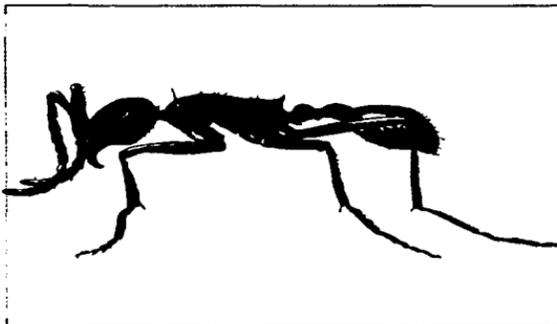
Se colectaron con trampas y en el dosel.

Género *Platythyrea*.

Son depredadores generalistas que viven en pequeñas colonias. Son preferentemente arborícolas y es frecuente encontrarlas desplazándose por los troncos de los árboles (Longino & Hanson, 1995).

Se colectó sólo con las trampas de Malise en Chamela.

SUBFAMILIA ECITONINAE

Género *Eciton*.

Son hormigas legionarias neotropicales. Los nidos pueden ser subterráneos o en la superficie del suelo, y en ocasiones son arbóreos. Se alimentan de una gran variedad de artrópodos, incluyendo estados inmaduros de avispas sociales y otras hormigas.

En Chamela, la especie encontrada fue *E. burchelli*.

muy abundante en las colectas con trampas, aunque también se le encontró en la hojarasca.

Género *Labidus*.

Son hormigas con distribución neotropical, consideradas como las más omnívoras dentro de las hormigas legionarias, su mayor actividad se observa durante la noche (Longino & Hanson, 1995). Se colectó tanto en el suelo como con las trampas en Chamela.

Género *Neivamyrmex*.

Este género presenta especies tanto en trópicos como en zonas templadas. Los bivouac (refugios rudimentarios utilizados para una sola pernocta) son principalmente subterráneos, aunque también se encuentran bajo rocas y troncos. Son principalmente depredadores de otras hormigas (*Pheidole*, *Solenopsis*), pero también de algunos coleópteros y otros artrópodos pequeños. Su actividad generalmente se desarrolla en la superficie del suelo y parcialmente subterránea.

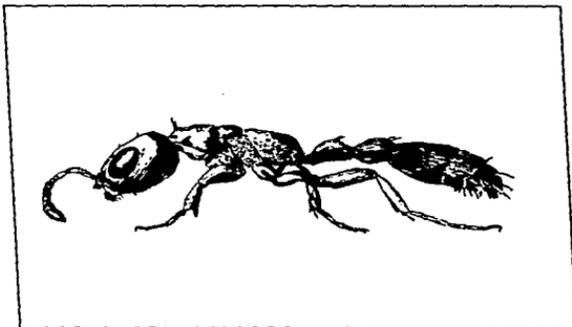
durante la noche o en la madrugada. También se ha encontrado que hospedan escarabajos estafilínidos.

Fue colectado en suelo, con trampas y en el dosel.

SUBFAMILIA PSEUDOMYRMECINAE

Género *Pseudomyrmex*.

Este género tiene una distribución neártica sureña y neotropical. Tiene asociación obligada con varias especies de *Acacia*. Se alimentan principalmente del néctar de los cuerpos Beltianos (cuerpos alimenticios localizados en las puntas de las pínulas o raquis de *Acacia*) y nectarios extraflorales de las plantas, aunque



también se llegan a comer a los insectos fitófagos que atacan a las acacias.

En Chamela, este género tiene una amplia distribución vertical, pero se encuentra mejor representado en los muestreos con trampas y en el dosel.

SUBFAMILIA MYRMICINAE

Género *Acromyrmex*.

Género de distribución neártica y neotropical (desde el suroeste de Estados Unidos hasta Argentina). Fuertemente polimórficas, cuerpo tuberculado y con sedas rígidas; lóbulos occipitales desarrollados; hormigas de tamaño grande; fuertes diferencias morfológicas entre reina y obreras. Son cortadoras de hojas y cultivadoras de hongos de los cuales se alimentan. Utilizan como sustrato para sus cultivos hojas frescas, tallos y flores. Habitan principalmente en pastizales y zonas áridas y semiáridas y usualmente forrajean gramíneas.

Este género sólo fue encontrado en las trampas de malaise y el dosel.

Género *Atta*.

Hormigas cortadoras de distribución neártica y neotropical. Cultivan hongos de los que alimentan principalmente a sus larvas, aunque los adultos también llegan a consumirlos. Son fuertemente polimórficas, la superficie del cuerpo está parcialmente tuberculado; existen diferencias en tamaño entre la reina y las obreras. Sus nidos son complejos y se ubican en el suelo. Forman colonias grandes. Utilizan hojas frescas, tallos y hojas como sustrato para cultivar sus hongos. Algunas especies, como *A. mexicana*, sólo forrajean en dicotiledóneas. Son buenas dispersoras de semillas. Su actividad es mayor a temperaturas de 12 a 30°C.

Sólo en el sotobosque se colectaron ejemplares de *A. mexicana*.

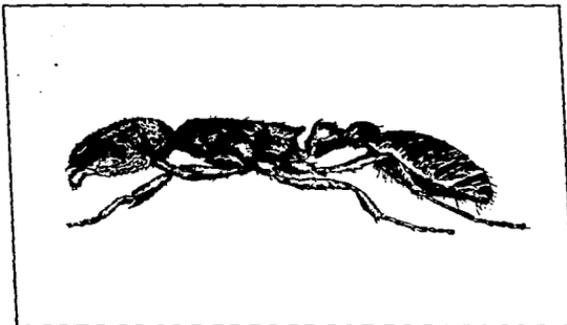
Género *Crematogaster*.

Este es un género cosmopolita, generalmente arborícola, pero que también forma nidos bajo piedras o en cavidades de plantas. La mayoría de las especies son omnívoras, pero muestran cierta preferencia por lo dulce y muchas atienden ácidos.

De este género se colectaron dos especies *C. sumichrasti* y *C. brevispinosa*. La primera fue colectada principalmente en el dosel y en las trampas, mientras que la segunda se encontró también en suelo y hojarasca.

FALTA PAGINA

No. 90

Género *Leptothorax*.

Este género es cosmopolita. Muchas especies anidan en cavidades ya formadas en el suelo, bajo piedras o en tallos secos de gramíneas. Sus colonias son generalmente pequeñas. Cuando extienden su territorio, depredan larvas y pupas de las hormigas que capturan. También se ha observado que roban el alimento en colonias cercanas

de otras hormigas (leptobiosis); otras especies son parásitos sociales.

Se le encontró en suelo, hojarasca, trampas y dosel de la selva en Chamela.

Género *Neostruma*.

Género de distribución neotropical. Son depredadores especialistas de colémbolos.

Fue colectado en el dosel de Chamela.

Género *Oligomyrmex*.

Grupo de hormigas cosmopolitas. Son dimórficas. Las menores se encargan de atender a reina y cría, mientras que las mayores defienden el nido. En algunas especies las mayores tienen modificada la cabeza, sirviendo como tapones para resguardar la entrada al nido. También hay especies que almacenan alimento líquido en su abdomen para ser distribuido en la colonia.

Fue colectada principalmente en el suelo y en la hojarasca, y un solo ejemplar en el dosel.

Género *Pheidole*.

Es un género cosmopolita muy numeroso y diverso. Las obreras de la mayoría de las especies son dimórficas, las mayores tienen una cabeza desproporcionadamente más grande que el resto del cuerpo; se considera que la función de éstas es descascarar las semillas para el consumo de la colonia. La mayoría son granívoras y buenas dispersoras de semillas, aunque también pueden coleccionar restos de animales muertos. Sus colonias son pequeñas, generalmente en suelo expuesto o bajo rocas. Compiten con *Solenopsis* y se ha observado canibalismo entre estas hormigas. También tienen asociaciones facultativas con Piperaceae, de las que obtienen proteínas y lípidos que complementan su dieta. Las larvas de *Pheidole* son depredadas por hormigas del género *Cerapachys*.

Este grupo tiene una amplia distribución en los cuatro estrato en Chamela.

Género *Rogeria*.

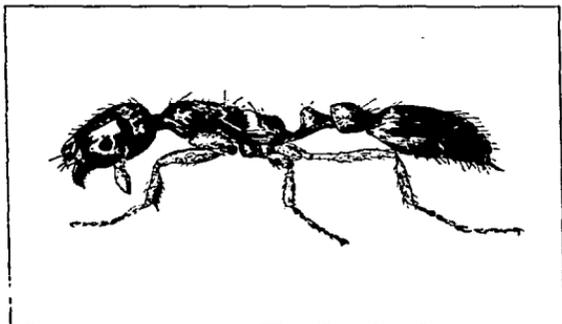
Género de distribución neártica y neotropical. Es un grupo muy poco conocido.

Se colectó en el suelo y hojarasca de Chamela.

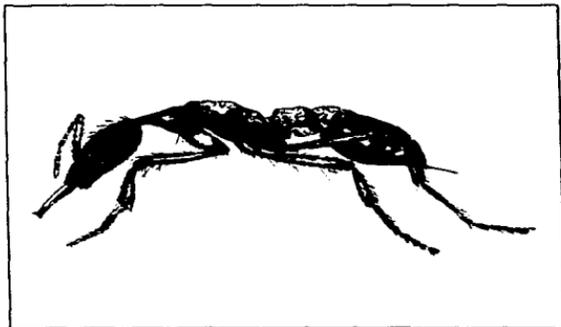
Género *Solenopsis*.

Género de hormigas cosmopolitas. Presenta especies tanto monomórficas como polimórficas. Sus nidos generalmente se sitúan en el suelo. Algunas especies tienen asociación con *Ochroma* sp. (Bombacaceae) de la que obtienen lípidos que complementan su dieta. Es probable que las hormigas den protección a la planta. Hay especies que depredan a la cría de otras hormigas.

Es un género con amplia distribución vertical en la selva de Chamela.



Género *Strumigenys*.



Este grupo cosmopolita incluye especies exclusivamente depredadoras, de colémbolos, ácaros y otros artrópodos de cuerpo blando. Sus nidos se encuentran en suelos y en raíces de epífitas. Se encontró en suelo, hojarasca, trampas y dosel en Chamela, siendo más abundante en el suelo.

Género *Trachymymex*.

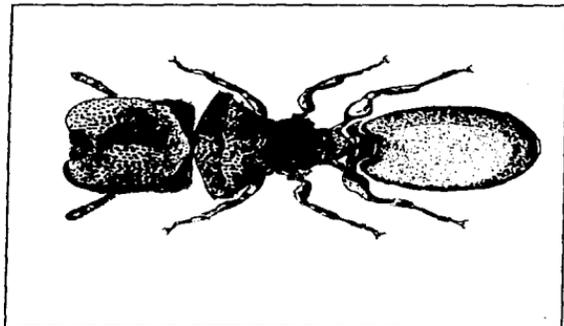
Género con una distribución muy amplia. Son cultivadoras de hongos que viven en pequeñas colonias en el suelo. Utilizan fragmentos de hojas y excretas de otros insectos como sustratos para sus cultivos.

Fue colectada con las trampas de Malaise.

Género *Zacryptocerus*.

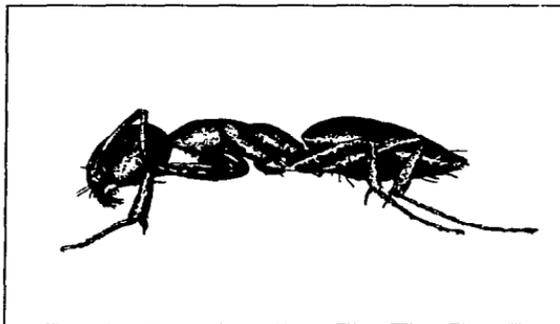
Se trata de hormigas arborícolas de distribución neártica y neotropical. Tienen asociaciones con áfidos y con plantas (tanto por alimento como por refugio). Existe la producción de huevos tróficos.

Se colectó en hojarasca, dosel y con las trampas de Malaise.

**SUBFAMILIA DOLICHODERINAE****Género *Forelius*.**

Este género tiene una distribución exclusivamente neártica. Son omnívoras, consumen insectos tanto vivos como muertos y tienen predilección por sustancias azucarada. Generalmente anidan en sitios abiertos, aunque también se les encuentra bajo piedras. Son fuertes competidores de hormigas del género *Myrmecocystus*.

En Chamela se encontró en los muestreos con trampas y en el dosel.

Género *Tapinoma*.

Este grupo de hormigas se localiza tanto en la región neártica como en la neotropical, y también tienen representantes indoaustralianos. Sus nidos frecuentemente se encuentran en el suelo, y son parasitadas por hormigas del género *Bothriomyrmex*. Cuidan homópteros coccinélidos. Se encuentra distribuido en

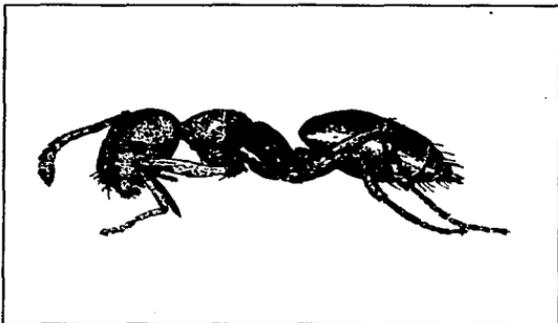
suelo, hojarasca, trampas y dosel de Chamela.

SUBFAMILIA FORMICINAE

Género *Brachymyrmex*.

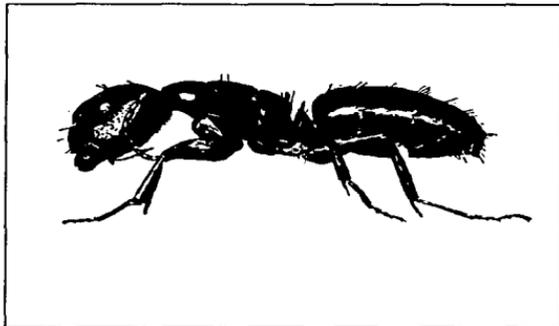
Hormigas muy pequeñas (<2mm) de distribución cosmopolita. Generalmente forman pequeñas colonias en el suelo, en madera en descomposición o bajo piedras y se alimentan de secreciones azucaradas de insectos y de néctar.

La mayor abundancia se registró en el suelo, seguido de la hojarasca y algunos ejemplares se encontraron en el dosel.



Género *Camponotus*.

Es uno de los género más grandes de hormigas, con amplia distribución y con gran tolerancia ecológica. Se les conoce como "hormigas carpinteras" porque anidan preferencialmente en madera, aunque muchas especies también lo hacen en el suelo, bajo piedras o en ramas huecas de árboles. Otras especies tejen sus nidos con la seda que producen sus



larvas. Son polimórficas, las obreras mayores almacenan sustancias dulces en sus cuerpos. Tienen asociaciones con áfidos, cuyas secreciones azucaradas consumen. Su actividad es principalmente nocturna y a temperaturas bajas, aunque en zonas tropicales es frecuente encontrarlas forrajeando en pleno día con temperaturas de 32°C (Rico-Gray, 1993).

En Chamela se encontró en el suelo y hojarasca, y en mayor abundancia en el sotobosque y el dosel.