

1 9 9 3 - A

CODIGO: 086621584

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



**LA COMUNIDAD DE HORMIGAS DEL SUELO, DEL BOSQUE TROPICAL
CADUCIFOLIO DE LA REGION DE CHAMELA, JALISCO
(Hymenoptera: Formicidae)**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA**

P R E S E N T A

IMELDA MERCADO URIBE

D I R E C T O R :

M. EN C. FELIPE A. NOGUERA MARTINEZ

GUADALAJARA, JALISCO. 1994

**“ La comunidad de hormigas del suelo, del bosque tropical
caducifolio de la Región de Chamela, Jalisco
(Hymenoptera: Formicidae)”**

Tesis realizada en:

Estación de Biología Chamela
Instituto de Biología
U.N.A.M.

Director de tesis:

M. en. C. Felipe A. Noguera

Asesor de tesis:

Biól. Alicia Rodríguez

CUCEA



BIBLIOTECA CENTRAL

*A mi madre, por ser una fuente infinita
de amor*

A mi padre, por su apoyo y comprensión

*A mis hermanos Mónica, Luis e Hilda por su
cariño y sacrificios*

*A todos mis amigos, por que juntos
descubrimos el verdadero significado de la
amistad*

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a las siguientes personas e Instituciones, por el apoyo brindado para la realización de la presente Tesis:

Al M.en C. Felipe A. Noguera Martínez, por su inmensurable apoyo y paciencia como Director de esta tesis.

A la Biól. Alicia Rodríguez Palafox, por su apoyo y consejos como asesora.

Al Dr. Alfonso Pescador Rubio, por su ayuda en los análisis estadísticos y por sus valiosos comentarios en la revisión del manuscrito.

A la Estación de Biología Chamela (IBUNAM), por el apoyo para la realización de este trabajo y a todo el personal que en ella labora, por las facilidades que me brindaron a lo largo de mi estancia en la Estación.

A la Universidad de Guadalajara y a la Universidad Nacional Autónoma de México, por el apoyo financiero otorgado, mediante una Beca Tesis de Intercambio.

Al M. en C. Emilio Michel Morfín, por su ayuda y comprensión en el desarrollo de la presente tesis.

Al Dr. Aurelio Ramírez Bautista que con su ayuda, siempre contribuyó para que éste trabajo se realizara.

A los Biólogos Miguel Angel Macías Rodríguez, Miguel Angel Campa Molina y José Mariscal Romero, por sus comentarios en la revisión del manuscrito final.

A Noemi Bocanegra, Beatriz Rodríguez, Ma. Eugenia Guardado, Rubén Cibrián, Gabriela Salazar, Ana Bertha López y a todos mis amigos del C.E.C. que con sus comentarios me alentaron todo el tiempo, para que nunca renunciara a este trabajo.

A todas aquellas personas, que de alguna manera me brindaron su apoyo desinteresado.

CONTENIDO

1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	5
3. JUSTIFICACION	6
4. HIPOTESIS	7
5. OBJETIVOS	8
6. METODOLOGIA	9
6.1. AREA DE ESTUDIO	9
6.2. TRABAJO DE CAMPO	11
6.3. TRABAJO DE LABORATORIO Y GABINETE	13
7. RESULTADOS Y DISCUSION	14
7.1. DIVERSIDAD DE HORMIGAS	15
7.1.1. DISCUSION	23
7.2. FENOLOGIA	27
7.2.1. DISCUSION	32
8. CONCLUSIONES	36
9. BIBLIOGRAFIA	37

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Mapa del área de estudio	10
Figura 2. Patrón climático de la región de Chamela	11
Figura 3. a) Trampa "Pitfall"	12
b) Esquema que representa la colocación de las trampas en el sitio de muestreo	12
Figura 4. Curva acumulativa de especies	19
Figura 5. Curva acumulativa de especies por cuenca	20
Figura 6. Gráfica de riqueza de especies a lo largo del tiempo	20
Figura 7. Gráfica del análisis de componentes principales	21
Figura 8. Gráfica de los factores 1 y 2 del análisis de componentes principales	22
Figura 9. Gráficas de especies activas durante todo el año	31
Figura 10. Gráficas de temperatura y precipitación de la región de Chamela	33
Figura 11. Gráfica de actividad de <i>Pheidole</i> sp. 8	34
Tabla 1. Lista de las especies de hormigas registradas	15-18
Tabla 2. Géneros de hormigas registrados de la región de Chamela, Jalisco y Barro Colorado, Panamá	25
Tabla 3. Probales patrones de actividad de las especies de hormigas registradas en la región de Chamela	29-30

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fué conocer la diversidad de hormigas del suelo del bosque tropical caducifolio de la Región de Chamela, Jalisco y determinar si existen diferencias espaciales y temporales en la composición de las especies. Este se realizó en la Estación de Biología Chamela, IBUNAM, efectuándose muestreos mensuales durante el período de un año. Se eligieron dos cuencas hidrológicas como sitios permanentes de muestreo y se utilizaron trampas "Pitfall" como método de colecta.

Se registraron 63 especies, pertenecientes a 30 géneros y seis subfamilias. La riqueza específica no fué significativamente diferente entre cuencas, en cambio, si hubo diferencias con respecto al tiempo. El mayor número de especies para ambas cuencas fué registrado en la época de lluvias, sin embargo, el menor número ocurrió en diferentes épocas del año. La composición específica entre cuencas fué diferente, encontrándose 9 y 15 especies exclusivas para cada una de ellas. El factor espacial es el que parece estar determinando las diferencias en la composición de las especies entre cuencas.

Se registraron tres tipos de patrones de actividad de las especies, en base al número de individuos colectados a lo largo del año. Estos patrones fenológicos fueron: con actividad durante todo el año, con actividad en época de secas y con actividad en la época de lluvias. Tales patrones están determinados directa o indirectamente por la presencia de humedad en el suelo.

1. INTRODUCCION

Las hormigas son insectos eusociales, que pertenecen a la Familia Formicidae del Orden Hymenoptera. Junto con las termitas y algunos grupos de abejas y avispas, presentan tres características biológicas que los distinguen del resto de los insectos: los individuos de la misma especie cooperan en el cuidado de las crías de la colonia, existe una división en la labor reproductiva, en donde individuos más o menos estériles trabajan en beneficio de individuos fecundos y hay un solapamiento de por lo menos dos generaciones que contribuyen en el funcionamiento de la colonia, tanto que los hijos asisten a los padres durante algún período de su vida (Wilson, 1976).

Dentro de las hormigas, se presenta el fenómeno de polimorfismo, el cual es definido como la coexistencia de dos o más castas funcionalmente diferentes dentro del mismo sexo. Cada hormiga desempeña particularmente una labor, constituyendo típicamente una categoría especializada de acuerdo a la edad o forma del cuerpo o ambas (Hölldobler & Wilson, 1990). Dentro de las hormigas se presentan tres castas básicas en las hembras: reina, obrera y ergatogina. Los machos constituyen una "casta" adicional sólo en sentido figurado, dado que al pertenecer a otro sexo, no encajan en la definición anterior (Wilson, op. cit.). La reina en sentido amplio, es la principal hembra reproductora, de mayor tamaño, posee el tipo de tórax generalizado de los himenópteros y tiene alas funcionales aunque deciduas y su única función es la reproducción. Las obreras son ordinariamente las hembras estériles, poseen ovarios reducidos (o no del todo reducidos) y el tórax muy simplificado, siendo algunas de las funciones que desempeña esta casta, la de construir el nido, obtener alimento y cuidar las crías de la colonia. Esta casta es por lo regular subdividida dentro de castas o subcastas adicionales, tales como: menor, media y mayor. La designación de estas subcastas es dada en forma ascendente de acuerdo al tamaño. Cuando su función es pelear parcial o completamente a favor de la colonia, la casta mayor es referida como la casta de los soldados. En cuanto a la casta ergatogina, es una casta reproductiva compuesta por individuos no alados y anatómicamente intermedios entre la reina y las obreras. Los machos que en la mayoría de las especies no desempeñan un papel definido dentro de la colonia, son alimentados por sus hermanas mientras esperan el vuelo nupcial, con el que concluirán sus vidas (Hölldobler & Wilson, op. cit.). En las colonias de hormigas en donde el número de individuos es muy reducido, usualmente se encuentran sólo estos tres tipos de castas, pero en la mayoría de las colonias grandes, puede haber dos o tres tipos dentro de cada casta, variando en algunas de sus características. En algunas especies de hormigas no se producen ciertas castas o tipos de individuos, hasta que la colonia tiene una determinada

edad (Borror et. al., 1976).

Los machos y las reinas en la mayoría de las colonias son producidos en una cierta estación y en un determinado número. La emergencia de ambos es sincrónica y el apareamiento ocurre en el vuelo nupcial, culminando éste con la fecundación de la reina y la posterior muerte del macho. La reina generalmente pierde sus alas después del vuelo de apareamiento, comienza una nueva colonia o se integra dentro de una ya establecida. La integración puede ser en la colonia original o en una colonia de una especie extraña, en tal caso, sus descendientes pueden ser parásitos sociales, temporales o permanentes. Cuando la reina comienza una nueva colonia, localiza un sitio de anidación disponible, hace una pequeña excavación y produce su primera cría. La primera cría es alimentada y cuidada por ella misma y consiste de obreras. Una vez que las primeras obreras aparecen, toman a su cargo el trabajo de la colonia - construcción del nido, cuidado de crías, obtención de alimento- y la reina se dedica a la función reproductiva (Borror op. cit.).

Los hábitos alimenticios de las hormigas son muy diversos, existiendo especies que se alimentan de la carne de otros organismos, de diferentes partes de una planta (hojas, flores, frutos, savia, néctar), de hongos, de secreciones y excreciones de otros organismos (estafilínidos y áfidos). Dentro de todas las especies de hormigas, el intercambio de alimentos entre los individuos (trofalaxis) es común.

La forma de comunicación entre las hormigas es muy diversa, basada en señales principalmente químicas (feromonas) y táctiles. En general, parece que una típica colonia de hormigas opera con 10 a 20 tipos de señales y la mayoría de éstas son de naturaleza química. Las señales químicas son clasificadas como olfatorias u orales de acuerdo al sitio de su recepción. Las feromonas actúan disparando respuestas en el organismo y su producción es controlada totalmente por el sistema nervioso. Estas producen cambios fisiológicos en el sistema endócrino o reproductivo e inducen a la realización de otras actividades, tales como el forrajeo, la defensa, el reclutamiento o inclusive la inhibición de la capacidad reproductiva (Hölldobler & Wilson op. cit.). La evidencia demuestra hasta el momento, que las feromonas juegan un papel central en la organización de estas sociedades de insectos (Wilson, op. cit.).

La mayoría de las señales de alarma son multicomponentes, que consisten de dos o más feromonas y que por lo general sirven simultáneamente como señales de alerta, atracción y agresión. La mayoría de las especies de hormigas de alguna forma utilizan una alarma-defensa, con la cual los mismos químicos son utilizados para repeler enemigos y para atraer a los miembros de la colonia. Algunas secreciones son probablemente utilizadas solamente como defensivas, tal como el ácido fórmico es empleado por al menos algunas especies de la subfamilia Formicinae. También es posible, que otros compuestos sean empleados solamente en la comunicación, especialmente aquellos producidos en pequeñas cantidades, sin embargo aún falta investigar sobre esto (Hölldobler & Wilson, op. cit.).

Este grupo se separa morfológicamente de los demás grupos del Orden Hymenoptera, por presentar un abdomen diferenciado en dos regiones fuertemente marcadas: una muy estrecha que está constituida por uno o dos segmentos unidos y que forma un pedicelo altamente móvil y otra que es más grande y compacta, llamada gáster. Otro carácter diagnóstico es la presencia de antenas geniculadas y por lo menos en las hembras, el primer segmento antenal más largo que el resto (Wheeler, 1910).

Actualmente, las hormigas vivientes conocidas comprenden aproximadamente 8,800 especies, 297 géneros y 11 subfamilias. Sin embargo, Hölldobler & Wilson (1990) estimaron que es muy posible que el total de especies existentes en el mundo llegue a 20,000 o más, en un total de 350 géneros.

Las hormigas están ampliamente distribuidas por casi todo el mundo, a excepción del Antártico y de algunas Islas oceánicas (Snelling, 1981) numéricamente son las más abundantes de los insectos sociales, estimándose que en cualquier momento dado, puede haber una cantidad de 10^{15} (10,000'000,000'000,000) hormigas en la Tierra (Wilson, 1976).

En comunidades naturales las hormigas son importantes por diversos factores, siendo dos de los más importantes, sus interacciones con las plantas y su papel como depredadores. Las interacciones entre hormigas y plantas son extraordinariamente diversas, pudiendo mencionarse su papel como herbívoros, agentes defensores, dispersores de semillas, polinizadores y proveedores de macronutrientes. Al transportar residuos de plantas y animales a sus nidos, mezclan estos materiales con la tierra excavada, cargándose esta área con grandes niveles de carbono, nitrógeno y fósforo, lo que trae como consecuencia que la superficie del suelo se torne un mosaico de concentraciones de nutrientes y provoca que la distribución de las plantas sea en forma de parches. Esto sucede especialmente durante la primeros estados de la sucesión (Beattie & Culver 1977, Petal 1978, Briesse 1982 citados en Hölldobler & Wilson, 1990). Con una alta frecuencia las interacciones entre hormigas y plantas son de tipo mutualista, es decir, que ambas partes se benefician. A este respecto, solo las recolectoras de semillas y las cortadoras de hojas son verdaderamente herbívoras (Huxley, 1991).

En cuanto al papel que desempeñan como depredadores, las especies carnívoras se alimentan de insectos y otros animales pequeños, ayudando a regular naturalmente las poblaciones de estos grupos.

La diversidad de sus hábitos alimenticios, sobre todo en el caso de las especies herbívoras, ha determinado que en algunos casos, éstas entren en conflicto directo con las actividades del hombre, convirtiéndose en muchas ocasiones en serias plagas para el mismo. Sin embargo, existen al menos dos formas a través de las cuales las hormigas pueden ser útiles al hombre, el control de plagas y la conservación. Por un lado, su papel como depredadores permite la regulación de poblaciones de otros grupos de insectos considerados plagas de viveros, plantaciones, bosques, cultivos, etc. (Perfecto,

1991 a y b; Beattie, 1991) y por el otro, dado su riqueza de especies y abundancia, pueden ser indicadores útiles de las condiciones ambientales de un área dada (MacKay et. al., 1989).

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

2. ANTECEDENTES

Hasta el momento no existe ningún trabajo que describa a la comunidad de hormigas del suelo del bosque tropical caducifolio de la región de Chamela. Los únicos trabajos realizados han sido de carácter taxonómico e incluyen sólo algunas especies del grupo (Watkins, 1982; Watkins, 1986; Watkins y Coody, 1986; Watkins, 1988). Sin embargo, en lo que respecta a otras regiones del mundo, se ha encontrado que existe un patrón de variación temporal y espacial en la diversidad de hormigas del suelo y que la riqueza de especies es mayor en áreas tropicales que en áreas templadas (Van Pelt, 1956 y Talbot, 1975 citados en Hölldobler & Wilson, 1990; Levings & Franks, 1982; Levings, 1983; Rockwood, 1975; Room, 1975b, Wilson, 1967, citado en Levings, 1983; Talbot, 1946; Whitford, 1978; Delabie et. al, 1993). Estos patrones también se han registrado en la comunidad de hormigas arbóreas (Torres, 1984; Wilson, 1986 citado en Levings, 1983; Majer, 1990; Rockwood, 1975) y en otros grupos de insectos (Loreau, 1992; Janzen, 1973; Janzen et. al., 1976; Levings & Franks, 1982; Levings & Traniello, 1981; Levings & Windsor, 1984).

En la región de Chamela, Rodríguez-Palafox (1988) registró cambios estacionales en la composición de avispas y Noguera (comunicación personal), ha registrado cambios espaciales en la distribución de coleópteros barrenadores de madera dentro del bosque.

3. JUSTIFICACION

La importancia de este grupo dentro de las comunidades naturales, su posible utilización como bioindicador de las condiciones de conservación de un área dada y la ausencia de estudios sobre este grupo en el bosque tropical de la región de Chamela, fundamentan la realización de este proyecto.

UCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

4. HIPOTESIS DE TRABAJO

Con base en la información que se revisó de otras regiones tropicales del mundo, se establecieron las siguientes hipótesis de trabajo.

- 1- La distribución de las especies que conforman a la comunidad de hormigas del suelo no es homogénea (existe variación espacial).

- 2 -La composición de las especies que conforman a la comunidad de hormigas del suelo, cambia con el tiempo (existe variación temporal).

5. OBJETIVOS

Objetivo general :

Conocer la diversidad de hormigas del suelo (Formicidae) del bosque tropical caducifolio, de la Región de Chamela, Jalisco.

Objetivos particulares:

- 1 - Determinar las especies que conforman a la comunidad de hormigas del suelo.
- 2 - Conocer los patrones fenológicos de la comunidad de hormigas del suelo.
- 3 - Determinar si existen diferencias en la composición de especies entre diferentes áreas del Bosque.

6. METODOLOGIA

6. 1. Area de estudio

El presente trabajo se realizó en la Estación de Biología Chamela del Instituto de Biología de la UNAM. La Estación tiene un área de 1600 hectáreas, se localiza en el Estado de Jalisco y está ubicada al suroeste de la costa del Pacífico, entre los 19°30' y 19°33' latitud norte y 105°00' y 105°05' longitud Oeste (fig. 1). Desde el punto de vista fisiográfico, esta zona corresponde a la porción norte de la Sierra Madre del Sur, la cual limita al Oeste con el Océano Pacífico y al Este y Norte con el sistema Neovolcánico Transversal y al Sur con el Estado de Oaxaca (Galicia, 1992).

El ambiente físico está compuesto por lomeríos y cañadas (la mayor parte abajo de los 200 m.s.n.m.), las rocas presentes son riolitas y basaltos, mientras, en la región circundante el granito es abundante; los suelos son arenosos, neutros y con poca materia orgánica. Según el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García, el tipo de clima que presenta la región de la costa de Jalisco es de tipo Aw(x) i, lo que significa que es el clima más seco de los cálidos húmedos, con régimen de lluvia en verano y poca oscilación térmica (Galicia, 1992). Los promedios máximos mensuales de temperatura son de 28.8 a 32.2°C y los mínimos de 15.9 a 22.6°C. La precipitación promedio anual es de 707 mm y se distribuye en más de un 80% entre los meses de Julio y Octubre (fig. 2). No se presentan vientos alisios sino locales en la época de secas y los huracanes se presentan con cierta frecuencia (Bullock, 1986, 1988). Los tipos de vegetación son bosque tropical caducifolio y subperennifolio y su flora sobrepasa las 780 especies siendo las dos familias con mayor diversidad Leguminosae y Euphorbiaceae. La fenología de las hojas se rige por la sequía, no tanto así la de la reproducción (Bullock, 1988).

El área en donde se realizaron los muestreos está ubicada en un sistema de cuencas hidrológicas, localizado en la cara occidental de una formación orográfica denominada Cerro Colorado. Este sistema desemboca en el Arroyo El Zarco, el cual se une al Arroyo Colorado, desembocando finalmente en el Arroyo Chamela (López, 1992); El sistema comprende 5 cuencas que oscilan entre 10 y 30 Hectáreas. En este sistema actualmente se llevan a cabo estudios con el fin de conocer el funcionamiento del ecosistema ahí presente (Sarukhán & Maass, 1990). En base a los resultados que se han obtenido a través de estos estudios, se determinaron las dos cuencas más parecidas en su tamaño y producción de hojarasca y se utilizaron como sitios permanentes de muestreo.

Con lo anterior, se trató de que los sitios de muestreo fueran lo más homogéneos, para evitar grandes sesgos, que complicaran la comparación de los resultados obtenidos en las áreas muestreadas.

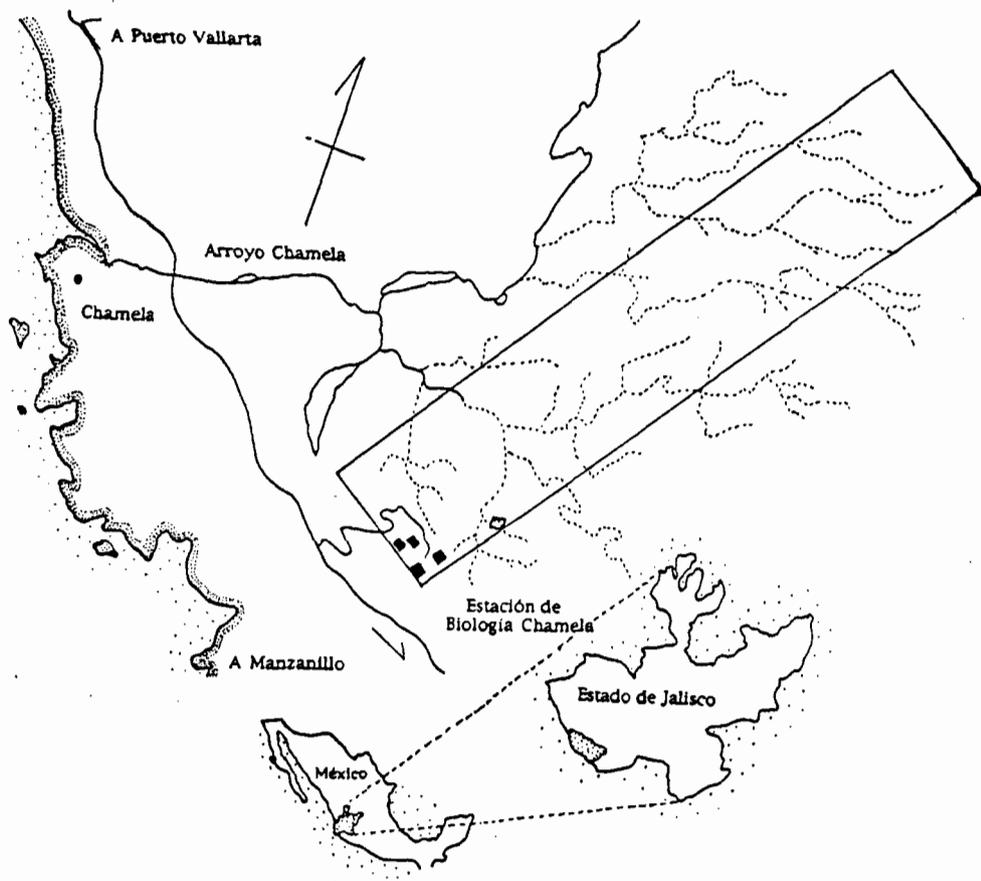


Figura 1. Mapa del área de estudio. El rectángulo muestra la localización de la Estación de Biología Chamela (proporcionado por Beatriz Rodríguez-Velez).

6.2. Trabajo de campo

Se realizaron muestreos mensuales durante un período de un año (Agosto de 1991- Agosto de 1992). Para la realización de éstos, se utilizaron trampas "pitfall", las cuales se compusieron de un recipiente de plástico de 10 cm de alto por 10 cm de diámetro aproximadamente, un cebo (ya sea atún enlatado o carne de res molida), líquido conservador (alcohol al 70%) y una tapadera. Para la colocación de las trampas, se enterró el recipiente al nivel del suelo, y dentro de éste, se colocó en el centro un vial con el cebo y posteriormente el líquido conservador hasta la mitad del recipiente; por último, se colocó una tapadera de plástico sostenida con unos ganchos metálicos, de tal manera, que permitiera la entrada a las hormigas, evitando al mismo tiempo la evaporación del alcohol (fig. 3a).

Para la realización del muestreo, se eligieron 20 sitios permanentes en cada una de las cuencas mencionadas. Con tal propósito, partiendo del centro de la cuenca se trazaron cinco líneas para la ladera derecha y cinco líneas para la ladera izquierda, con 5 m de separación entre líneas.

En cada línea se colocaron marcas a los 5 y 10 metros y en cada uno de los puntos señalados, se colocó una trampa, alternando los cebos entre líneas. Las trampas permanecían en el campo por un lapso de tres días, al cabo de los cuales se colectaban las muestras, obteniéndose 20 por cada cuenca y un total de 40 muestras mensuales (fig. 3b).

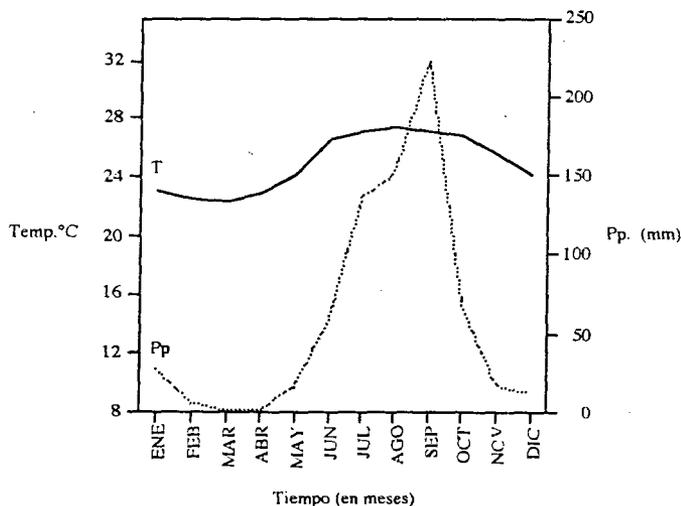
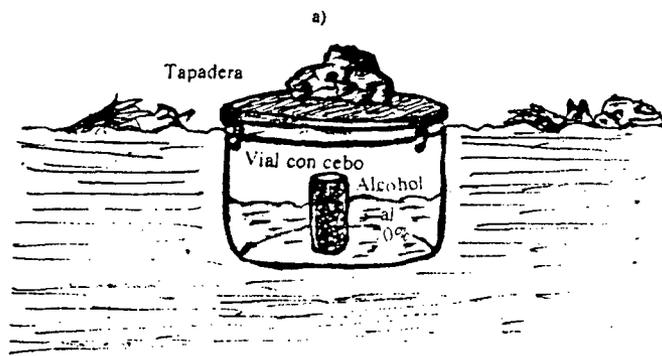


Figura 2. Patrón climático de la región de Chamela. A la izquierda Temp. °C (T) la temperatura promedio mensual. A la derecha Pp (mm), la precipitación mensual del período de 1977-1988 (tomado de Bullock, 1988).



Trampa "Pitfall"

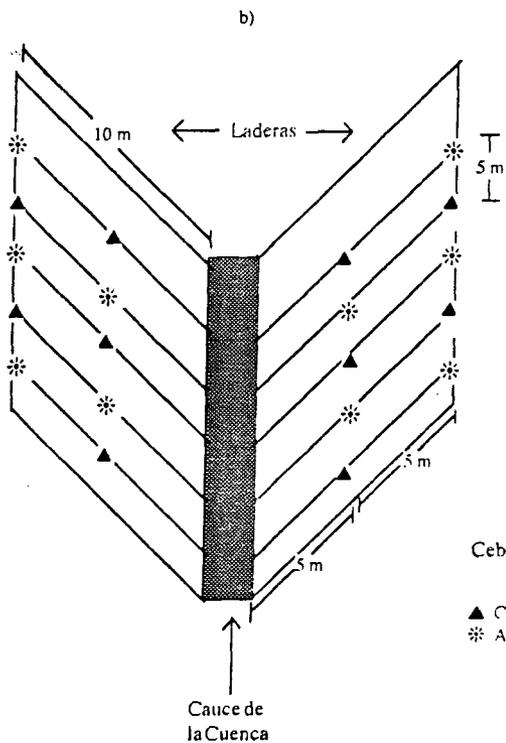


Figura 3. a) Trampa "Pitfall"
 b) Esquema que representa la colocación de las trampas en el sitio de muestreo.

6.3. Trabajo de laboratorio y de gabinete

Después de la recolección de las muestras, se procedió a separar las hormigas del resto de los artrópodos encontrados. Posteriormente, se montaron las hormigas en alfileres entomológicos, se etiquetaron y almacenaron en cajas entomológicas.

Una vez realizado este proceso, se determinaron las especies colectadas a lo largo de todo el período del muestreo. La determinación se basó en la casta de las obreras y se hizo con la ayuda de un microscopio estereoscópico y de las claves taxonómicas para los géneros de la región Neotropical y Neártica de Hölldobler & Wilson, (1990); Mackay & Mackay, (1989); Watkins, (1976, 1988) y Smith (1963). Algunas de las determinaciones se corroboraron comparándolas con el material determinado por los especialistas, que se encuentra depositado en la Colección Entomológica de la Estación de Biología Chamela. Posterior a la determinación de las especies, se procedió a contar el número de individuos de cada una de ellas, presentes en cada muestra. Los datos obtenidos se fueron almacenando en una hoja de cálculo del programa Graph III de Macintosh.

El material que fué montado y determinado, se guardó en charolas entomológicas y se integró dentro de la Colección Entomológica de la Estación de Biología de Chamela. El resto del material se encuentra almacenado en frascos con alcohol al 70 %.

Con el fin de conocer si existen diferencias en la riqueza de especies entre las dos cuencas, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) de dos vías sin réplica, donde el efecto sin replicar fueron los meses. Para la realización de este análisis, se utilizó el programa estadístico STATVIEW para computadoras Macintosh.

Con el fin de generar una descripción simple de la fauna de hormigas del suelo, se realizó un análisis de Componentes Principales. La matriz fue compuesta por valores de 1 y 0, para indicar la presencia o ausencia de cada especie y los datos fueron organizados de tal manera, que se consideró cada mes por cuenca, como una unidad de muestreo. La razón para considerar dentro del análisis, sólo valores de presencia o ausencia de cada especie, es que al tratarse de organismos sociales, el número de individuos colectados no necesariamente refleja la abundancia de una especie (Romero & Jaffe, 1989) y por lo tanto, su utilización sería inadecuada.

Para la realización de este análisis, se utilizó el programa MULTICUA para computadoras PC y los programas EXCEL y Graph III, para Macintosh.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

Para una fácil explicación de los resultados, éstos se presentan junto con la discusión en dos subcapítulos:

- 7. 1.** Diversidad de hormigas.
- 7. 2.** Fenología.

7.1. Diversidad de hormigas

De un total de 18,180 individuos colectados durante el año de muestreo, se registraron 70 especies de hormigas (aunque es posible que el número sea mayor, ver fig.4) pertenecientes a seis subfamilias de las 11 conocidas en el mundo, siendo la subfamilia Myrmicinae la mejor representada con 39 especies pertenecientes a 14 géneros; le sigue la subfamilia Formicinae con 10 especies y tres géneros; la subfamilia Ponerinae con siete especies y seis géneros; Ecitoninae con siete especies y dos géneros, la subfamilia Dolichoderinae con tres especies y tres géneros y por último, la subfamilia Pseudomyrmecinae con cuatro especies de un solo género (Tabla No. 1).

Tabla 1. Lista de especies de hormigas registradas durante el año de muestreo. A la derecha de cada especie se señala el número total de individuos colectados en cada una de las cuencas.

Subfamilia Tribu	Individuos C1	Individuos C4
DOLICHODERINAE		
Tapinomini		
<i>Azteca</i> sp.	22	135
<i>Tapinoma</i> sp.	54	130
<i>Technomyrmex</i> sp.	1	1
ECITONINAE		
Ecitonini		
<i>Eciton burchelli</i>	169	1080
<i>Neivamyrmex agilis</i>	1042	11
<i>N. cornutus</i>	1	0
<i>N. fallax</i>	10	0
<i>N. harrisi</i>	0	95
<i>N. melanocephalus</i>	1	0
<i>N. opacithorax</i>	800	35
FORMICINAE		
Myrmelachistini		
<i>Brachymyrmex</i> sp.	12	97

Continuación de la Tabla 1

Subfamilia Tribu	Individuos C1	Individuos C4
Camponotini		
<i>Camponotus</i> sp. 1	21	18
C. sp. 2	36	4
C. sp. 3	1	0
C. sp. 4	1	1
C. sp. 5	4	0
C. sp. 6	2	4
C. sp. 7	0	1
C. sp. 8	0	1
Formicini		
<i>Formica</i> sp.	0	1
MYRMICINAE		
Pheidolini		
<i>Aphaenogaster</i> sp.	562	111
Attini		
<i>Attamexicana</i>	12	25
Solenopsidini		
<i>Carebara</i> sp.	0	1
Crematogastrini		
<i>Crematogaster</i> sp. 1	136	141
C. sp. 2	0	1
Attini		
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 1	42	16
C. sp. 2	1	1
Leptothoracini		
<i>Leptothorax</i> sp. cf. <i>wida</i>	182	76
<i>Leptothorax</i> (<i>Leptothorax</i>) sp.	3	1
<i>Leptothorax</i> (<i>Myrafant</i>) sp.	0	1
Tribu no definida		
<i>Macromischa</i> sp.	6	2
Solenopsidini		
<i>Monomorium</i> sp. 1	2	1
M. sp. 2	1	3
Solenopsidini		
<i>Oxyepoecus</i> sp.	2	1

Continuación de la Tabla I

Subfamilia Tribu	Individuos C1	Individuos C4
Pheidolini		
<i>Pheidole (Decapheidole) sp.</i>	46	7
<i>Pheidole sp. 1</i>	21	158
<i>P. sp. 2</i>	365	615
<i>P. sp. 3</i>	696	76
<i>P. (Hendecapheidole) sp. 4</i>	1498	2005
<i>P. sp. 5</i>	0	1
<i>P. sp. 6</i>	0	2
<i>P. sp. 7</i>	5	4
<i>P. sp. 8</i>	1078	423
<i>P. sp. 9</i>	0	5
<i>P. sp. 10</i>	1602	104
<i>P. sp. 11</i>	230	0
Solenopsidini		
<i>Solenopsis sp. 1</i>	3	0
<i>S. sp. 2</i>	827	479
<i>S. sp. 3</i>	0	1
<i>S. sp. 4</i>	0	7
<i>S. sp. 5</i>	0	1
<i>S. sp. 6</i>	6	778
Dacetini		
<i>Strumigenys sp.</i>	5	2
Tetramoriini		
<i>Tetramorium (Triglyphotris) sp.</i>	36	96
Attini		
<i>Trachymyrmex sp. 1</i>	2	2
<i>T. sp. 2</i>	1	0
<i>T. sp. 3</i>	0	1
Cephelotini		
<i>Zacryptocerus sp. 1</i>	1	0
<i>Z. sp. 2</i>	2	1
PONERINAE		
Leucanthostichini		
<i>Ctenopyga sp.</i>	0	1
Ectatommini		
<i>Ectatomma sp. 1</i>	1583	200
<i>E. sp. 2</i>	8	2

Continuación de la Tabla 1

Subfamilia Tribu	Individuos C1	Individuos C4
Ectatommini <i>Gnamptogenys</i> sp.	19	45
Odontomachini <i>Odontomachus</i> sp.	2	1
Platythyreini <i>Platythyrea</i> sp.	3	0
Ponerini <i>Ponera</i> sp.	1	1
PSEUDOMYRMECINAE		
Pseudomyrmecini <i>Pseudomyrmex</i> sp. 1	0	1
<i>P.</i> sp. 2	2	1
<i>P.</i> sp. 3	1	0
<i>P.</i> sp. 4	1	0
Total	11,165	7,015

Los géneros más diversos fueron *Pheidole* con 12 especies, *Camponotus* con ocho, *Solenopsis* y *Neivamyrmex* con seis cada uno, *Pseudomyrmex* con cuatro y *Leptothorax* con tres. Los géneros restantes se encuentran representados sólo por una o dos especies.

Las especies de los géneros *Pseudomyrmex*, *Zacryptocerus* y *Azteca* son consideradas como especies arbóreas y no pertenecientes a la comunidad de hormigas del suelo (Wilson, 1987), por lo tanto, estas especies son mencionadas dentro del listado, pero no se incluyen en los análisis sobre diversidad y fenología.

En cuanto a los géneros *Odontomachus*, *Platythyrea*, *Crematogaster*, *Pheidole*, *Technomyrmex* y *Camponotus*, existe una división de opinión acerca de su ubicación dentro de la comunidad de hormigas (del suelo o arbórea), debido a que se conoce sólo parcialmente sus hábitos de anidación y forrajeo. Algunos autores los consideran como géneros arbóreos, (Wilson, 1987, Majer, 1990) mientras que otros los consideran como géneros del suelo (Levings, 1983). Para este estudio se les ubicará dentro de la comunidad de hormigas del suelo, dado que al menos durante una época del año forrajean sobre el mismo.

La diversidad de especies entre cuencas fué diferente, registrándose 54 especies en la Cuenca 4 y 48 en la Cuenca 1 (fig. 5). La media mensual del número de especies para la Cuenca 4 fué de 14.8 con una desviación estándar de 3.4 y para la Cuenca 1 fué de 17.4 con una desviación estándar de 4.5. Al realizar un análisis de varianza de dos vías sin replicaciones (donde los factores son las cuencas y los meses son el efecto sin replicar), se encontró que no existe una diferencia significativa en la riqueza de especies entre cuencas ($p=0.0522$), aunque se muestra una tendencia a ser significativa.

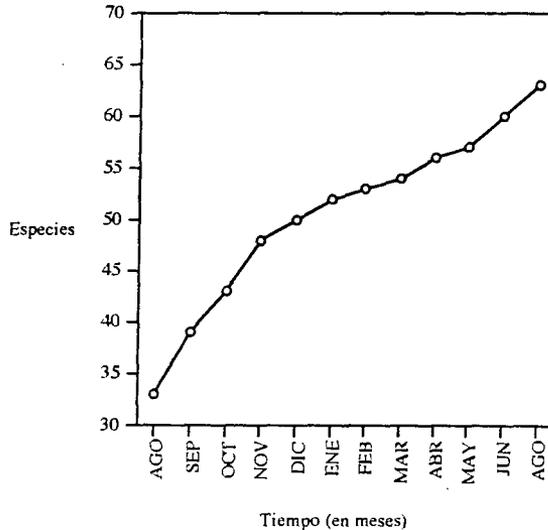


Figura 4. Curva acumulativa de especies. La curva muestra el total de especies acumuladas durante el período de muestreo.

La riqueza de especies varió también con respecto al tiempo. Así, la mayor riqueza en ambas cuencas fué registrada en la época de lluvias, con 22 especies en la Cuenca 1 y 23 especies para la Cuenca 4. La menor riqueza de especies para la Cuenca 1 también fué registrada en la época de lluvias (11 especies), a diferencia de la Cuenca 4, en la que el menor número de especies fué registrado en la época seca del año (9 especies) (fig. 6).

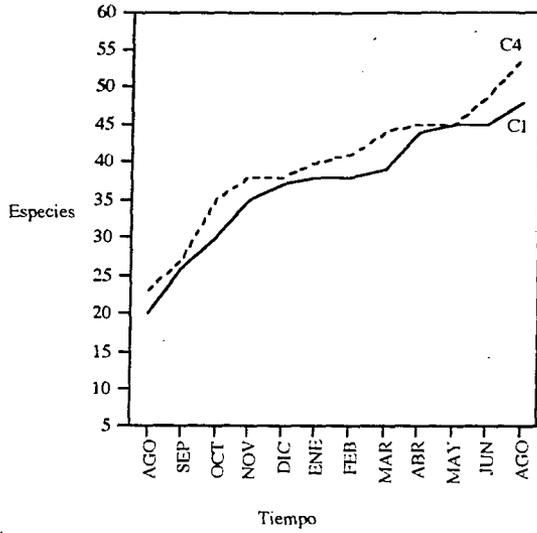


Figura 5. Curva acumulativa de especies por cuenca. Cada curva representa el número de especies colectadas en cada cuenca durante el periodo de muestreo (C1: Cuenca 1 y C4: Cuenca 4).

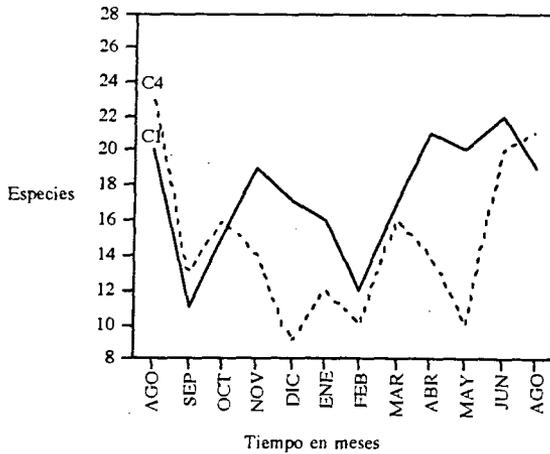


Figura 6. Gráfica de riqueza de especies a lo largo del tiempo. Cada línea representa el número de especies registradas para cada una de las Cuencas, a través del tiempo (C4: Cuenca 4 y C1: Cuenca 1).

De las 63 especies que componen a esta comunidad, 39 fueron colectadas en ambas cuencas. De las 24 especies restantes, 9 se presentaron únicamente en la Cuenca 1 (*Pheidole* sp. 11, *Solenopsis* sp. 1, *Trachymyrmex* sp. 2, *Neivamyrmex cornutus*, *N. fallax*, *N. melanocephalus*, *Camponotus* sp. 3, *C.* sp. 5 y *Platythyrea* sp.) y 15 en la Cuenca 4 (*Neivamyrmex harrisi*, *Camponotus* sp. 7, *C.* sp. 8, *Formica* sp., *Carebara* sp., *Crematogaster* sp. 2, *Leptothorax (Myrafant)* sp., *Pheidole* sp. 5, *P.* sp. 6, *P.* sp. 9, *Solenopsis* sp. 3, *S.* sp. 4, *S.* sp. 5, *Trachymyrmex* sp. 3 y *Ctenopyga* sp.). Este patrón se refleja en parte, por los resultados obtenidos del análisis de Componentes Principales (PCA). Estos nos indican que los dos primeros factores explican el 52 % del total de la varianza (fig. 7). Al realizarse un análisis de componentes principales para cada una de ellas, se obtuvo un patrón diferente para cada cuenca. Para la Cuenca 1, los dos primeros factores separaron a los meses húmedos de los secos, explicando el 58.8 % del total de la varianza (fig. 8a), mientras que para la Cuenca 4, los dos primeros factores no distinguen ningún tipo de patrón (fig. 8b).

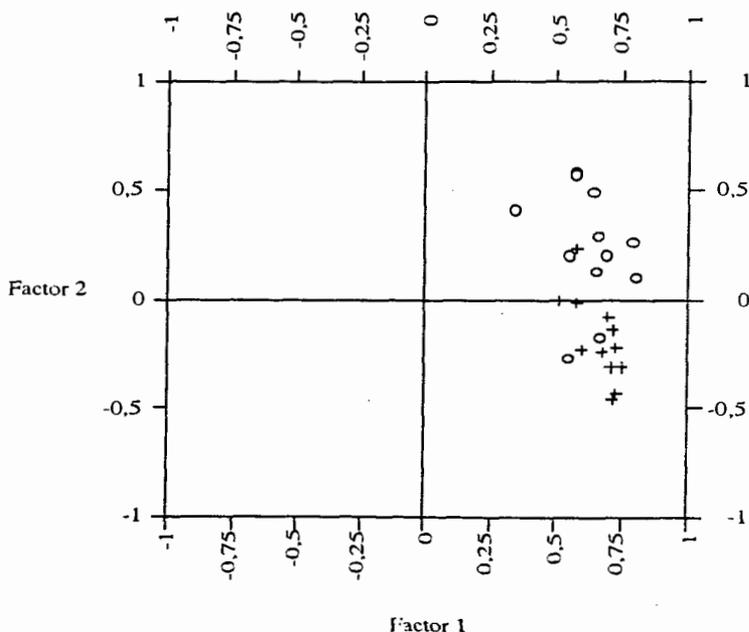


Figura 7 . Gráfica del análisis de componentes principales realizado. Cada cruz corresponde a un mes del muestreo en la Cuenca 1 y cada círculo corresponde a un mes del muestreo en la Cuenca 4. Las dos cruces cercanas al valor "0" del factor 2 son los meses de Septiembre y Noviembre y la cruz ubicada en el cuadro superior corresponde al mes de Octubre de de la Cuenca 1. Los círculos ubicados en el cuadro inferior corresponden a los meses de Marzo y Octubre de la Cuenca 4.

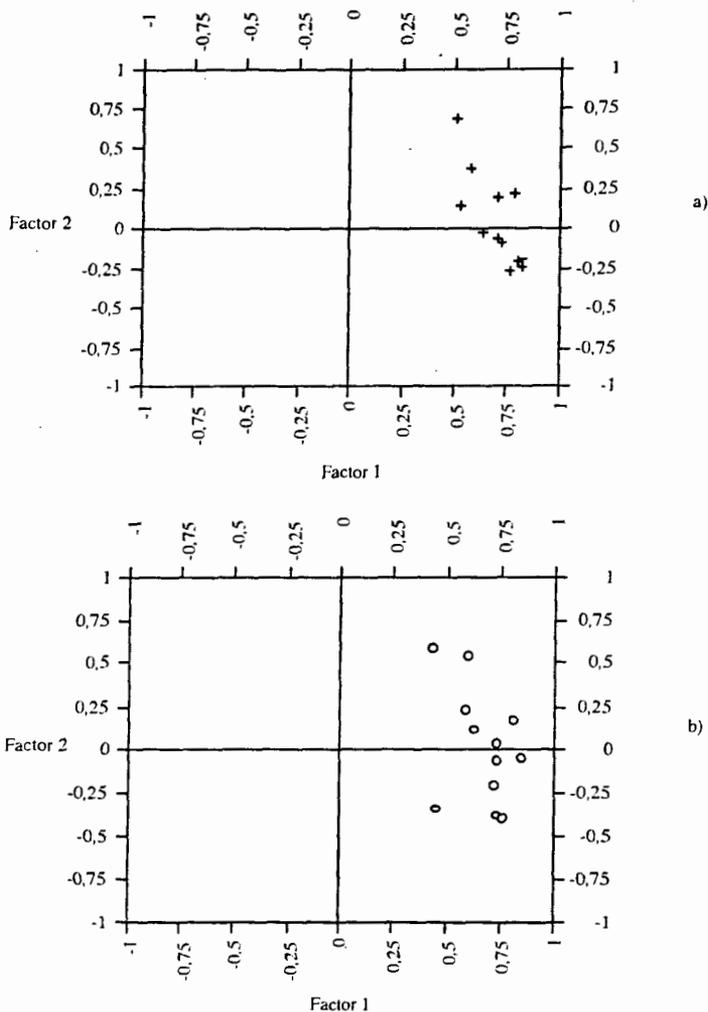


Figura 8. Gráfica de los factores 1 y 2 del análisis de componentes principales. a) Cada cruz indica un mes del muestreo en la Cuenca 1. Los meses agrupados en el cuadro superior, son los meses húmedos incluyendo a Enero y Febrero. b) Cada círculo indica un mes del muestreo en la Cuenca 4.

En cuanto al total de las especies registradas, encontramos que en los primeros 5 meses del muestreo se obtuvo el 80%, mientras que en los 7 meses restantes, se registraron las 13 especies que componen el 20% faltante, encontrándose nuevos registros de especies hasta el último mes del muestreo (fig. 4).

7.1.1. DISCUSION

La descripción de una comunidad sólo por el número de especies, deja fuera información muy valiosa, como es el de determinar que tan comunes o raras son las especies que la conforman (Begon et al., 1986), sin embargo, cuando se trabaja con especies sociales, el número de individuos colectados es un pobre indicador de la abundancia de las especies involucradas (Romero & Jaffe, 1989) y por lo tanto, la descripción y comparación de estas comunidades, sólo puede hacerse por medio de su riqueza de especies.

Por tal razón y para tener una idea más real de la diversidad de hormigas registradas en la región de Chamela, compararemos los datos obtenidos en nuestro estudio, con los datos registrados para otras comunidades tropicales y templadas. Estas comparaciones incluirán la riqueza de especies entre comunidades y la composición taxonómica de las mismas.

Para el primer caso, dado que la mayoría de los trabajos que se han realizado en otras regiones o comunidades comprenden a las hormigas arbóreas y del suelo, será necesario obtener una proporción del aporte de cada una de estas comunidades al total de las hormigas existentes en una región determinada y así, tener un valor aproximado de la riqueza de especies del suelo de un área dada. De acuerdo a Wilson (1987), de las 172 especies que registró en el Río Basu de Papua y Nueva Guinea, sólo 56 especies son parcial o totalmente arbóreas, lo que correspondería a un 35% del total, siendo entonces, un 65 % constituido por hormigas del suelo. Ahora bien, dado que éste es el único trabajo del que se puede obtener esta información, tomaremos como una constante este porcentaje, haciendo la notación que en todos los casos debe de tomarse con suma reserva.

En base a lo anterior, al comparar la fauna registrada en Chamela con la de otros lugares, encontramos lo siguiente. Wilson (op. cit) registró 172 especies de hormigas en el Río Basu de Papua y Nueva Guinea, de las cuales 116 conformarían la comunidad del suelo; Manfred Verhaag (tomado de Hölldobler & Wilson, 1990) colectó 350 especies en el gran valle de los Ríos Yuyapichis y Pachitea en Perú, de las cuales 227 serían de la comunidad del suelo; Van Pelt (tomado de Hölldobler & Wilson, op. cit.) reporta 76 especies para la región templada de Florida, de las cuales 49 especies corresponderían a la comunidad del suelo; Talbot (tomado de Hölldobler & Wilson op. cit.) registró 87 especies en la comunidad templada de la Reserva E.S. George en Michigan, de las cuales 57 serían de la comunidad del suelo y finalmente, Levings (1983) reporta para la Isla Barro Colorado en Panamá, 108 especies de hormigas de la comunidad del suelo.

Como era de esperarse, la diversidad registrada para Chamela (63 especies) es claramente menor que la diversidad encontrada en las comunidades tropicales húmedas de

los Ríos Yuyapichis y Pachitea, del Río Basu y de la comunidad seca de Barro Colorado y mayor que las comunidades templadas de Florida y Michigan. Este patrón ya mencionado por Hölldobler & Wilson (1990) para el caso de las hormigas, se presenta de forma similar para otros grupos de organismos según reporta Myers (tomado de Lugo, 1988; Erwin, 1988; Janzen, 1988) y aunque los factores que lo determinan no son bien conocidos, se han formulado diversas hipótesis al respecto. En lo que se refiere a hormigas, su mayor diversidad en los trópicos es explicada por su preferencia por las temperaturas cálidas (termofilia) (Hölldobler & Wilson op. cit.; Torres, 1984), por las grandes cantidades de humedad presente, (Hölldobler & Wilson, op. cit.; Levings, 1983; Levings & Windsor, 1984; Torres, 1984), por la diversidad de sitios que existen para la anidación (Majer, 1990, Hölldobler & Wilson, op. cit.) y por la variedad y cantidad de los recursos presentes (Majer, 1990; Hölldobler & Wilson, 1990; Levings, 1983).

De las comunidades comparadas, la Isla de Barro Colorado es la que presenta una comunidad natural más parecida a la de Chamela y con la que se esperaría tener una riqueza de especies similar, sin embargo, como ya fué mencionado, la diversidad en Barro Colorado es mayor. Existen diversas razones que pueden explicar lo anterior. Primero, el promedio de precipitación en Barro Colorado es de 2650 mm (Rand & Rand, 1982 citado en Levings, 1983), que al compararlo con los 707 mm de la región de Chamela (Bullock, 1988), es claramente superior. Esto se ve reflejado en una mayor humedad del suelo y por consiguiente, en una mayor diversidad y abundancia de especies (Levings, 1983). Segundo, la cercanía con las comunidades tropicales húmedas de Sudamérica, muy probablemente haya permitido un mayor establecimiento de especies de origen sudamericano en Barro Colorado, con el consecuente incremento de la diversidad de especies. Finalmente, las diferencias en riqueza de especies probablemente no sea tan grande entre ambas comunidades, si consideramos que en el caso de la región de Chamela, muy probablemente existan más especies de las registradas en este trabajo. Lo anterior es fácilmente demostrable, si observamos la curva de acumulación de especies (fig. 4.) obtenida para el total de la fauna registrada. Como se puede observar, la curva no tiende a hacerse asintótica todavía, por lo que es de esperarse, que si se continúa el muestro en esta región, se registrarán aún mayor número de especies.

En cuanto a la comparación de la composición taxonómica de la comunidad de Chamela, ésta se hará sólo a nivel genérico, debido a que de la mayoría de las especies registradas en este estudio, se desconoce su nombre específico y sólo se hará con respecto a Barro Colorado, dado que es el único estudio que se conoce sobre la comunidad del suelo (el resto de los trabajos incluyen a toda la comunidad de hormigas o a la comunidad de hormigas arbóreas de un lugar dado). En Barro Colorado, Levings (1983) registró 108 especies y 44 géneros, de éstos, 14 se comparten con la región de Chamela (Tabla 2). De los géneros registrados sólo en Chamela, *Ponera* es el único que presenta una distribución Neártica (Hölldobler & Wilson op. cit.) y muy probablemente no se encuentre en Panamá.

El resto de los géneros, tanto los exclusivos de Chamela como los de Barro Colorado, son de distribución Neotropical y existe la posibilidad de que estén presentes en ambos lugares.

Tabla 2. Géneros exclusivos de hormigas de la región de Chamela, Barro Colorado y compartidos entre ambas (Datos de Levings, 1983).

GENEROS		
Exclusivos de Chamela	Exclusivos de Barro Colorado	Compartidos
Ecitoninae <i>Eciton</i> <i>Neivamyrmex</i>	<i>Labidus</i>	
Ponerinae <i>Ctenopyga</i> <i>Platithyrea</i> <i>Ponera</i>	<i>Anochetus</i> <i>Cerapachys</i> <i>Discothyrea</i> <i>Hypoponera</i> <i>Leptogenys</i> <i>Pachycondyla</i> <i>Paraponera</i> <i>Probolomyrmex</i> <i>Proceratium</i> <i>Thaumatomyrmex</i>	<i>Ectatomma</i> <i>Gnamptogenys</i> <i>Odontomachus</i>
Myrmicinae <i>Aphaenogaster</i> <i>Carebara</i> <i>Macromischa</i> <i>Oxyepoecus</i>	<i>Acromyrmex</i> <i>Adelomyrmex</i> <i>Aptreosterigma</i> <i>Cephalotes</i> <i>Megalomyrmex</i> <i>Mycocarpus</i> <i>Myrmicocepurus</i> <i>Neostruma</i> <i>Octostruma</i> <i>Oligomyrmex</i> <i>Pracryptocerus</i> <i>Rhopalotrix</i> <i>Rogeria</i> <i>Sericomyrmex</i> <i>Smithistruna</i> <i>Tranopelta</i> <i>Wasmannia</i>	<i>Atta</i> <i>Crematogaster</i> <i>Cyphomyrmex</i> <i>Leptothorax</i> <i>Monomorium</i> <i>Pheidole</i> <i>Solenopsis</i> <i>Strumigenys</i> <i>Tetramorium</i>
Formicinae <i>Brachymyrmex</i> <i>Formica</i>	<i>Paratrechina</i> <i>Monacis</i>	<i>Camponotus</i> <i>Tapinoma</i>

Las diferencias en la composición de las especies entre áreas, es un fenómeno determinado por la distribución en parches de muchas especies (Hairston and Byers, 1984, Lloyd, 1984, cit. en Levings, 1984) y en el caso de las hormigas, ha sido registrado para hábitats tropicales (Leston, 1973, Majer, 1976; Taylor & Adedoyin, 1978; Hölldobler, 1979; citados en Levings, 1983; Room, 1971). En cuanto a la composición de especies entre cuencas, podemos observar que sólo 24 especies de las 63 conocidas, se presentaron solamente en una de las dos cuencas, esto puede ser explicado, en base a que existen diferencias entre las áreas muestreadas. Este patrón, se reflejó en los resultados del análisis de componentes principales realizado para las dos cuencas (fig. 7), donde el factor 2, aunque explica sólo el 9.4 % distinguió casi por completo a las cuencas, mezclando solamente algunos de los meses, sin embargo desconocemos las causas que provocan esta mezcla de meses entre cuencas. Ahora bien, en base a estos resultados podemos suponer que el factor espacial determina la composición de especies entre cuencas, sin embargo no podemos determinar cuáles son las variables que cambian entre cada una de las cuencas, que modifican a dicha composición. La determinación de estas variables va más allá del alcance de este trabajo, aunque de manera general, se puede formular una hipótesis explicativa. Según Basnet (tomado de Galicia, 1992), el relieve es el principal factor físico que afecta la composición, crecimiento y distribución de la vegetación, así mismo, es posible que la estructura de la vegetación sea diferente, debido a la distribución espacial de las características físicas de los suelos, importantes desde el punto de vista de la distribución del contenido de agua, ya que de ésta depende los mecanismos de escurrimiento, crecimiento y el establecimiento de los patrones de vegetación (Galicia, 1992). Ahora bien, dado que la vegetación es el soporte principal del resto de los organismos, cualquier factor que esté afectando su composición y estructura, afecta también en este caso a la comunidad de hormigas del suelo, por lo tanto, el relieve y las características físicas del suelo, serían probablemente las variables que cambian entre cada una de las cuencas y que afectan de forma directa o indirecta a la composición de hormigas del suelo.

Finalmente, aunque el valor de probabilidad obtenido en el análisis de varianza ($p=0.0522$), nos indica que no existe una diferencia significativa en la riqueza de especies entre cuencas a lo largo del tiempo, éste es tan próximo a un valor significativo, que parece posible que si existen diferencias significativas en la riqueza de especies entre cuencas y que éstas puedan ser demostradas aumentando el tiempo de colecta.

7.2. Fenología

Las especies que se registraron durante el año de muestreo, presentaron diferentes patrones de relativa "abundancia" a lo largo del tiempo. Esta "abundancia" estuvo determinada por el número de individuos que fueron colectados por mes y aunque ha sido demostrado que este valor es un pobre indicador de la abundancia en insectos sociales (Romero & Jaffe, 1989), considero que puede darnos una idea o tendencia de la actividad de las especies y por lo tanto, la utilizaré para discutir los posibles patrones fenológicos de las especies registradas durante el estudio.

Los patrones y las especies correspondientes a cada uno de ellos se presentan en la Tabla 3 y de manera resumida son los siguientes:

1. Especies colectadas todo el año . A este patrón pertenecen todas aquellas especies que fueron colectadas a lo largo de todo el año, aunque dado el número de individuos colectados en cierta época, se puede dividir en tres subpatrones:

Colectadas todo el año con mayor "abundancia" en la época de secas. A este tipo de subpatrón pertenecen aquellas especies que se colectaron durante todo el año, pero que en la época de secas presentaron un pico de "abundancia". Las especies que presentaron este tipo de subpatrón fueron *Pheidole* sp. 8 y *Camponotus* sp. 2 (fig. 5a).

Colectadas todo el año con mayor "abundancia" en la época de lluvias. En este subpatrón se ubican las especies que estuvieron activas durante todo el año, pero que se colectaron mayormente en la época de lluvias. Fueron 16 especies las que presentan este tipo de subpatrón y pertenecen principalmente a los géneros *Crematogaster*, *Solenopsis*, *Leptothorax*, *Pheidole*, *Gnamptogenys* y *Camponotus* (fig. 5b).

Colectadas todo el año con dos picos de mayor "abundancia". A este subpatrón pertenecen aquellas especies que se colectaron a lo largo de todo el año, pero que presentaron dos picos de "abundancia", correspondiendo uno a la época de secas y otro a la época de lluvias. Se encontraron 10 especies que presentaron este tipo de patrón fenológico, perteneciendo éstas en gran parte a los géneros *Pheidole* y *Ectatomma* (fig. 5c).

2. Especies colectadas sólo durante la sequía . Las especies que presentaron este patrón fenológico, son aquellas que durante el muestreo solamente se colectaron en el período comprendido desde el mes de Diciembre hasta mediados del mes de Junio, es decir, en la época de secas. Siete fueron las especies que presentaron este tipo de patrón

fenológico y pertenecen a los géneros *Neivamyrmex*, *Camponotus*, *Crematogaster*, *Monomorium*, *Trachymyrmex* y *Platythyrea*.

3. Especies colectadas sólo durante las lluvias . Estas especies son aquellas que durante el muestreo, fueron colectadas solamente en los meses que comprenden la época de lluvias, que abarca desde el mes de Junio hasta el mes de Noviembre. Pertenecen a este grupo 26 especies, de los géneros *Neivamyrmex*, *Technomyrmex*, *Camponotus*, *Formica*, *Carebara*, *Solenopsis*, *Monomorium*, *Leptothorax*, *Oxyepoecus*, *Pheidole*, *Strumigenys*, *Ctenopyga*, *Ponera* y *Cyphomyrmex*.

4. Especies sin un patrón definido . Estas son especies de las que se colectaron solamente dos individuos durante todo el muestreo, uno en la época de secas y otro en lluvias. Debido a lo anterior, no fué posible determinar algún patrón fenológico definido para las mismas. Dentro de este patrón se registraron dos especies, *Leptothorax* (*Leptothorax*) sp. y *Odontomachus* sp.

Tabla 3. Probables patrones de actividad de las especies de hormigas registradas en la región de Chamela. † con pico de mayor colecta en secas, †† con pico de mayor colecta en lluvias y ††† dos picos de mayor colecta correspondiendo una a cada época

Especies	Todo el año			En secas	En lluvias	Sin un patrón definido
	†	††	†††			
<i>Tapinoma</i> sp.		*			*	
<i>Tecnomymex</i> sp.		*				
<i>Ecitonburchelli</i>			*			
<i>Neivamyrmex agilis</i>					*	
<i>N. cornutus</i>						
<i>N. fallax</i>		*		*		
<i>N. harrisi</i>					*	
<i>N. melanocephalus</i>			*			
<i>N. opacithorax</i>			*			
<i>Brachymymex</i> sp.		*				
<i>Camponotus</i> sp. 1						
<i>C.</i> sp. 2	*					
<i>C.</i> sp. 3					*	
<i>C.</i> sp. 4				*		
<i>C.</i> sp. 5					*	
<i>C.</i> sp. 6					*	
<i>C.</i> sp. 7					*	
<i>C.</i> sp. 8					*	
<i>Formica</i> sp.						
<i>Aphaenogaster</i> sp.			*			
<i>Attamexicana</i>		*			*	
<i>Carebara</i> sp.			*			
<i>Crematogaster</i> sp. 1				*		
<i>C.</i> sp. 2			*			
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 1					*	
<i>C.</i> sp. 2		*				
<i>Leptothorax</i> sp. cf. <i>wida</i>						*
<i>Leptothorax</i> (<i>Leptothorax</i>) sp.					*	
<i>Leptothorax</i> (<i>Myrafant</i>) sp.		*				
<i>Macromischa</i> sp.					*	
<i>Monomorium</i> sp. 1				*		
<i>M.</i> sp. 2					*	
<i>Oxyepoecus</i> sp.				*		
<i>Pheidole</i> (<i>Decapheidole</i>) sp.			*			
<i>Pheidole</i> sp. 1		*				
<i>P.</i> sp. 2		*				
<i>P.</i> sp. 3		*				
<i>P.</i> (<i>Hendecapheidole</i>) sp. 4		*				
<i>P.</i> sp. 5					*	
<i>P.</i> sp. 6					*	
<i>P.</i> sp. 7					*	
<i>P.</i> sp. 8	*					
<i>P.</i> sp. 9					*	
<i>P.</i> sp. 10		*				
<i>P.</i> sp. 11		*				

Continuación Tabla 3

Especies	Todo el año			En secas	En lluvias	Sin un patrón definido
	†	††	†††			
<i>Solenopsis</i> sp. 1					*	
<i>S.</i> sp. 2		*				
<i>S.</i> sp. 3					*	
<i>S.</i> sp. 4					*	
<i>S.</i> sp. 5					*	
<i>S.</i> sp. 6					*	
<i>Strimigenys</i> sp.					*	
<i>Tetramorium</i> (<i>Triglyphotrix</i>) sp.		*				
<i>Trachymyrmex</i> sp. 1			*			
<i>T.</i> sp. 2				*		
<i>T.</i> sp. 3				*		
<i>Ctenopyga</i> sp.					*	
<i>Ectatommasp.</i> 1			*			
<i>E.</i> sp. 2			*			
<i>Gnamptogenys</i> sp.			*			
<i>Odontomachus</i> sp.						*
<i>Platythyreasp.</i>				*		
<i>Ponera</i> sp.					*	

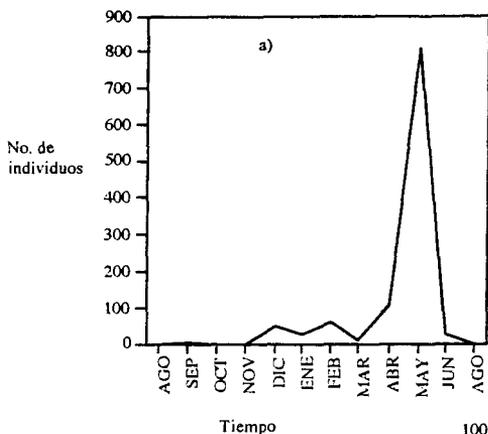
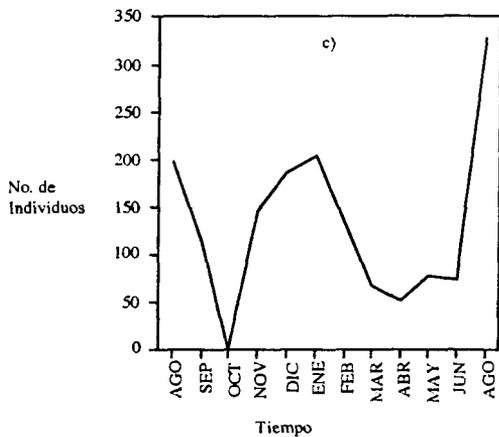
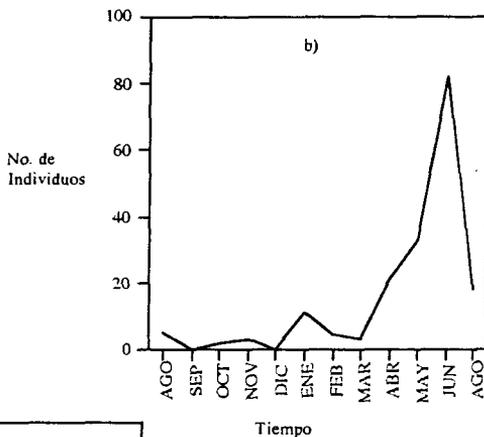


Figura 9. Gráficas de especies activas todo el año. a) Gráfica de *Pheidole* sp. 8, especie que presentó un pico de mayor "abundancia" en la época de secas, b) Gráfica de *Leptothorax* sp. cf. *wida* especie con pico de "abundancia" en la época de lluvias y c) Gráfica de *Ectatomma* sp. 1 especie que presentó dos picos de "abundancia" (uno en secas y otro en lluvias).



7. 2.1. Discusión

Se sabe que todas las colonias de hormigas son perennes y que la mayoría posee su nido permanente, aunque se conocen algunas especies que tienden a mover sus sitios de anidación (Hölldobler & Wilson op. cit, Schneira, 1971, Smallwood & Culver, 1978 citados en Levings, 1983). También, de manera general se conoce que la actividad de las hormigas depende de la temperatura, de la precipitación y de los recursos que se encuentren disponibles (Levings op. cit.; Davidson, 1977; Whitford, 1978; Bernstein, 1979; Mirenda, et al 1980 citados en Levings, 1983, Delabie, 1993).

Por lo anterior, podemos inferir que los patrones fenológicos encontrados pueden estar determinados por estos factores y ser explicados de la siguiente forma.

Para todos los casos, la temperatura no parece ser un factor determinante, dado que su fluctuación a lo largo del año es poca (± 5.0 °C del período de 1977-1988, Bullock, 1988) y no parece por lo tanto, afectar la actividad de las especies. En cambio, la precipitación parece ser muy importante para los patrones fenológicos registrados, dado su marcada estacionalidad en esta región (fig. 2). Las especies colectadas todo el año con pico de "abundancia" en lluvias y las colectadas sólo en lluvias, parecen estar muy relacionadas con la disponibilidad de humedad en el suelo. Ahora bien, esta relación parece ser de forma indirecta, es decir, que la presencia de humedad dispara un pico de abundancia de recursos (hojas, insectos, etc.), que son aprovechados por estos organismos.

Lo anterior es esbozado, en base a la comparación de su "actividad" con respecto a la de aquellas especies colectadas todo el año, que presentaron dos picos de "abundancia" (fig. 8b y 8c respectivamente). En este caso, los dos picos de "abundancia", tanto el de lluvias como el de "secas", parecen estar determinados por la precipitación. En el mes de enero de 1992 llovió aproximadamente el promedio anual (643.8 vs 707mm)(fig. 9) y provocó como respuesta, un mayor incremento en la actividad de las especies que están comprendidas en este subpatrón. Parece lógico suponer, que para estas especies la humedad es el factor que determina su actividad y que para las otras (las colectadas todo el año con pico de abundancia en lluvias y las colectadas sólo en lluvias), la humedad sólo es un factor que dispara la presencia de recursos que éstas especies utilizan (y que no fueron encontrados durante estas lluvias del período de secas).

En cuanto a las especies colectadas todo el año con pico de "abundancia" en lluvias y las colectadas sólo en lluvias, podemos suponer que existe una diferencia entre ellas que es, la capacidad de las primeras para ajustarse a los cambios de humedad y

disponibilidad de recursos (probablemente sean generalistas en la explotación de recursos) que les permite mantenerse activas todo el año

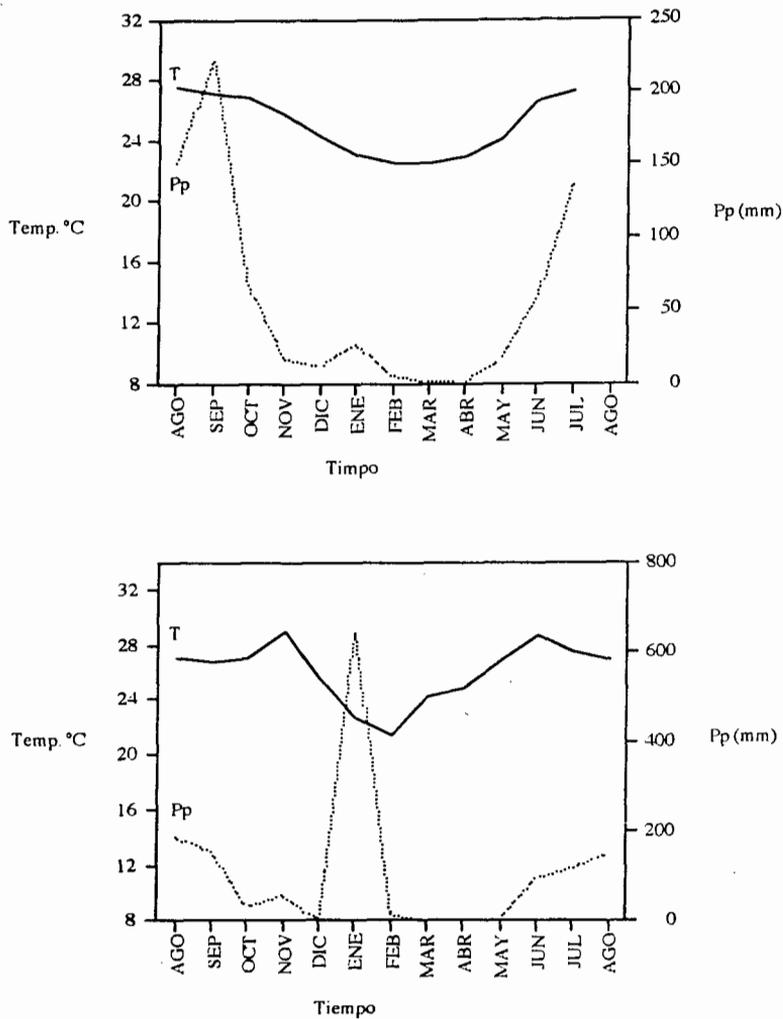


Figura 10. Gráficas de temperatura y precipitación de la región de Chamela. a) Gráfica del período comprendido entre 1977-1988 (tomado de Bullock, 1988); b) Gráfica del período de muestreo (tomado de la estación climatológica de la EBCh). T = temperatura promedio mensual. Pp = lluvia acumulada mensualmente.

En lo que respecta a las especies colectadas todo el año con pico de "abundancia" en secas y las colectadas solamente en secas, su actividad también está aparentemente relacionada con la precipitación, aunque en este caso la relación es negativa. Durante el período de secas en esta región, es cuando hay mayor abundancia de semillas y frutos (Bullock, 1988) y es posible, que estos grupos de hormigas dependan de la explotación de estos recursos. En el caso de las especies colectadas sólo durante esta época, es muy probable que tengan hábitos alimenticios muy especializados y que dependan notablemente de un recurso en particular, aunque también es factible, que la precipitación sea un factor que las afecte directamente (por ejemplo, inundando sus nidos) e inhiba su "actividad". Esto parece demostrarse al observar la gráfica de actividad de *Pheidole* sp. 8, en donde se observa claramente, que la curva de "abundancia" fué creciendo al comienzo de las secas y cayó completamente, al momento que la precipitación incrementó (fig. 11).

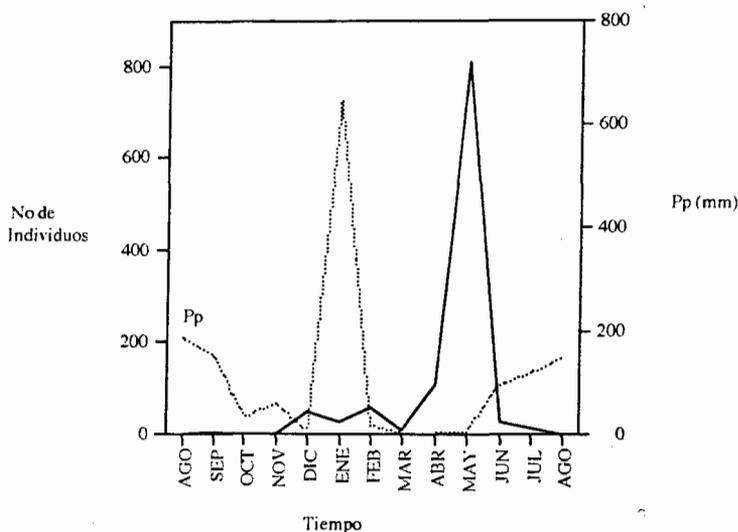


Figura 11. Gráfica de actividad de *Pheidole* sp. 8 y de la precipitación del período del muestreo. Pp = precipitación.

Finalmente, dentro de los diferentes patrones fenológicos encontrados, se tienen los casos de las especies de los géneros *Neivamyrmex* y *Eciton*, las cuales fueron colectadas abundantemente en diferentes épocas del año (de acuerdo a la especie), en una o en ambas cuencas. Lo anterior se debe posiblemente, a que las especies de estos géneros migran constantemente en busca de condiciones adecuadas (Hölldobler & Wilson op cit.)

y por lo tanto, dado el método de muestreo que se utilizó y el tipo de estrategia de forrajeo que éstas tienen, pareciera ser que poseen varios picos de "abundancia" definidos. Sin embargo, algunos de estos picos pueden ser debido al movimiento de las colonias de estas especies, dentro de las áreas donde se realizó el muestreo.

UNICBA



BIBLIOTECA CENTRAL

8. CONCLUSIONES

Las conclusiones que pueden ser obtenidas como resultado de este trabajo son:

1. El número de especies registradas, es menor que el número de especies que probablemente existen en el bosque tropical caducifolio de la región de Chamela; Jalisco.
2. El método de muestreo utilizado trampas "pitfall", subestima la riqueza de especies de un lugar dado. (Este mismo resultado fué obtenido por Romero & Jaffe, 1989).
3. Existen diferencias entre cuencas en la composición de especies, esto es, la distribución de las especies no es homogénea. El factor que probablemente determina estas diferencias, es el factor espacial.
4. La riqueza de especies cambia con el tiempo, debido probablemente a la existencia de diferentes patrones fenológicos de actividad de las especies.
5. La mayor riqueza de especies se presentó en la época de lluvias; la menor difirió entre ambas cuencas.
6. La riqueza de especies del bosque tropical de la región de Chamela, fué menor que en comunidades tropicales más húmedas y mayor que en comunidades templadas.
7. Los patrones fenológicos presentados por las especies de la región de Chamela, parecen estar determinados, positiva o negativamente, por la precipitación.

9. BIBLIOGRAFIA

- BEATTIE, A.J. 1991. Problems outstanding in ant-plant interaction research, pp. 559-576. En Huxley, C.A. & D.F. Cutler eds., Ant- Plant Interactions. Oxford University Press, New York. 601 pp.
- BEGON, M., J.L. HARPER & C.R. TOWNSEND. 1986. Ecology: individuals, populations and communities. Blackwell Scientific Publications, London. 876 pp.
- BORROR, D.J., D.M. DELONG & C.A. TRIPLEHORN. 1976. An introduction to the study of insects. Holt, Rinehart and Winston, U.S.A. 852 pp.
- 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 Entomológica Mexicana. (77):5-17.
- DELABIE, J.H.C & H.G. Fowler. 1993. Physical and biotic correlates of population fluctuation of dominant soil and litter ant species (Hymenoptera: Formicidae). J. N.Y. Entomol. Soc. 101(1):135-140.
- ERWIN, T.L. 1988. The tropical forest canopy. The heart of biotic diversity. Pp. 123-129. Wilson E.O. (ed.), Biodiversity. National Academy Press, Washington D.C.
- GALICIA, S.L. 1992. Influencia de la variabilidad de la forma de la pendiente en las propiedades físicas del suelo y su capacidad de retención de agua, en una cuenca tropical estacional. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 116 p.
- HÖLDOBLER, B. & E.O. WILSON, 1990. The ants. The Belknap Press of Harvard University Press Cambridge, Massachusetts. U.S.A. 732 pp.
- HUXLEY, C.R. 1991. Ants and plants: a diversity of interactions, pp. 1-11. En Huxley, C.A. & D.F. Cutler eds., Ant- Plant Interactions. Oxford University Press, New York. 601 pp.

- JANZEN, D.H. 1973. Sweep samples of tropical foliage insects: effects of seasons, vegetation types, elevation, time of day, and insularity. *Ecology*. 54:687-708.
- JANZEN, D.H, M. ATAROFF, M. FARIÑAS, S. REYES, N. RINCON, A. SOLER, P. SORIANO & M. VERA. 1976. Changes in the arthropod community along an elevation transect in the Venezuelan Andes. *Biotropica*. 8:193-203.
- JANZEN, D.H. 1988. Tropical dry forest. The most endangered major tropical ecosystem. Pp. 130-137. Wilson, E.O. (ed.), National Academy Press, Washington D.C.
- LEVINGS, S.C. 1983. Seasonal, annual, and among-site variation in the ground ant community of a Deciduous Tropical Forest: some causes of patchy species distributions. *Ecological Monographs*. 53(4):435-455.
- LEVINGS, S.C. & N.R. FRANKS. 1982. Patterns of nest dispersion in a tropical ground ant community. *Ecology*. 63:338-344.
- LEVINGS, S.C. & J.F.A. TRANIELLO. 1981. Territoriality, nest dispersion and community structure in ants. *Psyche*. 88:265-319.
- LEVINGS, S.C. & D. M. WINDSOR. 1984. Litter moisture content as a determinant of litter arthropod distribution and abundance during the dry season on Barro Colorado Island, Panama. *Biotropica*. 16(2): 125-131.
- LOPEZ, G.A. 1992. Escorrentía en pequeñas cuencas hidrológicas con Selva Baja Caducifolia en Chamela, Jalisco. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 128 p.
- LOREAU, M. 1992. Species abundance patterns and the structure of ground-beetle communities. *Annales of Zoology Fennici*. 28:49-56.
- LUGO, A.E. 1988. Estimating reductions in the diversity of tropical forest species. Pp. 58-70 en: Wilson E.O. (ed.) *Biodiversity*. Nacional Academy Press, Washington, D.C.
- MACKAY, W.P & E. MACKAY. 1989. Clave de los géneros de hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae). En Memoria 1. II Simposio Nacional de insectos sociales. Sociedad Mexicana de Entomología. Oaxtepec, Morelos. México. 1-82.

- MACKAY, W., A. REBELES, H.C. ARREDONDO, A.D. RODRIGUEZ, D.A. GONZALEZ & S. B. VINSON. 1989. El efecto de la quema de bosque tropical sobre la mirmecofauna en el Estado de Chiapas (Hymenoptera: Formicidae). En Memoria 1. II Simposio Nacional de Insectos Sociales. Sociedad Mexicana de Entomología. Oaxtepec, Morelos, México. 145-157.
- MAJER, J.D. 1990. The abundance and diversity of arboreal ants in Northern Australia. *Biotropica*. 22(2):191-199.
- PERFECTO, I. 1991a. Indirect and direct effects in a tropical agroecosystem: the maize-pest-ant system in Nicaragua. *Ecology*. 71(6):2125-2134.
- , 1991b. Ants (Hymenoptera: Formicidae) as natural control agents of pests in irrigated Maize in Nicaragua. *Journal of Economic Entomology*. Vol.84(1):66-70.
- ROCKWOOD, L.L. 1975. The effects of seasonality on foraging in two species of leaf-cutting ants. (*Atta*) in Guanacaste Province, Costa Rica. *Biotropica*. 7:176-193.
- RODRIGUEZ-PALAFIX, A. 1988. Las avispas sociales (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 77:495-516
- ROMERO, H. & K. JAFFE. 1989. A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera: Formicidae) in Savannas. *Biotropica*. 21(4):384-352.
- ROOM, P.M. 1971. The relative distributions of ants species in Ghana's cocoa farms. *Journal of Animal Ecology*. 40:735-751.
- SARUKHAN, J. & J.M. MAASS. 1990. Bases ecológicas para un manejo sostenido de los ecosistemas: el sistema de cuencas hidrológicas. *Medio Ambiente y Desarrollo en México*, Vol. 1:83-114.
- SMITH, R.M. 1963. Notes on the leaf-cutting ants, *Atta* spp., of the United States and Mexico (Hymenoptera: Formicidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*. Vol. 65(4):299-302.
- SNELLING, R.R. 1981. Systematics of social Hymenoptera, pp 370-453. En *Social Insects*, Vol. II. Academic Press, Inc.

- TALBOT, M. 1946. Daily fluctuations in above ground activity of three species of ants. *Ecology*. 27:65-70.
- TORRES, J.A. 1984. Diversity and distribution of ant communities in Puerto Rico. *Biotropica*. 16(14):296-303.
- WATKINS, J.F. II. 1976. The identification and distribution of New World army ants (Dorylinae: Formicidae). The Markham Press fund of Baylor University Press. Texas. U.S.A. 102 pp.
- , 1982. The army ants of Mexico (Hymenoptera: Formicidae: Ecitoninae). *Journal of Kansas Entomological Society*. 55(2):197-247.
- , 1986. *Neivamyrmex chamelensis*, n. sp. (Hymenoptera: Formicidae: Ecitoninae) from Jalisco, Mexico. *Journal of Kansas Entomological Society*. 59(2):361-366.
- , 1988. The army ants (Formicidae: Ecitoninae) of The Chamela Biological Station in Jalisco, Mexico. *Folia Entomológica Mexicana*. 77:379-393.
- WATKINS, J.F. II & J.C.COODY. 1986. The taxonomy of *Neivamyrmex gracillae* (Mann) (Hymenoptera: Formicidae: Ecitoninae) including an original description queen and field observations. *Southwestern Naturalist*. 31(2):256-259.
- WHEELER, M.W. 1910. *Ants. Their structure, development and behavior*. Columbia University Press, New York. U.S.A. 663pp.
- WILSON, E.O. 1976. *The insect societies*. The Belknap Press of Harvard University Press Cambridge, Massachusetts. U.S.A. 548 pp.
- , 1987. The arboreal ant fauna of Peruvian Amazon Forests: A first assessment. *Biotropica*. 19(3):245-251.
- WHITFORD, W.G. 1978. Structure and seasonal activity of Chihuahua desert ant communities. *Insectes Sociaux*. 25:79-88.

C. Dr. Fernando Alfaro Bustamante
Director de la Facultad de Ciencias Biológicas
de la Universidad de Guadalajara

P R E S E N T E

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, -
que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizó el (la) Pasante
Imelda Mercado Uribe Código número 086621584
con e título "La comuidad de hormigas del suelo, del bosque tropical
caducifolio de la Región de Chamela, Jalisco (Hymenoptera: Formicidae)"
consideramos que reúne los méritos necesarios para la impresión de la
misma y la realización de los exámenes profesionales respectivos.

Comunicamos lo anterior para los fines a que haya lugar.

A T E N T A M E N T E

Guadalajara, Jal. a 26 de Abril 1994

~~EL DIRECTOR DE TESIS~~

M. en C. Felipe Arturo Noguera Martínez

SINODALES

1. BRO. MIGUEL ANGEL MACIAS RODRIGUEZ

Nombre completo

2. JOSE MARISCAL ROMERO

Nombre completo

3. MIGUEL ANGEL CAMPA MOLINA

Nombre completo

[Firma]
Firma

[Firma]
Firma

[Firma]
Firma



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Expediente

Número

Sección

C. IMELDA MERCADO URIBE
P R E S E N T E . -

Manifestamos a usted, que con esta fecha, ha sido aprobado el tema de Tesis "LA COMUNIDAD DE HORMIGAS DEL SUELO DEL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO DE LA REGION DE CHAMELA, JALISCO (Hymenoptera: Formicidae)" para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicha Tesis el M. en C. Felipe Arturo Noguera Martínez.

A T E N T A M E N T E
" PIENSA Y TRABAJA "
Guadalajara, Jal., 31 de Marzo de 1993.
EL DIRECTOR



FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS

M. EN C. JUAN LUIS CIPUENTES LEMUS

EL SECRETARIO

BIOL. JESUS ALBERTO ESPINOSA ARIAS

c.c.p.- M.C. Felipe Arturo Noguera Martínez, Director de tesis pte.-
c.c.p.- El expediente del alumno.

JLCL>JAEA>Cglr.

Al contestar este oficio ctesec fecha y número