

201-98

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

TESIS PROFESIONAL

"Estudio del Polimorfismo y Descripción de los estadios larvales
de Lionetopus apiculatum Mayr (Hymenoptera, Formicidae)."

PATRICIA HERNANDEZ RUIZ

MEXICO, D.F.

1981



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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CONTENIDO

	PAGINA
I. INTRODUCCION	1
1.- Generalidades Biológicas de las hormigas, con referencia particular en <u>Liometopum apiculatum</u>	5
1.1 Alimentación	5
1.2 Reproducción	6
1.3 Nidación	7
1.4 Estados de desarrollo	8
1.4.1 Huevo	9
1.4.2 Larva	10
1.4.3 Prepupa y Pupa	12
1.4.4 Imago	14
2.- El Polimorfismo en la Casta Obrera	16
2.1 Definición y métodos para determinar el polimorfismo	16
2.2 Factores determinantes	19
2.3 Consecuencias ecológicas del polimorfismo	20
2.4 Grados de Polimorfismo	23
II. ANTECEDENTES	27
III. OBJETIVOS	28
IV. METODOLOGIA	29

V.	RESULTADOS	32
	De: Estadios Larvales	33
	De: Polimorfismo	36
VI.	DISCUSION	42
	De: Estadios Larvales	42
	De: Polimorfismo	45
VII.	CONCLUSIONES	55
VIII.	REFERENCIAS	59

I. INTRODUCCION

Las hormigas están comprendidas dentro del Orden Hymenoptera, uno de los grupos más diversos de insectos, ya que hay más de 100,000 especies descritas (Richards y Davies, 1977). Este Orden comprende a los miembros más evolucionados de la Clase Insecta, tomando en cuenta la complejidad de su comportamiento y organización social, tal como sucede en ciertas spp de avispas, algunas abejas y en las hormigas en general, siendo estas últimas las más especializadas del grupo.

Las características morfológicas más sobresalientes del Orden Hymenoptera, son :

- La presencia de dos pares de alas membranosas, donde el primero es más grande que el segundo, con poca venación.
- Antenas con 12 artejos en los machos y 13 en las hembras.
- El abdomen generalmente está constreñido en su parte basal y el primer segmento está fusionado con el metatórax, siendo así visibles sólo 6 ó 7 segmentos abdominales, que integran el gaster.
- El ovipositor está bien desarrollado y en algunos modificado en aguijón, el que utilizan para su defensa.
- Manifiestan una metamorfosis completa presentando, por lo tanto, los estados de huevo, larva, pupa y adulto.
- Las larvas generalmente son ápodas y eruciformes, con una cabeza más o menos bien desarrollada (Richards y Davies, op. cit.).

Dentro del grupo de los insectos sociales, las hormigas son las más ampliamente distribuídas y las más abundantes. Desde el siglo pasado ya se habla de 12,000 - 14,000 especies incluídas en 250 géneros. (Brown, 1854 en Wilson, 1976). Es en los trópicos donde presentan mayor variedad y diversidad en cuenato a su ecología y estructura social.

Morfológicamente, el rasgo más distintivo de las hormigas es la forma del peciolo (2º segmento del abdomen), el cual puede presentar una o dos divisiones, y en segundo lugar el hecho de que las antenas son generalmente geniculadas con el primer artejo muy largo, el cual recibe el nombre de escapo, constituyendo los demás artejos el funículo o flagelo (Borrer, 1976).

Las hormigas integran la Superfamilia Formicoidea, con una sola Familia, Formicidae.

Por ser la Subfamilia Dolichoderinae a la cual pertenece nuestra especie estudiada, a continuación se señalan sus principales características:

La Subfamilia Dolichoderinae (del griego Dolixos-largo y dere-cuello, refiriéndose al largo protórax), es un grupo con 19 especies distribuídas la mayor parte de ellas, en el Norte de los Estados Unidos de América. Generalmente anidan en el suelo, son omnívoras y las obraras de tamaño pequeño, presentan glándulas anales, que secretan un líquido volátil de olor penetrante, como a mantequilla rancia, ácido butírico o coco podrido, el cual lanzan a varios centímetros de distancia como medio de defensa.

Morfológicamente, la larva de los representantes de esta subfamilia se caracteriza por poseer:

- Cuerpo grueso y capacidad de realizar pequeños movimientos de desplazamiento (Adlers, 1886).
- Cabeza pequeña, con piezas bucales atrofiadas o ausentes; omnívoras ó de alimentación especializada (Bernard, 1951).
- Pocos pelos ó desnudas, fuertemente hipognatas (Starcke, 1933 en Wheeler, 1965).
En los adultos las características distintivas son:
 - El peciolo presenta un solo segmento, y no hay constricción entre el primero y el segundo segmentos del gaster.
 - El orificio cloacal tiene forma de hendidura horizontal, localizándose ventralmente en la punta del abdomen.
 - La pupa nunca presenta capullo (Borrer, op. cit.).

El género Liometopum Mayr, comprende 8 especies, de las cuales 4 están extintas y 4 existen actualmente; de estas últimas, dos se encuentran en el Viejo Mundo y dos en Norte América.

Las especies americanas son L. apiculatum Mayr y L. occidentale Emery (Wheeler y Wheeler 1973). Gregg (1963), reconoce a L. luctuosum como subespecie de L. occidentale. Reza (1923) incluye a los escamoles en el género Lasius y le da el nombre de Lasius escamole a la especie.

Liometopum apiculatum Mayr, habita regiones secas y calurosas del hemisferio norte y vive en colonias muy numerosas; las obreras construyen dentro de la tierra un nido de

estructura trabecular, el cual se encuentra bajo piedras grandes o ciertas plantas; son principalmente de hábitos diurnos, aunque son activas durante las 24 hrs.

Las obreras de esta especie son mucho más agresivas que las de otras dolícoderinas americanas, atacando a los intrusos belicosamente, mordiéndolos y esparciéndoles un olor característico, al levantar el abdomen (Wheeler, op. cit.). Las larvas y pupas tanto de los reproductores, como de las obreras, son utilizadas como alimento en varias partes de la República Mexicana.

Las características distintivas del género Liometopum son:

- Casta obrera moderadamente polimórfica.
- Ocelos casi siempre presentes.
- Gaster cubierto con una pubescencia grisácea muy densa, lo que le da un matiz cenizo.
- Presenta un espacio distintivo entre el margen lateral del clípeo y las mandíbulas. (Wheeler, op. cit.).

Las características morfológicas de la especie L. apiculatum son:

- El escapo antenal de las obreras "mayor" sobrepasa las esquinas occipitales, al menos dos veces el máximo grosor del escapo.
- Las sedas erectas en el dorso del gaster, son muy desiguales en longitud, siendo algunas de ellas casi tan largas como las del pronoto (Wheeler, op. cit.).

Por otra parte, las obreras miden de 2.5-6 mm. de longitud, con patas y antenas de color rojo amarillento o café claro; en cambio, las reinas miden 12-13 mm, son de color

negro y la pubescencia grisácea es uniforme; las mandíbulas, patas y antenas son oscuras, sus alas miden 18 mm. y son hialinas con venas cafés y estigmas negros; los machos miden 9 mm. de longitud. (Wheeler, 1905).

1.- Generalidades biológicas de las hormigas, con referencia particular en Liometopum apiculatum.

1.1 Alimentación.- Entre las hormigas se presenta una gran diversidad en cuanto a sus hábitos alimenticios; las hay desde las que tienen una dieta muy variada (omnívoras), hasta las que son muy específicas en su alimentación. Por ejemplo, dentro de las Formicinae y las Dolichoderinae hay las que colectan néctar y mielecilla, y a sus larvas las alimentan con jugos regurgitados. Las especies carnívoras alimentan a sus crías con pedazos de insectos. Las especies granívoras alimentan sus larvas con fragmentos de semillas y las que cultivan hongos se alimentan con hifas de éstos (Richards y Davies, op. cit.).

Liometopum apiculatum es una especie omnívora, y se han hecho varias observaciones al respecto. Reza (1923), habla de los "rollederos que son los sitios en las raíces de las plantas a los que acuden las obreras para extraer sustancias alimenticias; Van Pelet (1971) ha observado que extraen jugos y néctar del peciolo de la flor y también colectan el polen de Agave scabra, Achisosensis sp. y Yucca spp; Cuadriello (1980), señala haberlas visto alimentarse de excrementos de humanos y animales en el campo, además de que son capaces de aprovechar cualquier desperdicio de comida como: tortilla, carne, fruta, huevo y pan. En condiciones de laboratorio se han mantenido con miel agua y azúcar (Cuadriello, 1980 y Reza 1923) les ofreció pétalos de rosa frescos. Conconi (1980) las alimenta-

ba también con larvas de mosca.

Además, ingieren mielecilla, la cual pueden obtener de la asociación que mantienen con ciertos insectos fuera del nido, tales como membrácidos, áfidos y cóccidos de varias especies (Cuadriello, 1980); es por esta razón que frecuentan determinadas especies de plantas.

1.2 Reproducción.- Las condiciones meteorológicas juegan un papel muy importante para la realización del vuelo nupcial en las hormigas.

A mediados de mayo, cuando ya está terminado el desarrollo de los reproductores de L. apiculatum y coincidiendo con los fuertes aguaceros de este mes, salen del hormiguero los individuos alados. Cuadriello (1980), señala: "A la mañana siguiente, después de una noche de fuerte aguacero, muy temprano (08.00 hrs) las obreras se agitaban, dispersándose alrededor del nido, perdiéndose la uniformidad de las columnas, y cuando les dió de lleno los rayos del sol a las obreras y reproductores, entonces las obreras mordían las patas y alas de los reproductores y así los empezaban a hacer trepar a las plantas cercanas, por lo que por el continuo ataque no podían descender y empezaban a agitar las alas para después volar. No se observó que los reproductores de un nido volaran en conjunto, sino uno por uno, luego en un terreno muy húmedo, bajo piedras, se encontraron a veces hasta más de una hembra bajo la misma piedra, donde formaban pequeñas cavidades ovoidales, y en algunos ya se encontraban huevecillos y las hembras se habían desprendido las alas". Reza (1923) menciona el vuelo en nube de los reproductores.

De las hembras colectadas por nosotros y que fueron llevadas al laboratorio, hubo

algunas que no estaban fecundadas y llegaron a ovipositar. Según Delage-Darchen (1979), parte de los huevecillos son utilizados para la alimentación. A estos huevecillos no fecundados se les conoce como "huevos tróficos".

En general, dentro de las hormigas, las primeras larvas son alimentadas con las secreciones de las glándulas salivales y regurgitaciones de la reina, hasta que emergen las primeras obreras quienes harán la comunicación entre la cámara de cría y el medio exterior, proporcionando alimento a las nuevas larvas y al resto de la colonia, y de ahí en adelante, la reina solo se dedicará a ovipositar (Richards y Davies, op. cit.).

1.3 Nidación.- Las hormigas, dependiendo de la especie, establecen sus nidos en diversos sitios, tales como las cavidades de las plantas, haciendo galerías en la madera, sobre los árboles, y la gran mayoría de ellas, los construyen en el suelo, haciendo excavaciones más o menos regulares, para formar así galerías que tendrán distintos usos (Richards y Davies, op. cit.).

En L. apiculatum, cuya distribución geográfica potencial es muy amplia para la República Mexicana, los nidos se encuentran principalmente bajo raíces de Agave sp y Opuntia sp. (Cuadriello, op. cit.), a una profundidad no mayor de 1 m. La trabécula formada por estas hormigas para la nidificación, vista al microscopio, muestra que en su mayoría se compone de arena y arcilla, sólidamente unidas por la saliva de las hormigas.

Son pocas las piedras que se incluyen en esta mezcla, siendo su textura muy uniforme; envolviendo todo este material hay una capa negra, carbonosa, que tal vez sea puesta también por las hormigas; cubriéndolo todo hay una delicada tela, que parece ser fibra

vegetal (como ramitas finas o hilos miceliales) (Gregg, 1963). Cuadriello (1980) encontró, sin embargo, que estas trabéculas tenían un centro vegetal, como pedazos de pasto, varitas muy finas, etc.

Las trabéculas son más o menos cilíndricas, y convergen para formar nudosidades de donde, a su vez, parten 4 ó 5 tabiques divergiendo para limitar en su conjunto espacios que van de 1-2.5 mm. hasta 10 mm. de diámetro (Reza, 1923; y Gregg, 1963).

Dentro del nido de esta especie, Cuadriello (op.cit.) encontró diversos organismos vivos, los cuales variaban de uno a otro nido, aunque el ácaro Trombidium holosericeum (Reza, 1923) fue constante en todos los nidos abiertos, este ácaro es conocido con el nombre de "lumbre" o "cataré". Tal vez estos ácaros se alimenten de los huevos de esta hormiga como lo señala Cuadriello en su trabajo, y mediante éstos la persona que servía de "guía" a Reza podía distinguir el sitio del nido. También se encontró un "rolledero" (Reza, op.cit.)

Estados de desarrollo.- Las hormigas presentan metamorfosis con cuatro estados anatómicos al estado adulto, que son: huevo, larva, prepupa y pupa. La relación que tienen las obreras con su cría es muy estrecha, la cual va más allá de la alimentación y protección incompleta presentada en las abejas y avispas, puesto que en situaciones de peligro son incapaces de ayudarlas, mientras que las hormigas pueden brindarles mayor ayuda y protección (Wheeler, op.cit.).

Al encontrarse la cría en zonas muy oscuras, su color generalmente es blanco o amarillento translúcido, más raramente grisáceo o rosado; en L. apiculatum es de color blanco marfil, brillante. Las hormigas rara vez llevan la cría a la superficie, al menos que

se vean obligadas a cambiar de nido, o que sea la cría de otros nidos robados, a los que esclavizan. Sin embargo, en Ischnomyrmex cockerelli sacan por la noche a la cría en temporadas de calor (Wheeler, op. cit.).

En observaciones hechas en el campo sobre L. apiculatum, se vieron obreras transportando larvas y pupas durante el día. En el laboratorio observamos que, al colocar un foco encendido cerca del tubo que las contenía, después de un rato, las obreras sacaban de sus refugios a la cría y la exponían al calor; además, las que estaban en terrarios, sacaban a la cría del nido y la ponían en la superficie para que les diera los primeros rayos del sol.

Puesto que las obreras alimentan a la cría en la oscuridad, se piensa que los órganos sensoriales del tacto y quimiorreceptores están mejor desarrollados que la vista, ya que colocan huevos, larvas y pupas de diferentes estados de desarrollo, por paquetes, dentro de una misma cámara o en diferentes cámaras. Esto sucede en la mayoría de las especies, aunque no se manifiesta claramente en las más primitivas (Ponerinas) o en especies de colonias pequeñas. Se ha observado que esta clasificación, depende de las diferentes necesidades de humedad y temperatura para el desarrollo de la cría; debido a esto, la cría es continuamente cambiada de sitio dentro del nido, durante el día (Wheeler, op.cit).

1.4.1 Huevo.- Generalmente no miden más de 5 mm. de largo en las especies más grandes, pero en la mayoría son más pequeños y de forma elíptica alargada; en L. apiculatum miden 2 mm. (Reza, op. cit.). El vitelo, (semejante al de las abejas y avispas) es delgado y líquido, envuelto por un corion transparente y delicado. Una misma hembra puede poner

huevos que tengan forma y tamaño variados, y los que llegan a poner las obreras, con sólo la mitad del tamaño de aquellos puestos por la hembra de la misma especie.

Debido a que las obreras "laman" con frecuencia a los huevos, la saliva provoca que ellos se adhieran entre sí y formen paquetes, lo que facilita su rápido transporte en caso de peligro; es posible que la saliva contenga alguna sustancia antiséptica que evite su destrucción por hongos (Wheeler, 1965 op.cit.).

Los huevos puestos pueden haber sido fertilizados o no: los no fertilizados pueden ser o de reinas viejas en las que los espermatozoides se han agotado o de obreras. Según la teoría de Dzierzon, la cual siguen muchos autores, en las abejas mieleras, los huevos no fertilizados dan origen a machos (partenogénesis) y los fertilizados darán obreras y reinas; aunque Tanner y otros han visto que en ciertas especies de hormigas como Lasius niger los huevecillos no fertilizados pueden desarrollarse en obreras, por lo que esta teoría no puede generalizarse para las hormigas hasta que sea mejor investigada (Wheeler 1965 op.cit.).

1.4.2 Larva.- En general, la larva tiene la cabeza más o menos desarrollada y el cuerpo dividido en 13 segmentos (3 del tórax y 10 del abdomen); presentan un par de mandíbulas, un par de maxilas gruesas y un labio único; tanto las maxilas como el labio presentan una pequeña papila táctil cónica, además de la abertura de las glándulas hiladoras; no se observan ojos; presentan 10 pares de estigmas, uno mesotorácico, otro metatorácico y el resto en los primeros segmentos abdominales.

El tegumento es delgado y transparente, ligeramente quitinoso y puede estar cubierto

con sedas, que dependiendo de la especie, presentan forma y número variable; por lo general estas sedas son más abundantes y notorias en las larvas intermedias. Hay especies que presentan varios tipos de sedas en diferentes partes del cuerpo. Las sedas son estructuras adaptativas con funciones como: proteger la piel contra las mordeduras de las larvas vecinas, evitar que el cuerpo quede en contacto directo con el suelo; las sedas con los ganchos en los extremos, sirven para fijar a las larvas a las paredes del nido y también para mantenerlas unidas unas con otras, de manera similar a la saliva en los huevos; en las larvas de Ponera se presentan tubérculos que les sirven, tal vez, de protección. (Wheeler, op. cit.).

La duración de los estadios inmaduros, es muy variable dependiendo íntimamente de la temperatura existente (Fielde, en Wheeler, 1955) Wheeler le da mucha importancia a la relación estrecha entre la larva y la obrera adulta, apoyado en gran parte por la trofalaxia que es el intercambio mutuo de alimento entre ellas; las larvas producen una secreción muy agradable para las obreras (en algunas es saliva y en otras son exudaciones de los tegumentos, que pueden provenir de papilas especiales, llamadas exudatorias) (Richards y Davies, op.cit.).

En general se habla de estadios larvales en los himenópteros, sin embargo en Aphaenogaster rudis, hay 4 estadios, 3 para Myrmica rubra, Tetramodium caespitum, y Nematocrema stadelmani, y 5 estadios en Plagiolepis pygmaea, por lo tanto se puede pensar que es una generalización prematura al considerar 5 estadios para las hormigas.

Mediante el estudio de la quetotaxia, la medición de las mandíbulas y la de los estig

mas, se puede conocer el número de estadios larvales. Las mandíbulas de las larvas de hormigas son las únicas partes bien esclerosadas; sin embargo, es difícil colocarlas siempre en un mismo plano horizontal y en general, sólo se puede medir una. Los estigmas se distinguen fácilmente gracias a un anillo esclerosado, y su diámetro aparece como un valor estable en el curso de cada estadio larval (Darchen, 1978).

En nuestro país, los estados de larva y pupa de L. apiculatum sobre todo los de los reproductores, son utilizados como alimento y se les conoce con el nombre de "guijes" en el Edo. de México y "escamoles" en el Edo. de Hidalgo. Son recolectados en la segunda quincena de Abril y la primera de Mayo de cada año (Reza, 1923), pero Cuadriello (1930) los menciona entre los meses de Marzo y Abril, agregando que se encuentran solo larvas de obreras en Febrero, en Marzo hay una mezcla de larvas de obreras y reproductores y en Abril es principalmente escomol. Reza (op. cit.) calcula 2 meses para el ciclo de vida de esta especie.

1.4.3 Prepupa y pupa.- Cuando la larva ha alcanzado su máximo desarrollo, empiezan a presentarse cambios muy importantes en su cuerpo, tanto en la estructura externa como en la interna, empezando así el estado de prepupa.

Bajo la cutícula se observa la aparición de las patas, alas y apéndices cefálicos, los cuales se forman a partir de los histoblastos (Células que dan origen a todos los órganos del adulto). Estos apéndices, muestran aún un tamaño menor a los del imago, encontrándose doblados y estrechamente pegados al cuerpo. Los segmentos protorácicos están distendidos por el desarrollo de la cabeza pupal y los segmentos abdominales (Propodeum)

ya se han incorporado al tórax.

La cutícula larval pronto se rompe por la parte dorsal, y la prepupa la va empujando hacia la parte posterior de su cuerpo. Mientras siguen cambiando las estructuras internas (histogénesis), los apéndices han seguido desarrollándose, hasta alcanzar el tamaño del adulto, momento en el cual ya se ha formado la pupa.

En el estado pupal comienza una gradual depositación de pigmentos, empezando por los ojos y siguiendo con el resto del cuerpo; así como también, la completa maduración de los órganos internos. Poco tiempo después emerge el adulto y se considera inmaduro ya que aún no ha adquirido la coloración típica del ímago.

Debido a la ausencia de las alas, el desarrollo de las obreras se completa más rápidamente, en comparación con el de los reproductores.

Hay hormigas (Ponerinae y Camponotinae), en que la prepupa teje un capullo para pasar en él el período pupal. Se presentan casos, sin embargo, como en los géneros Formica y Lasius, en que la cría de una misma colonia puede o no presentar capullo.

Por lo general, el capullo se encuentra en las hormigas primitivas, mientras que en las más evolucionadas está ausente. Es la presencia del capullo un carácter ancestral proveniente de las avispas solitarias que dieron origen a las hormigas.

En el ámbar Báltico del Oligoceno inferior, se encontraron incluidas pupas desnudas de una hormiga Dolichoderinae (Iridomyrmex geinitzi) por lo que se observa que la eliminación del capullo en esta Subfamilia ocurrió tempranamente (Wheeler, op. cit.).

1.4.4 Imago.- Generalmente, en una colonia madura de hormigas se presentan 3 castas, que en Insectos Sociales se consideran formas morfológicamente diferenciadas con una función especializada (Wilson, 1976), que son: hembras o reinas, machos y obreras, aunque entre ellas puede haber formas intermedias; por eso Wilson (1958) enlista 7 castas que son:

a) Machos: Tórax muy desarrollado, generalmente alado excepto en algunas especies parásitas, como Crematogaster (Wilson, 1958). Esta casta es la menos variable. Los genitales y órganos sensoriales están muy desarrollados, las mandíbulas son débiles, la cabeza es más pequeña y redondeada que la de las hembras y obreras de la misma especie, las antenas son más largas y delgadas; su única función dentro de la colonia es la de fecundar a la reina (Richards y Davies, 1977 op.cit.).

Los machos, supuestamente viven muy poco, en comparación con las otras dos castas, pues en muchas especies mueren después del vuelo nupcial; sin embargo, Lubbock (1894) habla de los machos de Myrmica ruginodis que en un nido artificial, vivieron desde Agosto hasta Abril del siguiente año; Janet (1907) señala para M. rubra que, los machos vivieron desde Octubre hasta Abril del siguiente año, y nosotros, en un nido habierto en Tulancingo, Hgo. el 15 de Octubre encontramos pupas e imagos de machos de L. apiculatum, fecha en que se suponía no debían de existir.

b) Machos ergatomórficos: Son genéticamente machos normales, pero con formas de obrera.

c) Reina o hembra: El tórax está bien desarrollado y presenta alas funcionales (Wilson, 1958); en general son más grandes que los machos y que las obreras; a diferencia de los

machos, las antenas son más cortas y gruesas, y las mandíbulas están bien desarrolladas, presentan un gaster grande; su función primordial dentro de la colonia es la reproducción (Richards y Davies, 1977 op. cit.).

Por el vigor y el tamaño de la reina, ésta vive más que los machos y las obreras. Janet (1904) habla de la reina de Lasius alienus de que vive 10 años y Lubbock (1894) señala que la reina de Formica fusca alcanza a vivir 14 años.

d) Ergatoginas típicas: Son formas intermedias entre las reinas y las obreras. El tórax es semejante al de la reina y son las reproductoras normales de algunas especies.

e) Ergatoginas fisogástricas: Poseen un gaster que se aproxima en tamaño al de la hembra típica. Esta intercasta sirve como complemento reproductivo o puede reemplazar a la reina.

f) Ergatogina dictadiforme: Esta casta parece ser el caso extremo de las fisogástricas. El tamaño total se ha incrementado presentando un gaster enorme y una cabeza ensanchada y redondeada.

g).- Obreras: Presentan una gran simplificación del tórax con un solo esclerito, no tienen alas. El gaster es pequeño, los ojos compuestos están reducidos, los ocelos generalmente están ausentes o son muy pequeños, las ovariolas están reducidas y en la mayoría de las especies no ovipositan; en las pocas que lo hacen, los huevos rara vez se desarrollan y se utilizan como alimento para las larvas.

Las obreras son variables en tamaño y algunas veces en color y forma dentro de una misma colonia, subdividiéndose a su vez la casta, en "minor," "medium" y "mayor". Estas

subdivisiones adoptan funciones particulares como construcción del nido, cuidado de la cría y defensa de la colonia (Richards y Davies, op. cit).

La longevidad de las obreras es mucho mayor que la de los machos y menor que la de la reina, Lubbock (1894, en Wheeler, 1965) dice que en Formica cinerea la obrera vive cerca de 5 años, y en F. fusca y L. niger más de 6 años.

En general, se sabe que las reinas pueden pasar gran parte del año sin comer, mientras forman la colonia y Fielde demostró que las obreras "mayor" pueden resistir períodos largos de abstinencia de 7-9 meses. Como resumen de sus experimentos, Fielde y Janet mencionan que los machos son los menos resistentes, las reinas son más resistentes a las situaciones adversas y que la vitalidad de las obreras varía directamente con su tamaño (Wheeler, op.cit.)

2.- El Polimorfismo en la Casta Obrera.

2.1 Definición y métodos para determinar el polimorfismo.

A la variabilidad que se puede presentar en la casta obrera dentro de una colonia madura normal, es a lo que se le llama polimorfismo, sin hacer referencia a su origen genético o medio ambiental (Wilson, 1958), este término está restringido a la casta obrera.

Las variaciones a consideración pueden ser morfológicas y/o fisiológicas:

Dentro del aspecto fisiológico, Law, Wilson y McCloskey (1965), hablan del polimorfismo bioquímico por haber encontrado en cada sexo y casta de varias hormigas, diferentes moléculas que reflejan diferencias en la maquinaria bioquímica.

En sus estudios con Pheidole fallax, Law et al (op. cit.) observaron que cada subcasta produce sustancias químicas características. La "mayor", presenta un olor que es de una sustancia indol que proviene de la vesícula glandular, la cual se encuentra hipertrofiada, ocupando una tercera parte de la cavidad abdominal, en comparación, la "minor" produce una cantidad menor de esa sustancia y el tamaño de la vesícula glandular es normal. A diferencia de la "mayor", la "minor", deja como rastro una feromona volátil, proveniente de la glándula de Dufour, siendo esta glándula mucho más grande que la de los soldados en los cuales puede estar muy reducida o ausente.

Señalan además, que cada especie produce diferentes proporciones de los mismos compuestos básicos, aunque hay compuestos que están restringidos a una especie en particular. Estas diferentes proporciones de las sustancias producen una variedad infinita de olores con unos pocos compuestos, lo que ayuda al reconocimiento de la especie y como mecanismo de aislamiento.

Wehner (1969 , en Topoff, 1971) demuestra diferencias en la orientación óptica entre las obreras "minor" y "mayor" de Cataglyphis bicolor, y Darchen (1968) habla de las diferencias en cuanto al número de ovariolas entre las "minor" y las "mayor", llegando a tener las "mayor" de una a cuarenta, por una o ninguna en las "minor" de la misma colonia.

La mayoría de los estudios sobre polimorfismo se basan en las mediciones de las partes del cuerpo del insecto que presentan mayor grado de alometría (diferencias en la proporción relacionados a los cambios en tamaño de un organismo completo o de algunas de sus partes). En la casta de la reina es el mesotórax y en forma secundaria el gaster y la

cabeza, los que presentan cambios de tamaño; en la casta obrera la parte del cuerpo alométricamente típica es la cabeza y en grado secundario el gaster y varias partes del alitrongo.

La diferenciación entre la reina y la obrera se hace en el mesotórax, siendo en menor grado en el gaster y la cabeza, y la diferenciación entre la "mayor" y la "menor" es típicamente en la cabeza y en menor proporción en el gaster y varias partes del alitrongo. Resumiendo en este punto con la definición dada por Wilson (1958) nos referiremos al polimorfismo dentro de los Insectos Sociales, como la aparición de un crecimiento relativo no isométrico en alguna parte del cuerpo del insecto, pertenecientes a una colonia madura normal, para producir individuos de distintas proporciones detectables en los extremos del rango.

Aparte del crecimiento relativo no isométrico, hay otro rasgo general importante en la variación de la casta, que es la multimodalidad dada en las curvas de tamaño-frecuencia. Haskins (1950) entre otros, señala que las subdivisiones de la casta obrera pueden definirse como las modas en las curvas de tamaño-frecuencia; la tendencia hacia el desarrollo de más de dos modas es rara (Wilson, 1958).

Con los estudios sobre el tema se observa que, poco a poco, se registran más especies polimórficas que monomórficas, Emery, Forel, Wheeler, tanto como Wilson (1958), apoyan esta idea, mientras Gray (1953) no está de acuerdo con ellos y habla de que la mayoría de las especies de Myrmecia presentan monomorfismo, aunque las obreras muestren una gran variación en el tamaño.

Los cambios alométricos pueden afectar a todos ó a cualquiera de los rasgos de las estructuras alométricas incluyendo tamaño total, forma, quetotaxia, número de omatidios, detalles de escultura y depósito de pigmentos.

2.2 Factores determinantes.

Actualmente se sabe que las reinas y las obreras son genéticamente similares y que la casta de cada hembra está determinada por el alimento recibido durante su estado larval. En muchos experimentos se observa que el estado larval tiende a producir ordinariamente obreras "minor", que es lo que sucede generalmente en los comienzos de la fundación de cada colonia, mientras que las formas bien alimentadas que corresponden a cuando ya está bien establecida la colonia, produciendo "mayor" ó reinas (Light, 1943) (en Wilson, 1958).

Otro factor que puede influir en la formación de determinado tamaño de obrera, es la existencia de feromonas como lo observa Gregg (1942) en termitas, donde las colonias que contienen solo "mayor" producirán significativamente menor proporción de nuevas "mayor", que aquellas que contienen solo "minor", por lo que postula la existencia de una feromona secretada por la "mayor" que inhibe la producción de miembros adicionales a su propia casta (Wilson, 1958).

Otro factor relacionado con la alimentación lo observa Brian con Myrmica rubra y sugiere que es el tamaño mayor y la corpulencia de las larvas de las reproductoras y de las obreras "mayor", lo que les favorece el tener más "poder de regateo" durante el cambio trofoláxico con las obreras adultas, pudiendo así acelerar su propio crecimiento. Algo seme

jante observó Weber (en Wilson, 1958) con Atta cephalotes en donde las larvas más grandes fueron separadas de las más pequeñas, éstas eran alimentadas con frecuencia por las obreras a las que les eran más atractivas por tener secreciones grasosas más abundantes y por sus vigorosos movimientos.

Ahora bien, ¿en que momento surge esta división en el desarrollo de la larva para formar la casta reproductora y la casta obrera, y en esta última, para formarse las "menor" o las "mayor"? Ledoux (1950) (en Wilson, 1958) observó en Oecophylla longinoda que el tiempo crítico de la divergencia entre reinas y obreras es tempranamente en la vida larval, mientras que la divergencia entre la "mayor" y la "menor" es durante el segundo estadio larval; así pasando la segunda ecdisis, la larva de cualquier edad puede separarse en tres tamaños que corresponden a las reinas, a las obreras "menor" y a las obreras "mayor".

2.3 Consecuencias ecológicas del polimorfismo.

Hablar sobre la relación entre la estructura y el comportamiento dentro del Reino Animal es muy difícil, sin embargo, en los insectos el comportamiento está más relacionado y directamente influenciado por la morfología (Topoff, 1971).

El resultado adaptativo del desarrollo del polimorfismo en la hembra es la división del trabajo en la colonia; en la mayoría de las hormigas, la casta obrera y la de la reina han asumido funciones diferentes que son mutuamente exclusivas. Esta adaptación se ha obtenido por diferentes medios con varios resultados, pero este hecho no tiene el efecto general dentro de las hormigas de incrementar la complejidad de la organización social.

es un carácter filogenético avanzado, además de que no confiere superioridad selectiva sobre especies monomórficas competitivas (Wilson, 1958).

Según Buckingham (1911), Chen (1937), y Lee (1938) (en Wilson, 1958) cualquier obrera es capaz de hacer cualquier tarea normal y cambiar sus preferencias de trabajo con la edad, sin presentar un cambio físico en la casta, en las especies que presentan alometría monofásica.

En especies polimórficas con estados intermedios, se observa que: las "mayor", realizan principalmente la defensa y excavaciones del nido; las "medium" principalmente se dedican a forrajear, y las "minor", al cuidado de la cría y de la reina generalmente. (Wilson, 1958).

En el polimorfismo extremo, como lo son las especies con alometría trifásica y con dimorfismo completo, se presenta una especialización mayor con un número limitado de tareas, por ejemplo, las obreras "mayor" del género Pheidole, presentan una cabeza muy alargada y funcionan como cortadoras de carne, la "mayor" de Paracryptocerus y Camponotus tienen la cabeza en forma de escudo, con la cual tapan la entrada del nido (Wilson, 1958). Resumiendo se puede decirse que, cuanto más polimórfica sea una especie de hormiga, habrá una mayor especialización en el trabajo a desempeñar por la subcasta dentro del nido.

El polimorfismo también tiene como consecuencia el aumento de la adaptabilidad de la especie a las condiciones locales de un ambiente heterogéneo, lo que se manifiesta en una expansión de su área; para lo cual no se utilizan formas genéticas separadas, sino compatibles entre sí y con superación parcial, aunque sí se presentan variaciones locales en

sus respectivas frecuencias, debido a la falta de uniformidad geográfica en las condiciones de selección (Margalef, 1974).

Es decir, este polimorfismo social, único en la evolución orgánica, está en función de la diferenciación de formas y contribuye al valor selectivo de la colonia como un todo sin observar los valores selectivos como individuales. Y así, la colonia de las hormigas procede como un superorganismo, que es la unidad básica en la cual opera la selección natural; y el polimorfismo, dado por la serie de crecimientos alométricos, actúa como el proceso morfogenético fundamentando la diferenciación somática de este superorganismo. Este polimorfismo, que es un estado avanzado de la diferenciación somática, puede incrementarse o reducirse, dependiendo de las necesidades inmediatas impuestas por el medio ambiente (Wilson, 1958), relación con la alimentación.

Además, Wilson señala que el polimorfismo de una especie posiblemente comience por el simple mecanismo de cambiar la alometría internidal a intranidal, lo que se efectúa por un incremento en la variabilidad del tamaño de colonias individuales.

Ejemplificando la diferencia en el comportamiento entre especies polimórficas y monomórficas con hormigas guerreras en el trabajo hecho por Topoff, (1971), tenemos a Neivamyrmex nigrescens y a Eciton hamatum como especies polimórficas, y Aenictus laeviceps como monomórfica; las tres tienen ciclos de comportamiento donde hay una etapa de invasión y otra de asentamiento: Neivamyrmex ataca del anochecer al amanecer, Eciton del amanecer al anochecer, y Aenictus, puede atacar a cualquier hora del día o de la noche; éste comportamiento se basa en el grado de diferenciación de la estructura de la obrera en cada especie.

En Eciton y Neivamyrmex Topoff (1971) lanza la hipótesis, que tanto las larvas como los adultos difiriendo en morfología, pueden poseer también diferencias en los niveles de excitabilidad y en el umbral de respuesta a la luz, estímulos químicos y táctiles, por lo que responden desigualmente a los estímulos, provocando un grado relativamente bajo de comunicación en todo el nido, necesitando un estímulo fuerte y prolongado para levantar el nivel de excitación de la colonia.

A diferencia con las anteriores, A. laeviceps es de tamaño pequeño, la larva presenta tipos de estímulo equivalentes al de las obreras y las obreras responden uniformemente a las larvas, por lo que es más uniforme la comunicación. El resultado de estas similitudes en sus propiedades estructurales y funcionales en la cría y en los adultos, provoca que cualquier excitación se extienda rápidamente por todo el nido y se presenten frecuentes invasiones.

Las "minor", en las guerreras polimórficas, se dedican a cuidar a la cría (al acampar), aunque también pueden intervenir en la invasión. La obrera "medium" es la más abundante y realiza todas las actividades de la colonia debido a su tamaño y fuerza (en Eciton por ejemplo, el tamaño relativo de las patas de esta obrera facilita su papel en la invasión y en la emigración). Las "mayor" defienden a la colonia aunque torpemente pueden transportar alimento.

2.4 Grados de Polimorfismo.

La casta obrera muestra todas las transiciones entre el monomorfismo y la alometría elaborada, logrando así una total subdivisión de la casta en "mayor" y "minor", este dimor

fismo o total bimodalidad por la eliminación de los intermedios, es una condición secundaria y se ha producido a lo largo de la evolución de las Formicidae.

Primeramente se presenta la segregación entre la reina y la casta obrera, y del mismo modo después se subdivide la casta obrera. Esto se deduce porque todos los taxa de hormigas, hasta las primitivas Amblyoponini y Myrmeciinae, muestran un suave dimorfismo entre la reina y la obrera como un carácter primitivo; y hasta en los grupos más evolucionados como las Dolichoderinae con Dolichoderus, las obreras y las reinas son tan similares que solo se diferencian por los ovarios, las alas, y el alitrongo muy desarrollado (Wilson, 1958).

Anteriormente se mencionó que la cabeza (tamaño y forma) no participa en la separación entre obrera y reina, pues hay especies polimórficas en que la "mayor" sobrepasa el tamaño de la cabeza de la reina, pero sí hay diferencias entre estas castas en las estructuras de la misma como son: en la reina, el mayor número de omatidios, la presencia de 3 ocelos y la quetotaxia cefálica generalmente reducida; en la obrera, generalmente hay uno o ningún ocelo y en los grupos más evolucionados se presenta una expansión de los lóbulos occipitales.

En esta primera separación de las hembras, es la obrera "minor" la que se establece, y se ha observado que las reinas retienen la dentición elemental de la obrera, la cual está ausente en las "mayor", como sucede en las especies granívoras.

En la Subfamilia Dolichoderinae, el polimorfismo de la obrera ha aparecido por lo menos dos veces y hasta posiblemente tres, presentándose en Tapinoma, Azteca y Zatapinoma;

aunque también se encuentra el monomorfismo en el género Aneuretus de la Tribu Dolichoderini, que son consideradas como las dolícoderinas más primitivas.

Este resultado del incremento en la variabilidad del tamaño fenotípico normal basado en el genotipo limitado, poseído por una sola colonia explica cómo y por qué el polimorfismo de la obrera aparece en los grupos de hormigas independientemente y algunas veces seguidas por las mismas tendencias (Wilson, op. cit.).

Wilson, (1976) señala 5 cambios evolutivos en la alometría y en las curvas de tamaño-frecuencia que pueden llevar a la formación de subcastas y son:

(1).- Monomorfismo.- Cuando las obreras de la colonia son isométricas ó con una variación muy limitada y su frecuencia es unimodal. En la mayoría de las especies monomórficas, este es un carácter primario, pero puede suceder que sea secundario cuando filogenéticamente se desarrolló el polimorfismo y después se elimina una parte de la variación del tamaño; un ejemplo se presenta en Gray (1973) con Myrmecia froggatti y M. varians que presentan un tamaño muy limitado entre las obreras, con modas de 2.25-2.63 mm.

(2).- Alometría monofásica.- Aquí hay una variación débil no isométrica y se extiende en un rango corto en la variación del tamaño que es unimodal. Hay evidencias que indican que los extremos de esta variación pueden funcionar como subcastas, Alpatov (1924 en Wilson, 1976) observa la división del trabajo en la hormiga europea Formica rufa. Esto se debe aparentemente al desarrollo tardío del estado polimórfico, lo que incrementa la dispersión de la curva tamaño-frecuencia y se observa la marcada tendencia hacia la bimodalidad; se dice que tales especies tienen un polimorfismo elemental.

(3).- Alometría difásica.- Aquí ya se presenta la bimodalidad en la curva tamaño-frecuencia, traslapándose por presentar gran cantidad de individuos "medium". En este momento se estabiliza la "minor", y al mismo tiempo se establece el inicio de una muy diferente en tamaño, "la mayor". Ejemplos, Atta sp y Anomna nigricans.

(4).- Alometría trifásica.- Se presenta una marcada bimodalidad con muy pocos intermediarios, y el resultado es la estabilización en las proporciones del cuerpo de las dos subcastas, "mayor" y "minor". Evolutivamente, este cambio puede provenir de la alometría difásica o directamente de la monofásica. Wilson y Taylor (1964 en Wilson, 1976) encuentran este tipo de polimorfismo en una colonia de hormigas del Mioceno de Oecophylla laekeyi, observando que el patrón de subcastas ha persistido sin cambios en un periodo de 10 millones de años. Otros ejemplos son: Pheidole rhea, Camponotus abdominalis, Oecophylla smaragdina, etc.

(5).- Dimorfismo completo.- Se presenta en las especies dos clases de tamaño separadas completamente, cada una con un equilibrio constante siendo casi isométricas. Ya bien establecido el dimorfismo, las dos subcastas resultantes pueden diverger fuertemente en algunas partes del cuerpo. El dimorfismo completo, sólo se expresa en un carácter, por ejemplo, en un mismo animal puede haber una estructura con dimorfismo completo y al mismo tiempo presentar otra con alometría monofásica. Géneros que se encuentran en este grupo son: Olygomymex, Zatapinoma y Pseudolasius, entre otros.

II. ANTECEDENTES

"Hay otras hormigas que llaman Neguázcatl; que quiere decir hormigas de miel; críanse debajo de la tierra, y traen en la cola una vejiguita redonda, llena de miel; es transparente ésta vejiguita como una cuenta de ámbar; es muy buena ésta miel, y cómenla como la miel de abejas".

"Hay otras que se crían en tierras frías; son pequeñuelas, son negras y muerden, y sus huevos son blancos, en algunas partes las comen, y por eso las llaman Azcamolli"

Fray Bernardino de Sahagún.

En México, como en otras partes del mundo, los insectos han llegado a formar parte de la dieta humana motivo por el cual, han atraído la atención de gente que, de una u otra forma, se interesan sobre temas relacionados con la alimentación y la nutrición.

Algunos tipos de insectos comestibles (Conconi & Bourges 1977, Pino 1978) consumidos en nuestro pueblo, uno de los que presentó mayor cantidad de proteínas, que pueden ser aprovechadas por el hombre, fué la hormiga conocida como "escamol" o "azcamolli", cuyo nombre científico es Liometopum apiculatum Mayr (Hymenoptera Formicidae).

Con base en lo anterior, surgió la idea de realizar un estudio encaminado a conocer algunos aspectos de la biología y la ecología de esta hormiga, tales como el polimorfismo

de las obreras en las sociedades adultas y el número de estadios larvales por los que pasa antes de alcanzar el estado adulto; datos que irán dando herramientas para poderlas cultivar masivamente, siendo la autora de éste proyecto la Dra. Julieta Ramos Elordy de Conconi.

Sin embargo, se ha de recalcar que, aunque a éste insecto se le haya encontrado un cierto valor alimenticio, no deja de ser importante por sí solo; es de gran valor biológico estudiarlo, así como conocer su papel dentro del ecosistema del que forma parte.

III. OBJETIVOS

- 1.- Determinar el número de estadios larvales de Liometopun apiculatum, con base en mediciones del diámetro de los estigmas y la longitud de las mandíbulas.
- 2.- Determinar el grado de polimorfismo, mediante un estudio morfométrico, en la casta obrera de L. apiculatum.

IV. METODOLOGIA

Para llevar a cabo el estudio fue necesario abrir nidos de L. apiculatum con objeto de coleccionar a la cría (huevos, larvas y pupas) y a las obreras adultas que se encontraban dentro del nido.

Las localidades de colecta corresponden a dos zonas de estudio que fueron trabajadas por Cuadriello (1980); una de ellas fué Tlancaalco, Hgo. en donde se colectó un nido, la otra fué en Tlaltenco, Edo. de México, en donde se abrieron cuatro nidos, siendo en total cinco los nidos estudiados.

Las colectas se hicieron de Octubre de 1979 a Marzo de 1980, entre las 12.00 y las 15.00 hr.

Con los nidos colectados se formaron dos grupos: 1) Los que ya habían sido abiertos con anterioridad y 2) Los que se abrieron por primera vez. Tres nidos correspondieron al 1er. grupo y dos al 2º.

La colecta de la cría se hizo sacudiendo la trabécula en una bolsa de plástico, y las hormigas que quedaban en el suelo, se recogieron con cuchara o con la mano.

Las obreras adultas se coleccionaron a mano y con pincel cuando las colectas se hicieron en los caminos y en las plantas. Estas se colocaron en frascos con alcohol al 70% debidamente etiquetadas con los datos de lugar, fecha y colector.

En el laboratorio se colocó la cría en frascos con alcohol al 70%, después de ser lim

piado el material de tierra y trabéculas.

Para el estudio de las larvas se hizo lo siguiente:

1.- Con la ayuda de un microscopio estereoscópico las larvas se agruparon por esta dios semejantes. Los dos estadios fáciles de distinguir fueron el primero, por presentar el tamaño más pequeño y carecer de sedas en la superficie del cuerpo; y las prepupas, que son larvas que han llegado al máximo de su desarrollo y que en su interior se distingue ya a la pupa. Los estadios intermedios se separaron a groso modo tomando en cuenta la for ma, pilosidad y tamaño de la larva. Por este motivo, de las cinco colonias colectadas se escogieron tres, las cuales presentaron todos los tamaños.

2.- Cada grupo se colocó en hidróxido de potasio al 10% sobre una parrilla a 40°C. durante 24 hr: si en ese trimpo no se aclaraban, se les cambiaba la potasa y se dejaban nuevamente en la parrilla hasta que fuera necesario.

3.- Ya limpias, se pusieron en agua destilada durante 10 minutos, después se pasa ron a lactofenol donde permanecieron 10 minutos.

4.- Posteriormente, fueron colocadas sobre el portaobjetos con una gota de lactofenol en grupos de 4 larvas; se les colocó el cubreobjetos y se selló con barníz de uñas. Para ayudar a su fácil localización, se pintó bajo el portaobjetos un círculo que contenía a cada grupo de larvas.

5.- Con la adaptación de un micrométrico al microscopio, se midió, para cada colonia, la longitud de las mandíbulas y el diámetro de los estigmas de 20 larvas, por cada

grupo. Wheeler y Wheeler (1952 en Darchen, 1978) señalan que hay que tomar el diámetro del primer par de estigmas (el mesotorásico). En L. apiculatum los estigmas van aumentando de tamaño del primero al tercer pares, y de ahí comienza a disminuir el tamaño de los restantes; además, en el primer estadio, no se observan los primeros dos pares de estigmas, por eso se tomaron las medidas del primer y tercer pares de estigmas.

Hay ocasiones en que en una misma larva se puede observar el diámetro del estigma del estadio presente y el del estadio anterior. A pesar de que las dimensiones son muy aproximadas entre los diferentes estadios, con esto puede ser apreciada la exactitud de las medidas (Darchen, 1978).

6.- La medición de las mandíbulas es difícil de tomar, dado que al hacer las preparaciones la posición que toman éstas no siempre es la adecuada para su medición, por lo que se toma la medida de la mandíbula que mejor quede expuesta, como en el caso de los estigmas.

7.- Se dibujaron las larvas de cada estadio encontrado.

Para el estudio del polimorfismo de las obreras adultas se midió con el microscopio de disección y el ocular micrométrico, el ancho mayor de la cabeza, justo detrás de los ojos. De cada colonia se midieron 250 hormigas tomadas al azar del frasco que las contenía.

Después de la conversión de las medidas obtenidas se graficaron los datos de las larvas y de las obreras adultas, trabajándose los datos estadísticamente. Se agruparon las obreras en clases, se obtuvo la frecuencia absoluta y relativa, haciéndose un histograma

con su respectivo polígono de frecuencia relativa para cada nido, graficando la longitud del ancho de la cabeza en milímetros contra la frecuencia.

V. RESULTADOS

Como se señaló líneas atrás, tres de los cinco nidos en los que se hicieron observaciones para éste estudio, ya habían sido abiertos con anterioridad, por lo que es importante mencionar algunos antecedentes de los mismos:

NIDO I.- Fecha de muestreo: Marzo de 1980. El nido ya había sido abierto un año antes en la misma fecha, en esa ocasión se encontró abundante escamol. Cuando se abrió para este estudio, se apreció que las hormigas habían cambiado el nido a 10 m. de distancia del sitio original, encontrándose un nido pequeño únicamente con estados inmaduros y adultos de obrera.

NIDO II.- Marzo de 1980. El año anterior a esa fecha se abrió y se encontró escamol sólo de macho; al examinar el nido por segunda ocasión se detectó a 10 m. de distancia del sitio original y se halló muy poco escamol.

NIDO III.- Marzo de 1980. Este nido no había sido abierto con anterioridad, era muy grande y contenía gran cantidad de escamol; el tamaño de la hormiga obrera era a simple vista más grande que las anteriormente colectadas. De éstos tres nidos se colectaron también hormigas obreras en las plantas, y en el nido III, éstas eran más chicas que las

colectadas dentro del nido y eran un poco más oscuras, las hormigas del nido tenían el abdomen más expandido lográndose apreciar zonas claras correspondientes a las uniones de los segmentos.

NIDO IV.- Fecha de muestreo: Octubre de 1979. En abril, seis meses antes, había sido abierto y en esa ocasión se encontraron larvas y pupas de obreras y reproductores; en Octubre el nido estaba a 1-2 m del sitio original, contenía poco escamol de machos y gran cantidad de machos alados.

NIDO V.- Fecha de muestreo: Mayo de 1979. La colecta la hizo Cuadriello, fué el nido de mayor talla encontrado durante éstos dos trabajos, y las pupas de sexuales eran pocas, habiendo una gran cantidad de reproductores adultos.

Estadios larvales.

Las diferencias en cuanto a forma, tamaño y pilosidad de las larvas, hacen distinguir fácilmente los tres primeros grupos; de un cuarto grupo con características similares, se escogieron las larvas de mayor tamaño que anteceden a la pupa y aparte de ellas quedó un grupo de larvas de tamaño más chico, y es así que se formaron dos grupos más (Figura 1). Estas diferencias son:

1º grupo de larvas.- Representan el tamaño más pequeño encontrado; tienen 4 pares de estigmas decreciendo en tamaño (que corresponden al 3º, 4º, 5º y 6º par); carecen de sedas en el cuerpo excepto alrededor del 3º par de estigmas (primero en éste caso). Esta última característica se presenta en todos los estadios subsecuentes.

2º grupo de larvas.- Son de mayor tamaño que el grupo anterior; se observan 2 pares

de estigmas antecediendo a los 4 pares anteriormente mencionados; presentan en el cuerpo escasas sedas cortas.

3º grupo de larvas.- Su forma es más alargada; presentan pilosidad abundante y son éstas sedas mucho más largas que en el grupo anterior.

4º y 5º grupo de larvas.- Son más robustas que las anteriores; con muy pocas sedas cortas en el cuerpo.

De las tallas encontradas para los estigmas y mandíbulas se habla a continuación:

El cuadro 1, se presentan las medidas del primer par de estigmas, en el cuadro 2, las obtenidas para el tercer par de estigmas. En éste caso, se toma directamente la medida obtenida como marca de clase, colocándose horizontalmente en el cuadro, y en forma vertical, se señalan los 5 grupos de larvas propuestos; en el cuadrante se anota la frecuencia de cada tamaño encontrado para cada grupo de larvas.

Así, se tiene que para el primer par de estigmas son 8 los tamaños registrados, en un rango que va de 4 a 20 micras, y se comprenden cuatro grupos de larvas. Además se observa que cada tamaño generalmente corresponde a un solo tipo de larva, y que en el caso de que ese mismo tamaño se presente en dos grupos de larvas, siempre domina la frecuencia en uno de ellos.

Para el tercer par de estigmas, son 7 los tamaños registrados, presentando un rango que va de 18 a 30 micras, correspondiendo a los 5 grupos de larvas. En general, se observa que un mismo tamaño es compartido por tres grupos de larvas y que se presentan las fre

cuencias más altas dentro de un mismo tamaño para dos grupos de larvas.

Los datos de los estigmas se presentan simultáneamente en la Gráfica 1, que de hecho se forma con 5 gráficas, una para cada grupo de larvas; y cada gráfica está compuesta de dos histogramas, correspondiendo los del lado izquierdo al primer par de estigmas y los de la derecha a las medidas del tercer par de estigmas. De ésta manera, al tener las gráficas sobrepuestas, se pueden comparar los tamaños registrados para cada grupo de larvas y ver si éste varía conforme la larva pasa de un estadio a otro.

Las columnas de cada grupo de larvas correspondientes al primer par de estigmas se ven más distanciadas en comparación con las del tercer par, en donde por haber un rango menor de tamaño, las barras de distintos grupos de larvas coinciden en la misma área.

Estos datos nos encaminan a obtener el promedio a la desviación estandar de las medidas alcanzadas para cada estigma en los diferentes grupos de larvas (Cuadro 3 y 4). Estos datos al pasarlos a papel milimétrico (Gráfica 2) dan una visión más clara de la variabilidad del tamaño de los estigmas en cada estadio.

Al observar los datos para el primer par de estigmas, vemos que el diámetro del estigma aumenta conforme avanza el estadio larval. Para el segundo estadio este estigma presenta un tamaño muy constante y para los otros estadios la talla del estigma varía dentro del mismo estadio, aunque estas áreas de variación no llegan a traslaparse con la de los otros estadios.

Con respecto al tercer par de estigmas, se observa que el tamaño promedio registrado

para cada estadio sí varía, pero poco si se compara con el caso anterior; y como cada estadio presenta variabilidad en el tamaño de dicho estigma, sus desviaciones estándar se sobreponen, como el 1º con el 2º estadio, y el 3º con el 2º y el 4º estadio, excepto con las medidas del 5º estadio, las que, aunque varían, no comparten tamaños con el estadio cercano.

De la misma manera que los estigmas, se analizan los datos de las mandíbulas. En el cuadro 5 se anotan las frecuencias de cada tamaño encontrado para cada estadio, registrándose 22 tamaños, que se comprenden entre 18 y 60 micras. Aquí se aprecia un rango mayor de tamaño, en comparación con los registrados para los estigmas.

Se observa en la Gráfica 3, que en solo tres ocasiones un mismo tamaño es compartido por dos estadios, y que aunque varía el largo de las mandíbulas dentro de un mismo estadio se observan claramente que los tamaños forman grupos según el estadio correspondiente.

Al obtenerse la media y la desviación estándar (Cuadro 6) para cada estadio y representarse éstos datos en la Gráfica 4, se aprecia que el tamaño de las mandíbulas varía en cada estadio, que cada estadio presenta un rango de tamaño característico, y que éste rango es menor en los dos primeros estadios, en comparación con los de los tres últimos estadios, sin embargo, sus áreas de variabilidad nunca llegan a sobreponerse.

Polimorfismo.

Con la medida del ancho de la cabeza de los individuos de los nidos muestreados, se delimita un rango que incluye a la obrera de mayor talla (1.672 mm) y la más pequeña encontrada (0.750 mm), con una diferencia entre ambos tamaños de 0.922 mm. A continuación se

estableció un intervalo de 0.051 mm, que permitió definir 19 límites de clase con su respectiva marca de clase, datos que se incluyen en el Cuadro 7. Una vez obtenido el límite de clase, se calculó la frecuencia absoluta y la frecuencia relativa para los tamaños de los individuos procedentes de todos los nidos.

Se manejaron 1250 hormigas correspondientes a los 5 nidos muestreados más 375 obreras colectadas fuera del nido (en plantas), dan un total de 1625 obreras todas ellas se midieron a fin de determinar el tipo de polimorfismo que se presenta en Liomeyxopun apiculatum.

Los datos comprendidos en el Cuadro 7 se interpretan en la Gráfica 5, donde se presentan los histogramas de los 5 nidos muestreados, dándosele el número I al nido donde se registró mayor cantidad de obreras chicas, hasta el nido con el número V que fué el que presentó las obreras de mayor tamaño así como la mayor cantidad de obreras de gran talla.

Para cada gráfica se señala en el eje de las X, el ancho de la cabeza en milímetros, con la marca de clase correspondiente, y en el eje de las Y al lado izquierdo queda señalado, la frecuencia absoluta, que se representará por medio de barras, y al lado derecho la frecuencia relativa que se interpretará con puntos sobre las barras.

NIDO I.- En el histograma puede observarse que hay una mayor frecuencia de hormigas de tamaño pequeño por lo que la curva se encuentra cargada hacia el lado izquierdo y ya en la primera clase se presenta una frecuencia relativa (%) del 10%, a partir de esa primera clase el % oscila desde un 6.4% hasta un 14% (en la clase 8) y se observa que a partir de ella empieza a descender gradualmente, para terminar en la-clase 13 con un 0.4% .

NIDO II.- En este caso el primer tamaño de hormiga se presenta con un % bajo (1.2%) empieza a aumentar gradualmente la frecuencia en las clases siguientes, oscilando entre 6% y 10% (clase 8) y a partir de aquí aumenta a un 15.6% que es el % correspondiente a las clases 9 y 10, para bajar después en las siguientes clases hasta un 3.2% (clases 11, 12 y 13).

NIDO III.- Como podrá observarse en este nido las primeras 7 clases comienzan con frecuencias muy bajas, presentándose en la clase 4 de 3.6% que es el más alto alcanzado; a partir de la clase 8 la frecuencia relativa de individuos aumenta hasta llegar a un 16% y un 18% para la clase 12, en la clase 13 baja levemente la frecuencia para alcanzar en la clase siguiente apenas un 3.6%.

Considerando la misma gráfica, se puede hacer una separación de tamaños según la frecuencia presentada: de la clase 1 a la 7 se agrupan las hormigas más pequeñas, y de la clase 8 a la 14 las hormigas de mayor tamaño. Además, la primera zona queda comprendida una población del 12% en 7 clases, mientras que en la segunda zona, con el mismo número de clases, contiene el 87.2% de la población total.

NIDO IV.- El análisis de éste nido es el siguiente: aquí el tamaño más pequeño de hormiga encontrado está comprendido en la clase 3 con un 0.8% y el más grande se incluye en la clase 16 tan solo con un 4%. Además es interesante señalar que los individuos comprendidos entre las clases 3 y 8 podrían constituir una primera población, y una segunda entre las clases 9 y 16.

En la primera población hay un punto que sobresale con un porcentaje de 9.6%, mienu

tras que los datos más altos que lo rodean presentan a la izquierda en la clase 4 un 4.8% y a la derecha en la clase 7 un 3.2%, alcanzándose un porcentaje general de 21.2% comprendido en 6 clases.

La segunda población señalada comienza con una frecuencia de 6.4% aumentando gradualmente en las siguientes clases hasta la 13, que viniendo de un 14.4% llega a ser de 26.8% bajando a la siguiente clase a 6.4% y dos más (en la 16) termina con un 4%. Esta segunda zona formada con 8 clases, alcanza un alto porcentaje, 78.8%. Es pertinente aclarar que en éste nido los primeros tamaños de hormigas se consideran desde la clase 3, por lo que se trabaja en realidad con 14 clases.

NIDO V.- Como puede apreciarse en ésta gráfica, el tamaño más pequeño de las hormigas se incluye en la clase 2, con un 1.6%, luego en la 6 tiene una frecuencia de 4% y en la 9 el porcentaje baja hasta un 1.2%; a partir de la 10 empieza a incrementarse la frecuencia desde 1.6% hasta un 14.8% manteniéndose más ó menos constante tres clases más (clases 13, 14 y 15) y luego sube hasta un 16% en la 16, para después descender en la siguiente clase a un 2%.

Al igual que en el caso anterior, pueden definirse dos zonas. En la primera zona observada quedan comprendidas 8 clases con un porcentaje de hormigas de 16% y la segunda zona, formada desde la clase 10 hasta la 19, con 9 clases comprende un 84% de la población de obreras para éste nido.

Las medidas tomadas a las hormigas que se colectaron en las plantas, fuera del nido, (NIDOS I, II, y III) se incluyen en el cuadro 8, y se complementan con los datos de las

hormigas del interior del nido. De ésta manera, se puede establecer una comparación en cuanto a los tamaños de hormigas que se encuentran dentro del nido y fuera del mismo (Gráfica 6).

Debido a que el número de individuos obtenidos fuera del nido no llegó a 250, el número de hormigas por medir se estandarizó a 125, por lo que en éste caso se hace más necesario trabajar con frecuencias relativas.

En virtud de que la información sobre las hormigas colectadas dentro de los nidos ya se dió, aquí solo se presentan los resultados de las medidas de las hormigas fuera del nido, comparándose los datos de ambas curvas, tanto para las mediciones de las hormigas del interior del nido como de aquellas colectadas fuera del mismo.

Hormigas de la planta:

NIDO I.- En la gráfica 6, se observa que el tamaño de las hormigas fuera del nido para las 8 primeras clases sigue en general la misma proporción que el encontrada para las hormigas de dentro del nido. Sin embargo en la 9 es marcada la diferencia de ese tamaño con el número de hormigas que se encuentra dentro del nido, y las que salen de él, lo mismo pero en menor grado se observa en la 10; en la clase 11 es mayor la proporción de las hormigas de ese tamaño que salen del nido que las que se encuentran dentro.

NIDO II.- Considerando las tres primeras clases, puede apreciarse que es igual el porcentaje de hormigas de ese tamaño que están dentro del nido y las que están en la planta; para las clases de la 4 a la 8 (principalmente 5 y 8) los tamaños se encuentran mejor

representados fuera del nido que adentro; por el contrario los tamaños de la clase 9 y 10 se encuentran en mayor proporción dentro del nido que fuera de él.

Si se presta una particular atención a los polígonos de frecuencia de la gráfica, se pueden observar 3 zonas: la primera comprende a las tres primeras clases donde se puede decir que se alinean los polígonos, la segunda, la cual abarca de la clase 4 a la 8, donde la proporción de las hormigas de esa talla es mayor en la planta que dentro del nido; y tercera, que cubre de la clase 9 a la 13 en donde se invierte esta situación.

NIDO III.- Para este caso se puede señalar que entre las clases 1 y 4 es un poquito mayor la cantidad de hormigas que están dentro del nido que las que se encuentran en la planta; para las clases de la 5 a la 7 va aumentando poco a poco del porcentaje de las hormigas que se encuentran fuera que las de adentro, y ya en las clases 8, 9 y 10, es mayor esa diferencia (acentuándose en la 8); las clases restantes (11, 12 y 13) en comparación con las que se encuentran dentro del nido, es muy notable pues son unas cuantas las hormigas de estos tamaños que se encuentran en las plantas, siendo en la clase 13 donde se registra la mayor diferencia, con un porcentaje de 17.2% dentro del nido y solo un 2.4% para el registrado fuera del nido.

Aquí se puede señalar la zona uno entre las clases 1 y 4, la zona dos de la clase 4 a la 10 y la zona tres a la clase 11 a la 14.

En el Cuadro 9 se incluyen los resultados de las sumas de las obreras que se encontraron en la planta, más las que se encontraron dentro del nido correspondientes en tamaño, con su respectiva frecuencia relativa. La gráfica 7 muestra el resultado de esta

sumatoria en los respectivos nidos.

VI. DISCUSION

En primer término se discuten los resultados obtenidos para los estadios larvales, y en segundo, los resultados sobre el polimorfismo de la obrera.

La época de muestreo se escogió tomando como base las observaciones hechas por Cuadriello (1980), las cuales indican que es en el mes de Marzo cuando se presentan los estados inmaduros, tanto de obreras como de reproductores. Estos datos coinciden con lo encontrado en el nido IV muestreado en Octubre, en donde solo se encontró una escasa cantidad de pupas de reproductores machos, este dato es muy importante, porque al comprobarse esto, la especie pasa a formar parte de las hormigas cuya longevidad de los machos es larga, como lo señala Lubbock (1894 y Janet 1907) para Myrmica ruginodis y M. rubra respectivamente (en Wheeler, 1965), así como lo ocurrido en el nido V, muestreado en Mayo donde tan solo se encontraron pocas pupas de reproductores.

Las características en cuanto a forma, tamaño, pilosidad y número de estigmas presentes en las larvas, hacen posible separarlas en un principio en 4 grupos, coincidiendo en lo dicho por Wheeler (1965); pues las larvas del primer estadio no presentan pilosidad o es muy escasa, y los estadios intermedios, generalmente presentan sedas muy abundantes y sobresalientes (en éste caso es en el estadio 3).

Los individuos del cuarto grupo de larvas presentan poca pilosidad y forma semejante, pero varían en tamaño, y mediante las mediciones de los estigmas y las mandíbulas permiten su separación, lo que al final originó un total de 5 grupos de larvas, bien diferenciadas, para L. apiculatum.

Las medidas obtenidas para el primer par de estigmas, muestran que hay tallas que pueden ser compartidas por dos grupos de larvas, pero que al tomar el valor de la media y la desviación estándar, cada grupo presenta una clara agrupación y un tamaño distintivo. La variación del tamaño del primer par de estigmas para todas las larvas (del 2º al 5º estadio) va de 4 a 20 micras, abarcando un rango de 16 micras; en comparación a esto, las medidas del tercer par de estigmas para los 5 grupos se comprenden en un rango de 12 micras, presentando obviamente una variabilidad menor que la presentada en el primer par de estigmas; éste tamaño va de 18 a 30 micras, siendo los valores muy similares para el primer y segundo estadio (20 micras y 20.9 micras respectivamente).

A pesar de que hay crecimiento del tercer par de estigmas en cada muda, el cual no es mucho, los rangos de variación son muy amplios para cada medida por lo que no se puede tomar este dato para la determinación del número de los estadios larvales de Liometopum apiculatum.

Wheeler menciona (en Darchen 1978), que el número de los estadios larvales en las hormigas puede determinarse mediante la medición del primer par de estigmas, por presentarse en el, mayor diferencia entre cada estadio; además por que en general presenta la mayor talla. En Liometopum apiculatum, en el primer estadio no se observa el primer par

de estigmas y el mayor tamaño lo presenta el tercer par. Razón por la cual se decide tomar las medidas de ambos estigmas. Nos damos cuenta que, aunque ésta especie presente éstas diferencias, el concepto de Wheeler es válido para ella al determinarse claramente los 5 estadios larvales con los datos del primer par de estigmas.

Igualmente, las mediciones de las mandíbulas apoyan la existencia de 5 grupos de larvas. Estos datos dan un rango de valores característico para cada grupo, aunque se observa que puede haber una variación muy amplia en la longitud de las mandíbulas de un mismo estadio, como sucede en el tercero, cuarto y quinto.

Además de los resultados del primer par de estigmas y de las mandíbulas, también los del tercer par de estigmas (único grupo de larvas que no se traslapa su rango de variación) muestran la clara separación entre el 4º y el 5º estadio; ésto es importante pues se ha señalado que son muy semejantes en cuanto a forma y pilosidad.

Este número de estadios ya se ha señalado para otra Dolichoderinae, Tapinoma erraticum (Darchen, 1980).

Hay que agregar, que éstas larvas efectúan sus diferentes mudas cuando todavía tienen un tamaño muy pequeño y es durante el 5º estadio larval que se produce el más grande crecimiento. Esto es visible en la casta de las obreras y mucho más marcado en la de los reproductores.

A éste respecto, el crecimiento larvario de L. apiculatum es comparable al de Apis mellifica, (Darchen, 1980), sin embargo, por el momento no podemos decir si como en Apis

mellifica, el determinismo de las castas se efectúa en el transcurso del 5º estadio larval o antes de él, como sucede en otras especies de hormigas, como Oecophylla longinoda en donde Ledoux (1950) (en Wilson, 1958), observa que al principio del primer estadio sucede la diferenciación de la reina, y durante el segundo estadio larval la separación de la obrera "mayor" de la "minor".

Nuestros resultados para el estudio del polimorfismo, muestran que todos los nidos presentan diferencias entre sí en cuanto a la presencia de tamaños y a la frecuencia de los mismos, sin embargo, por el hecho de que unos nidos habían sido abiertos con anterioridad, se forman dos grupos: de alterados y no alterados.

Ahora, ¿por que suponemos que de los tres nidos abiertos con anterioridad, durante nuestro muestreo se trata de los mismos de la vez anterior, si éstos no se encuentran en el mismo sitio?. Al respecto se presentan los siguientes argumentos:

1.- La primera vez en que se abrieron éstos nidos, se extrajo toda la trabécula, que contenía tanto obreras adultas como cría; al revisarse éste material en el laboratorio no se encontró a la reina, por lo que se supone que la reina (ó, reinas) se quedó en la zona del nido.

2.- Por el hecho de haberse perturbado el nido, la reina y el resto de las obreras cambian de sitio. Cuadriello (1980) observó en nidos que abría y que poco tiempo después regresaba para buscarlo, que las hormigas no se encontraban en el mismo lugar, sino que estaban dispersas bajo piedras cercanas al área del nido abierto. Tal vez ésta sea la forma en que las obreras seleccionan un nuevo lugar que les sea propicio, y encontrado

éste, vuelva a concentrarse la colonia.

3.- Por otra parte esta alteración hace disminuir considerablemente su población, de hormigas por lo que se dice que la colonia vuelve a una etapa juvenil (los datos indican que ya era madura al abrirse la primera vez), para la formación de una nueva población de la casta obrera.

4.- El que nosotros encontráramos estos tres nidos perturbados en diferente grado de desarrollo, depende de las características propias de cada colonia como la edad de la reina (Wheeler, 1965, señala que en una reina vieja, el número de huevecillos puestos por ella es menor que los que puede poner una reina joven), la fertilidad de la misma, la facilidad de las obreras de obtener alimento, el grado de perturbación que sufrió el nido, entre otros.

5.- Otra pregunta que nos hacemos es, por qué en éstos nidos hay menos obreras de talla grande que aquellas presentes en las colonias maduras. Pensamos que ésto se puede deber al hecho de que son éstas las que se encuentran en mayor cantidad dentro del nido, como se observa en las gráficas de los nidos maduros, y al no haber el tamaño grande, la función que desempeñaba ésta, tiene que ser hecho por otras obreras, siendo muchas las que se necesitan, pues hay que agregar a la tarea que realizan normalmente la de una nueva edificación del nido (como la formación de trabéculas y galerías). Por todo lo anterior pensamos que a la colonia en primera instancia, le conviene más producir hormigas de tamaño pequeño en gran cantidad, y no grandes en poca cantidad (por el hecho de que una obrera "mayor" necesita más alimento, que el que requiere una larva para la formación de

la obrera "minor").

Puesto que el conocimiento del polimorfismo para cualquier especie de hormiga se basa en los estudios de colonias maduras (Wilson, 1958), hemos de discutir en primera instancia y ésto tomarlo como base, (nidos III y V).

Los nidos III y V, muestran una distribución semejante de tamaños presentándose dos zonas en la gráfica, la de la derecha que comprende a los tamaños más pequeños con una baja población, y la zona de la izquierda que contiene el mayor número de individuos con tamaños más grandes.

Refiriéndonos al nido III, podríamos decir la primera zona que se forma con las 7 primeras clases, conteniendo un 12% de la población medida, siendo los límites del rango las medidas de 0.775 a 1.081 mm.; la segunda zona que abarca igual número de clases, contiene el 87.2% de la población con un rango que va de 1.132 a 1.438 mm.

En relación al nido V, podemos considerar que la primera zona se forma con las 8 primeras clases (el primer tamaño de hormiga encontrado para el nido III, no se reporta), su rango de tamaño va de 0.826 a 1.183 mm. con un porcentaje del 16%; la segunda zona se forma con 10 clases abarcando los tamaños de 1.234 hasta 1.693 mm. conteniendo un 84% de la población total.

Tomando los extremos del rango de los dos nidos, tenemos que el tamaño más pequeño de obrera se incluye en la marca de clase 0.775 mm., y el más grande se incluye en la clase 19 con 1.693 mm; habiendo entre éstas dos medidas una diferencia de casi un milímetro (0.918 mm). Además se observa, que es la "mayor" la que está mejor representada, consti

tuyendo la mayoría de la población, encontrándose todos los tamaños intermedios entre la hormiga más chica y la más grande. Por lo anterior podemos decir, que la obrera de Lio metopum apiculatum presenta polimorfismo, y en base a la clasificación hecha por Wilson (1958) corresponde a un polimorfismo de tipo primario, por haber intermediarios entre la subcasta "minor" y "mayor".

El patrón de frecuencia básico de los nidos maduros, se encuentra alterado en los nidos I, II y IV, siendo el menos alterado el IV y el más alterado el I.

NIDO I.- El tamaño de la hormiga se encuentra dentro de un rango que va de 0.775 a 1.387 mm., alcanzando una diferencia entre éstos dos tamaños de 0.612 mm; presenta una sola curva muy expandida y cargada hacia el lado izquierdo.

NIDO II.- Aquí se observa un cierto corrimiento de la curva hacia el lado derecho, la primer clase presenta una menor población que las subsecuentes; el rango de tamaños es igual que para el nido I, pero, la distribución de la frecuencia de los tamaños más grandes de hormiga es mayor que para el nido I.

NIDO IV.- El patrón de distribución que presenta es muy semejante al de los nidos no perturbados, la mayor frecuencia se encuentra totalmente desplazada hacia el lado derecho y su rango va de 0.877 a 1.540 mm. Los primeros dos tamaños de hormigas no se registran y la diferencia alcanzada entre la hormiga más chica y la más grande es de 0.663 mm.

Al dividir en dos zonas estos histogramas (de la clase 1 a la 7 u 8 y de ésta en adelante), como en el caso de los nidos III y V, se tiene:

N. I.- primera zona: 67.6%; segunda zona: 32.4%

N. II.- primera zona: 48.8%, segunda zona: 51.2%

N. IV.- primera zona: 21.2%, segunda zona: 78.8%

Al comparar estos datos con los de los nidos III y V, y tomando en cuenta el contenido de los nidos al ser colectados, vemos que éstos tres nidos se encuentran en diferentes estados de desarrollo: el nido I, se encuentra en etapa de formación la obrera "menor", siendo casi las tres cuartas partes de la población total medida; sin embargo, se observan hormigas de talla grande en menor proporción; en el nido II se encuentra relativamente la misma proporción entre las dos poblaciones, siendo las últimas clases (como sucede en los otros dos nidos) las que presentan las más bajas poblaciones de hormigas grandes; y en el nido IV, la proporción de la población correspondiente a las dos zonas es tan solo un poco diferente a la que se presenta en el nido maduro, pues varía la distribución de la población en la primera zona, ya que no se presentan los dos primeros tamaños de hormiga, y además por presentarse un 9.6% de la población en la clase 6 de esa zona.

De acuerdo con estos resultados, puede comentarse lo siguiente: que el nido I no ha llegado nuevamente al estado maduro de la colonia, pues no presenta una gran cantidad de hormigas grandes y, por supuesto, tampoco hay estados inmaduros de reproductores; que el nido II, ya está produciendo reproductores y que la frecuencia de los tamaños más grandes de la obrera se han incrementado; y por último el nido IV, aparte de la distribución semejante a la población a la de un nido maduro, se observa que hay producción de reproductores.

res en mayor cantidad, en comparación con el nido II, por lo que se considera que posee el mayor grado de madurez de los tres nidos mencionados.

De las comparaciones hechas entre el tamaño de la hormiga que se encuentra dentro del nido y la que se encuentra fuera del mismo sobre las plantas, puede apreciarse en la gráfica 6 lo siguiente:

Se ve que en el nido I, es muy semejante la proporción de las hormigas de un mismo tamaño, ya sea las que salen o las que se encuentran dentro del nido (desde la clase 1 a la 8), de la clase 9 en adelante permanece dentro del nido la mayor proporción de esos tamaños.

En el nido II, puede mostrarse que los tamaños de hormigas de las tres primeras clases, presentan la misma proporción tanto dentro del nido como fuera de él, pero de aquí a la clase 8 (comprendiendo 5 clases) ese tamaño de hormigas se encuentra mejor representado fuera del nido que adentro, y de la 9 a la 13 los tamaños están marcadamente mejor representados dentro del nido que afuera.

Para el nido III, la semejanza entre las frecuencias de las hormigas que salen hacia la planta y las que están dentro del nido se mantiene hasta la clase 4, en las clases 5 y 6, es un poco mayor la proporción de hormigas de esos tamaños que se encuentran fuera del nido que dentro; y de la clase 7 a la 10 es mucho mayor la cantidad de hormigas que se encuentran fuera del nido que adentro, presentándose un descenso brusco de la siguiente clase en adelante, siendo que en esos tamaños están muchísimo mejor representados dentro del nido que fuera.

Estas variantes en cuanto al número de individuos de determinado tamaño que se encuentran mejor representados dentro del nido o fuera de él, son similares para los nidos II y III, probablemente por deberse a nidos maduros, y si sólo nos fijamos en la distribución que siguen los tamaños fuera del nido basándonos en los polígonos de frecuencia de cada colonia, se observan tres zonas diferentes:

En el nido II, la primera zona se forma con las clases 1-3, donde es igual la proporción de las que salen a la planta y las que se encuentran en el nido, por lo que se alinean los dos polígonos en esa zona; la segunda zona comprendida entre las clases 4-8 (principalmente 5 y 8), los tamaños se encuentran mejor representados en la planta que dentro del nido; y la tercer zona va de la clase 9-13 donde la situación anterior se invierte.

Para el nido III, en el polígono de frecuencia de las hormigas de la planta se observan dos zonas bajas (la primera, de la clase 1-4 y la tercera, de la 11-14), y una a' intermedia (de la clase 5-10, acentuándose en las clases 8, 9 y 10).

¿Acaso esto no nos está delimitando, para éstos nidos, el rango de tamaño de las subcastas "minor", "medium" y "mayor"? dato que no se observa tan claramente con sólo muestrear el nido (gráfica 5):

NIDO II.- "minor": $\bar{x} = 0.85$ mm., "medium" $\bar{x} = 1.037$ mm., "mayor" $\bar{x} = 1.221$ mm.

NIDO III.-"minor". $\bar{x} = 0.866$ mm., "medium" $\bar{x} = 1.171$ mm., "mayor" $\bar{x} = 1.331$ mm.

Mediante esta comparación de las hormigas que se encuentran dentro o fuera del nido podemos decir lo siguiente:

- 1.- Todos los tamaños de hormigas salen del nido, aunque en diferente proporción.
- 2.- Cuando un nido no ha alcanzado la madurez total (gran producción de reproductores), se encuentra una proporción semejante de hormigas de igual tamaño de hornigas que se encuentran fuera del nido que adentro, excepto los tamaños más grandes que tienden a permanecer en mayor cantidad dentro del nido.
- 3.- Al avanzar el estado de desarrollo de la colonia, empiezan los tamaños intermedios a presentarse más fuera del nido que adentro.
- 4.- En el nido maduro, donde ya hay gran producción de reproductores, hay un tamaño intermedio entre las hormigas chicas y grandes que se encuentran en mayor proporción fuera del nido, las chicas se encuentran igualmente representadas fuera que adentro del nido; y la "mayor", está proporcionalmente mucho mejor representada dentro del nido que afuera.

Para tener una visión más clara de los tamaños (y la proporción de ellos) que puede llegar a producir una colonia de Liometopum apiculatum, se juntaron los datos del mismo tamaño de hormiga, encontrando dentro y fuera del nido. Al hacerlo, hemos encontrado (ver gráfica 7) que, en general se observa un mismo patrón en la gráfica de cada nido, pero que si se hace ésto desde el principio, es decir, juntar las colectas o los datos de los dos muestreos, no se presenta claramente el tamaño intermedio.

Tomando en cuenta todos los resultados anteriores, podríamos suponer la posible función de cada tamaño de hormiga dentro del nido.

El hecho de que un mismo grupo de tamaños se encuentre tanto dentro como fuera de la colonia, indica que pueden desarrollar diferentes trabajos, pero uno predomina, (Wilson, 1958). La "minor" de L. apiculatum se presenta en igual proporción dentro y fuera es decir, puede cuidar de la cría y acarrear alimento indistintamente. En la "medium", su principal proporción se encuentra fuera del nido, suponiendo que su principal función es la de abastecer de alimentos a la colonia. La "mayor", podríamos suponer que su función principal la realiza dentro de la colonia, y suponemos que puedan ser una de dos; al relacionarse éste tamaño con la presencia de reproductores, tal vez tengan que ver con el cuidado de los mismos, a las que les sería más fácil manejarlos por su tamaño; y aventurando mucho esta idea, tal vez esta subcasta supla la función de la "minor", por la diferencia de población tan enorme que hay dentro de las dos subcastas.

Todo lo anteriormente dicho en cuanto a la división del trabajo, deberá ser probado subsecuentemente con estudios sobre el comportamiento de cada subcasta, y con muestreos durante las 24 hrs. del día fuera del nido, para ver si no varía esta proporción de tamaños conforme la hora del día: ya que tal vez la "mayor" salga de noche, o durante el día, pero no a las plantas.

Por todo lo dicho anteriormente, observamos que hay 3 subcastas, la "minor", con una muy baja población, aunque se distingue una moda en esa zona (tal vez, esta subcasta tiende a desaparecer en la colonia madura).

La subcasta "medium" que en esta especie, se observa claramente (Nido III, Gráficas 6 y 7) representandose con una intermedia. Y por último, se encuentra una 3a. moda bien

definida, correspondiente a las "mayor".

Según la clasificación de Wilson (1958), se trata en éste caso de una alometría di fásica, por presentarse un grupo intermedio de hormigas con una gran población, además de presentar una clara división del trabajo.

Esta división del trabajo no es tajante en éste tipo de polimorfismo (Wilson 1958), así que las subcastas pueden intervenir en varias funciones, pero una ser la principal.

Los nidos que son abiertos para la extracción del escamol, obviamente se les está alterando, regresándolos a una etapa inmadura (como lo observamos en los nidos I, II y IV), y ya depende de las características de cada nido para reponerse rápidamente para el próximo año dar nuevamente escamol, aunque probablemente en mucha menor cantidad (nido II). Esta es la razón por la que dicen las personas que se dedican a la explotación del escamol, que hay escamol un año sí y otro no.

Una aplicación del conocimiento sobre el tamaño de hormiga que lleva a cabo funciones fuera del nido, es el poder determinar el estado de desarrollo en que se encuentra la colonia; si la hormiga que abandona el nido es grande, (más o menos 1.2 mm. el ancho de la cabeza) hay mucha probabilidad de que se trata de una colonia con escamol abundante.

VII. CONCLUSIONES

1.- Limetopum apiculatum presenta 5 estadios larvales, siendo el diámetro del primer par de estigmas así como la longitud de las mandíbulas, las características básicas por los que fueron determinados. Se observa que la variación del diámetro del tercer par de estigmas no es tan grande entre estadio y estadio por lo que no se puede tomar en cuenta para la determinación del número de estadios.

El número de estadios es igual para la obrera y para los reproductores y en el quinto estadio, el tamaño de la larva aumenta considerablemente en comparación con el incremento de los estadios anteriores.

2.- Las características más importantes para cada estadio larval son las siguientes:

1º estadio larval.- Presencia de 4 pares de estigmas decreciendo en tamaño, los meso y metastigmas no se observan; ausencia de sedas en el cuerpo, excepto alrededor del tercer par de estigmas (primero en este caso). Esta última característica se presenta en todos los estadios. Las medidas de las mandíbulas presentan un tamaño promedio de 20.31 micras.

2º estadio larval.- Se observan dos pares de estigmas antecediendo a los 4 pares mencionados en el estadio anterior; presentan sobre el cuerpo pocas sedas y cortas. El primer par de estigmas presenta un promedio de 4.3 micras, y las mandíbulas una longitud promedio de 28.31 micras.

3º estadio larval.- Su forma es más alargada que en los casos anteriores presentan pilosidad abundante y las sedas son mucho más largas que en el estadio anterior. El diámetro promedio para el primer par de estigmas es de 6.1 micras, y el promedio de la longitud de las mandíbulas es de 36 micras.

4º estadio larval.- Las larvas son más robustas que las anteriores, con la pilosidad semejante al segundo estadio (poca y corta). El diámetro del 1º par de estigmas es 11.9 micras, y la longitud promedio de las mandíbulas es de 47.4 micras.

5º estadio larval.- Semejante morfológicamente al estadio anterior. El diámetro del 1º par de estigmas es de 17.3 micras promedio, y el de la longitud de las mandíbulas 53.47 micras.

3.- Los datos obtenidos de las medidas del ancho mayor de la cabeza muestran en los histogramas dos zonas muy diferentes, debido a la distribución de la frecuencia, presentándose una baja población durante varias clases al lado izquierdo, y una gran población comprendida en los tamaños más grandes alcanzados por las obreras (zona del lado derecho del histograma). Para cada colonia se encuentran todos los tamaños intermedios entre la hormiga más chica y la más grande. De todas las colonias, el tamaño más chico del ancho de la cabeza fué de 0.750 mm., y el más grande de 1.672 mm.

4.- La alteración causada en las colonias, por abrir el nido para la obtención del escamol, provoca un nuevo estado de inmadures; y depende del grado de daño causado y a las características propias de la colonia, el que pueda ésta volver a formar reproductores en el próximo periodo (Marzo - Abril).

En un nido inmaduro (I) se encuentra una mayor cantidad de hormigas chicas, y conforme va aumentando en desarrollo la colonia (II, IV), comienza a haber un desplazamiento de la curva hacia el lado derecho, por presentarse poco a poco, mayor cantidad de obrera de tamaño grande, y menor cantidad de obreras pequeñas. Esta zonación queda bien definida en las colonias maduras (III y V). La presencia de escamol dentro de una colonia, siempre estuvo relacionado con obreras de la mayor talla alcanzada.

5.- Al hacer las comparaciones de las medidas de las obreras que se encuentran fuera del nido sobre plantas y las que están dentro del nido, puede notarse un tamaño intermedio, la "medium", que anteriormente en las otras gráficas no se notaba, por lo que ahora se distinguen 3 zonas: la "minor", que se encuentra en igual proporción dentro de la colonia que sobre las plantas; la "medium", que se encuentra principalmente sobre las plantas, aunque también las hay (en menor proporción) dentro del nido; la "mayor", se encuentra en mucha mayor proporción dentro del nido, suponiéndose que por estar relacionada su presencia con la del escamol, se ésta la que cuida la cría de reproductores por ser éstos de una talla mayor, ó que su función sea la de la construcción del nido.

6.- Por todos éstos datos podemos decir que Limetopum apiculatum presenta un polimorfismo bimodal, correspondiendo a la clasificación dada por Wilson a una Alometría Difásica.

7.- Para la clara separación de las tres subcastas, se recomienda muestrear: dentro del nido, fuera del mismo, y comparar los histogramas y los polígonos de frecuencia. Además para un próximo estudio sobre ésta especie se sugiere coleccionar, a varias horas del día

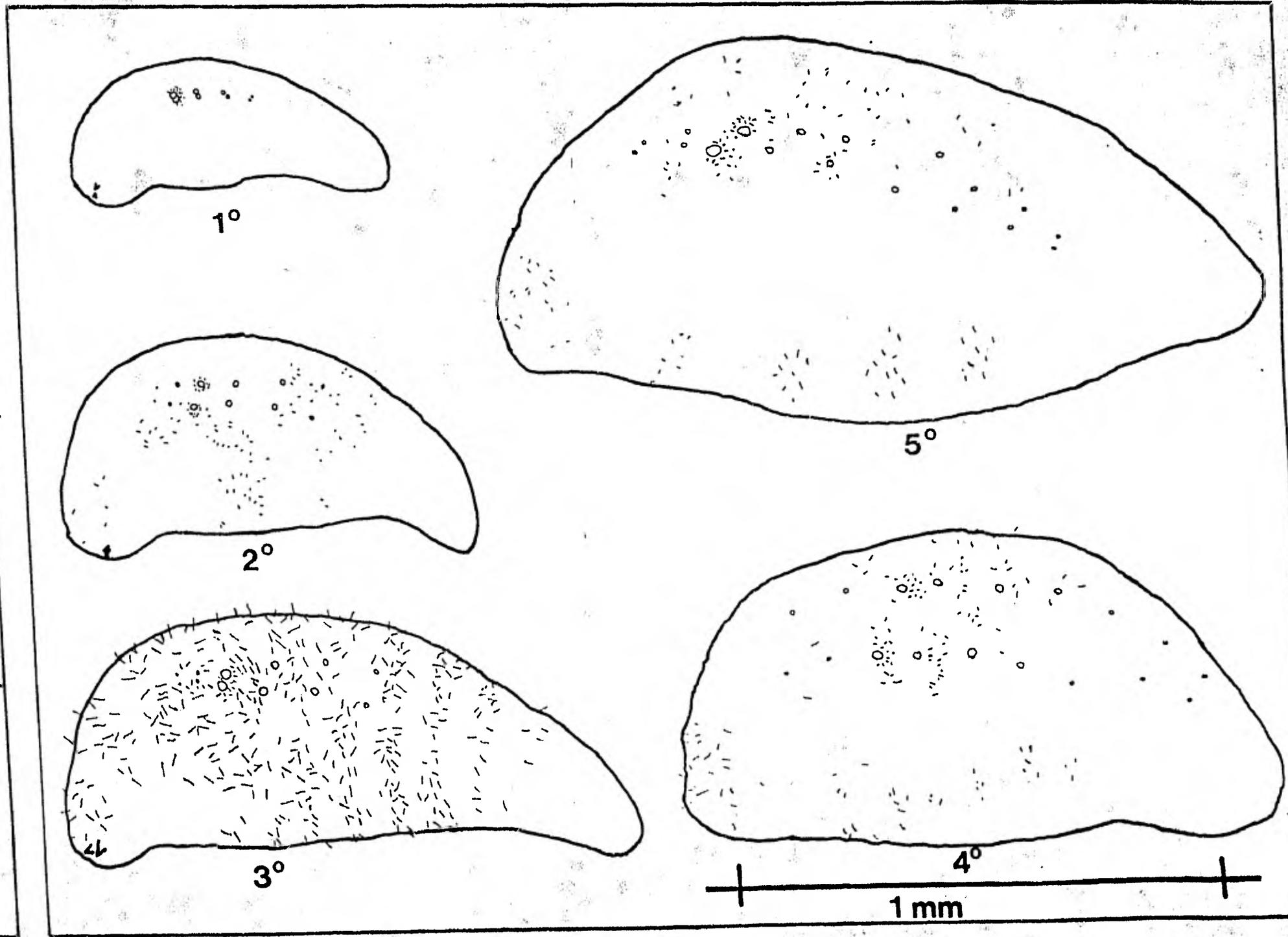
todas las hormigas que salgan del nido, para observar si cambia la frecuencia de los ta
maños de obreras que salen del nido dependiendo de la hora del día.

VIII. REFERENCIAS

- BORROR, D.J., DeLong, y Ch. A. Triplehorn., 1976. An Introduccion to The Study of Insects. Fourt Edition. Holt, Rine hart and Winston. p.p. 617-676
- CUADRIELLO, J.I.A. 1980. Consideraciones Biológicas y Económicas acerca de los escamoles (Hymenoptera, Formicidae). Tesis profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 98 p.p.
- DELAGE-DARCHEN, B. 1968. Recherches Sur Les Fourmis Moissonneuses Du Bassin a Quitain. Ecologie et Biologie. Bull. Biol. 11 (3): 352-354.
- _____ 1972. Le Polymorphisme Larvaire Chez Les Fourmis Nematocrema D'Afrique. Insectes Sociaux. XIX (3): 259-278.
- _____ 1978. Les Stades Larvaires de Crematogaster (Sphaerocrema) striatula, Fourmi Forestiere D'Afrique (Hym. Formicidae). Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.) 14 (3): 293-299.
- GRAY, B. 1973. A Morphometric Study of Workers Variation in three Myrmecia species. Insectes Sociaux. 20 (4): 323-331.
- GREGG, R.E. 1963. The Nest of Liometopum apiculatum Mayr Hymenoptera, Formicidae. University of Colorado. Studies, Ser. in Biol. (11): 1-6.
- LAW, J.H., E.O. WILSON, J.A. MACCLOSKEY. 1965. Biochemical Polymorphism in Ants. Science 149: 544-546.
- MARGALEF, R. 1974. Ecología. Omega. Barcelona. 278-279.
- PINO, M.J.M. 1978. Composición Química de algunas especies de-Insectos Comestibles del Estado de Hidalgo. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 61.
- RAMOS-ELORDUY DE C., J. Y BOURGES, H. 1977. Valor Nutritivo de ciertos Insectos Comestibles de México y lista de algunos Insectos Comestibles del Mundo.. A. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. México. Ser. Zoología. (1): 165-186.
- REZA, A. 1923. Recursos Alimenticios de México de Origen Animal poco conocidos. Hormigas de Guijes o escamoles. Mem. Soc. Alzate. 44: 1-11.

- RICHARDS, O.W. & DAVIES, R.G. 1977. Imms' General Textbook of Entomology. Tenth Edition. Vol. 2. Classification y Biology. Halsted Press. Jhon Wiley & Sons, New York. 1175-1263 p.p.
- SAHAGUN, FR. BERNARDINO. 1975. Historia General de las cosas de la Nueva España. Tercera Edición. Ed. Porrúa. México. 656 p.p.
- TOPOFF, H. 1971. Polymorphism in Army Ants related to división of labor and Colony Cyclic Behavior. The Amer. Nat. 105 (946): 529-548.
- VAN PELET, A. 1971. Trophobiosis and Feeding Habits of Liometopum apiculatum (Hymenoptera: Formicida) in the Chisos Mountains, Texas. Ann. Ent. Soc. Amer. 64 (5): 1186.
- WHEELER, W.M. 1905. The North American of Genus Liometopum. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 21: 321-333.
- _____ 1965. Ants. Their Structure, Development and Behavior. Columbia University Press. New York and London. 1045 p.p.
- WHEELER, G.C. AND WHEELER, J. 1966. The Ant Larvae of the Subfamily Dolichoderinae: Supplement¹. Ann. Ent. Soc. Amer. 59 (4): 726-732.
- _____ 1973. Ants of Deep Canyon. University of California, Riverside. 98-99 p.p.
- WILSON, E.O. 1958. The Origin and Evolution of Polymorphism in Ants. The Quaterly Rev. of Biol. 28 (2): 136-156.
- _____ 1976. The Insect Societies. Belknap Press of Harvard University 22-30, 136-165. p.p.

Figura 1.- Presenta comparativamente el tamaño, la forma y la pilosidad, de los 5 tipos de larvas (igual a número de estadios) encontrados en Liometopum apiculatum.



Cuadros 1 y 2.- Contienen los tamaños registrados para el 1º estigma (cuadro 1) y 3º estigma (cuadro 2) en cada uno de los 5 estadios larvales, y la frecuencia que presentó cada una de estas medidas.

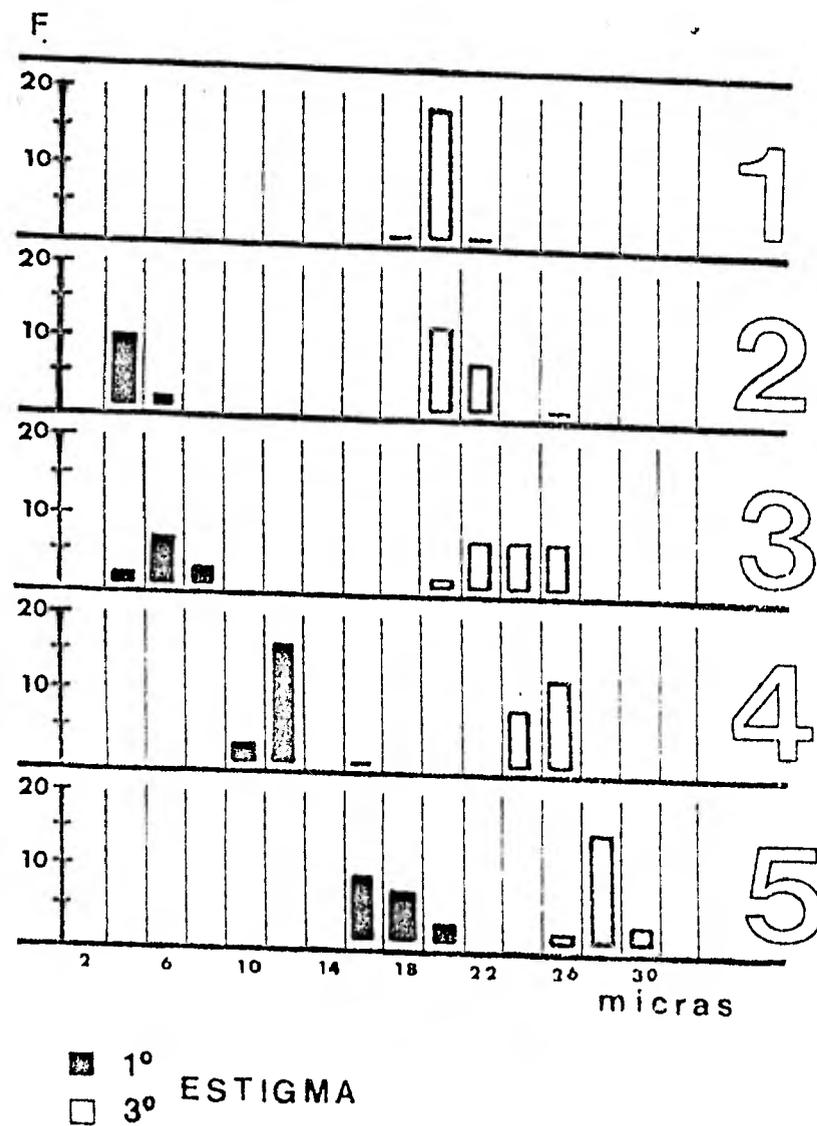
ESTADIO	TAMAÑO DEL 1º ESTIGMA EN MICRAS									No.
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
1º										0
2º	10	2								12
3º	2	7	3							12
4º				3	16		1			20
5º							9	7	3	19

CUADRO 1

ESTADIO	TAMAÑO DEL 3º ESTIGMA EN MICRAS							No.
	18	20	22	24	26	28	30	
1º	1	18	1					20
2º		12	7		1			20
3º		2	6	6	6			20
4º				8	12			20
5º					2	15	3	20

CUADRO 2

Gráfica 1.-
 Histograma que presen-
 ta las frecuencias de
 las tallas (micras) del
 1º y 3º par de estigmas
 en los 5 estadios de
Liometopum apiculatum.



Cuadros 3 y 4.- Comprenden las medidas (micras), frecuencias, promedios y desviaciones estándar - del primer (cuadro 3) y tercer (cuadro 4) estigma de cada uno de los 5 estadios de Liometopum apiculatum.

* En el Cuadro 3 varía el número de larvas medidas por haberse medido el 1º estigma en segundo lugar, y haber sido imposible la medición de varios.

ESTADIO	μ	F	$\bar{x}\mu$	$S\mu$	Nº
1º					
2º	4	10	4.3	0.023	12
	6	2			
3º	4	2	6.1	0.78	12
	6	7			
	8	3			
4º	10	3	11.9	1.178	20
	12	16			
	16	1			
5º	16	9	17.3	0.684	19
	18	7			
	20	3			

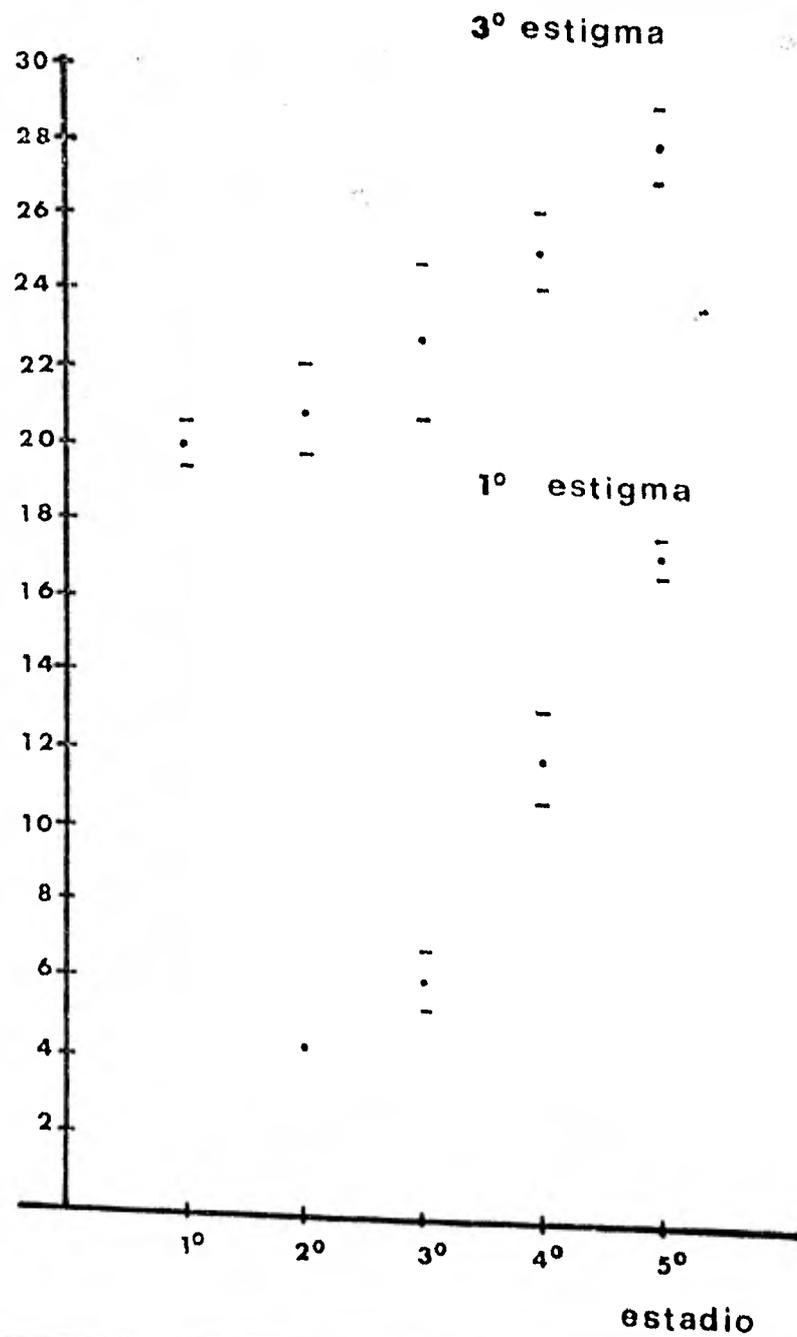
CUADRO 3

ESTADIO	μ	F	$\bar{x}\mu$	$S\mu$	Nº
1º	18	1	20	0.632	20
	20	18			
	22	1			
2º	20	12	20.9	1.178	20
	22	7			
	24	1			
3º	20	2	23	2.04	20
	22	6			
	24	6			
	26	6			
4º	24	8	25.2	0.979	20
	26	12			
	26	2			
5º	28	15	28.1	0.994	20
	30	3			

CUADRO 4

Gráfica 2.- Representación del diámetro promedio alcanzado por los estigmas 1º (parte inferior de la gráfica) y 3º (parte superior de la gráfica) de los 5 estadios larvales, con la desviación estándar correspondiente

micras



Cuadro 5.- Datos sobre las frecuencias obtenidas en los tamaños registrados para las mandíbulas en los 5 estadios de *Liometopum apiculatum*

ESTADIO	TAMAÑO DE MANDÍBULAS EN MICRAS																				No.		
	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56		58	60
1º	3	10	6																				19
2º				1		15	2	1															19
3º								3	3	8	1	4											19
4º												1	2	3	5	9							20
5º																2	2	6		8		1	19

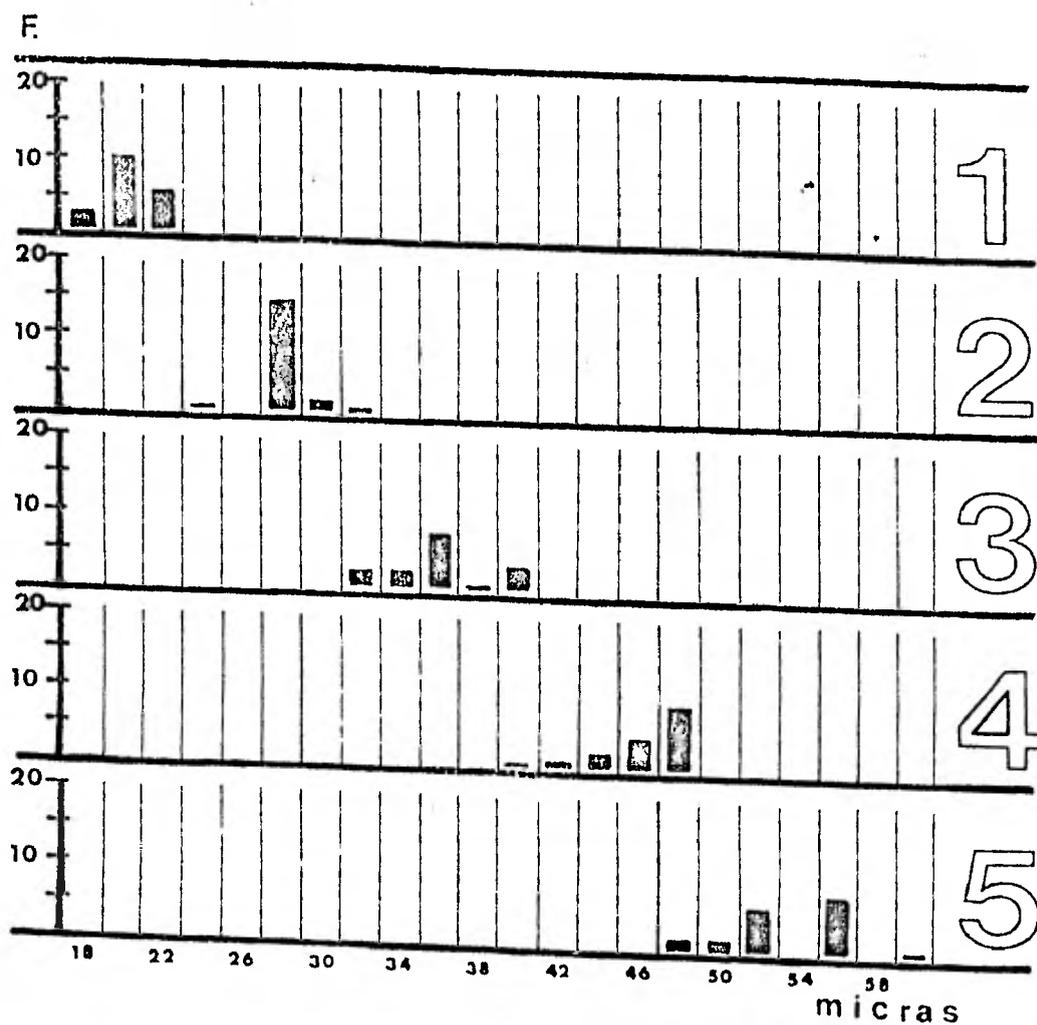
CUADRO 5

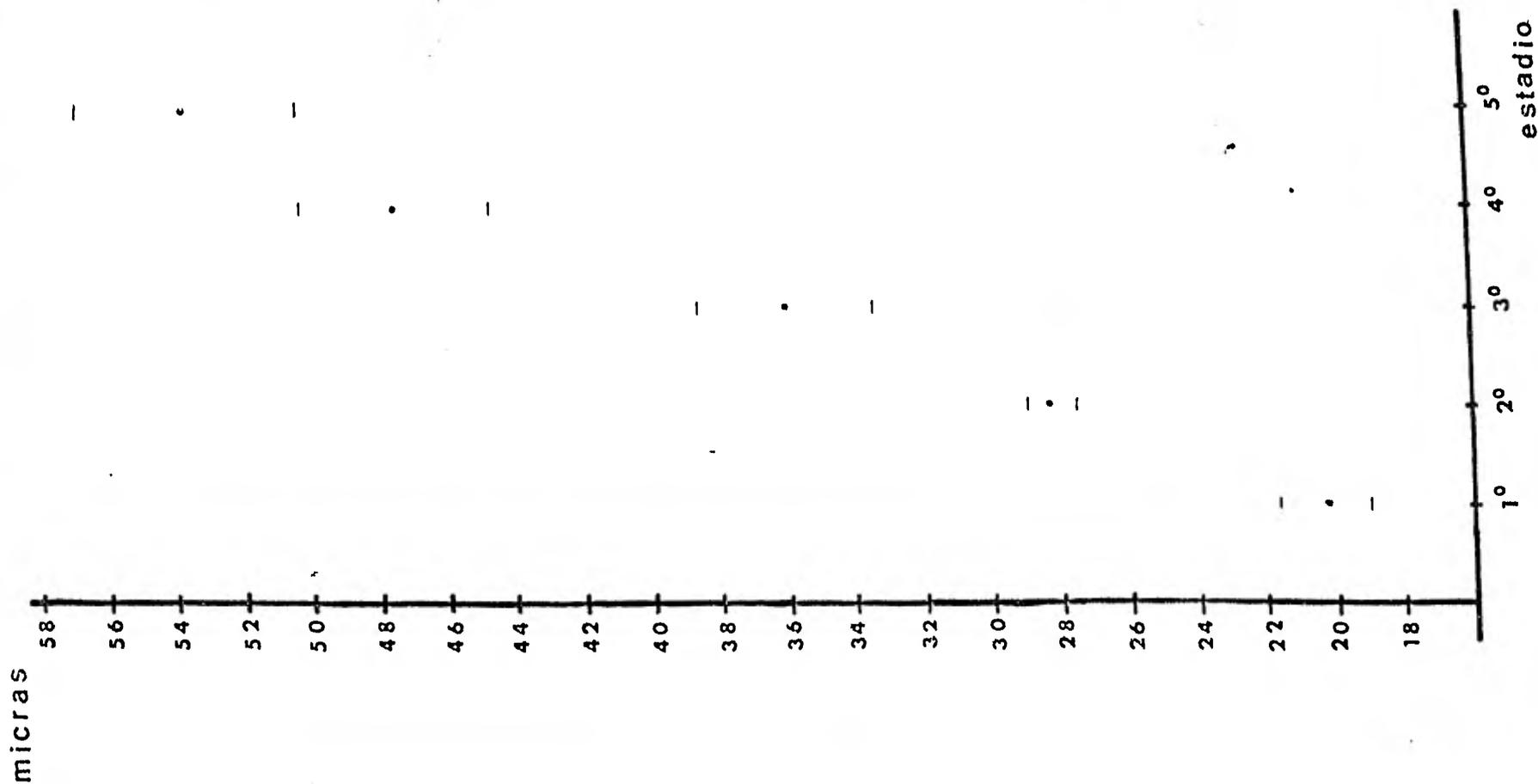
Cuadro 6.- Contiene la longitud promedio (micras) de las mandíbulas con su desviación estándar correspondiente, de los 5 estadios larvales.

estadio	1º			2º				3º				4º				5º						
\bar{M}	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
F	3	10	6	1	15	2	1	3	3	8	1	4	1	2	3	5	9	2	2	6	8	1
\bar{M}	20.31			28.21				36				47.4				53.47						
S \bar{M}	1.339			0.696				2.595				2.835				3.168						
No.	19			19				19				20				19						

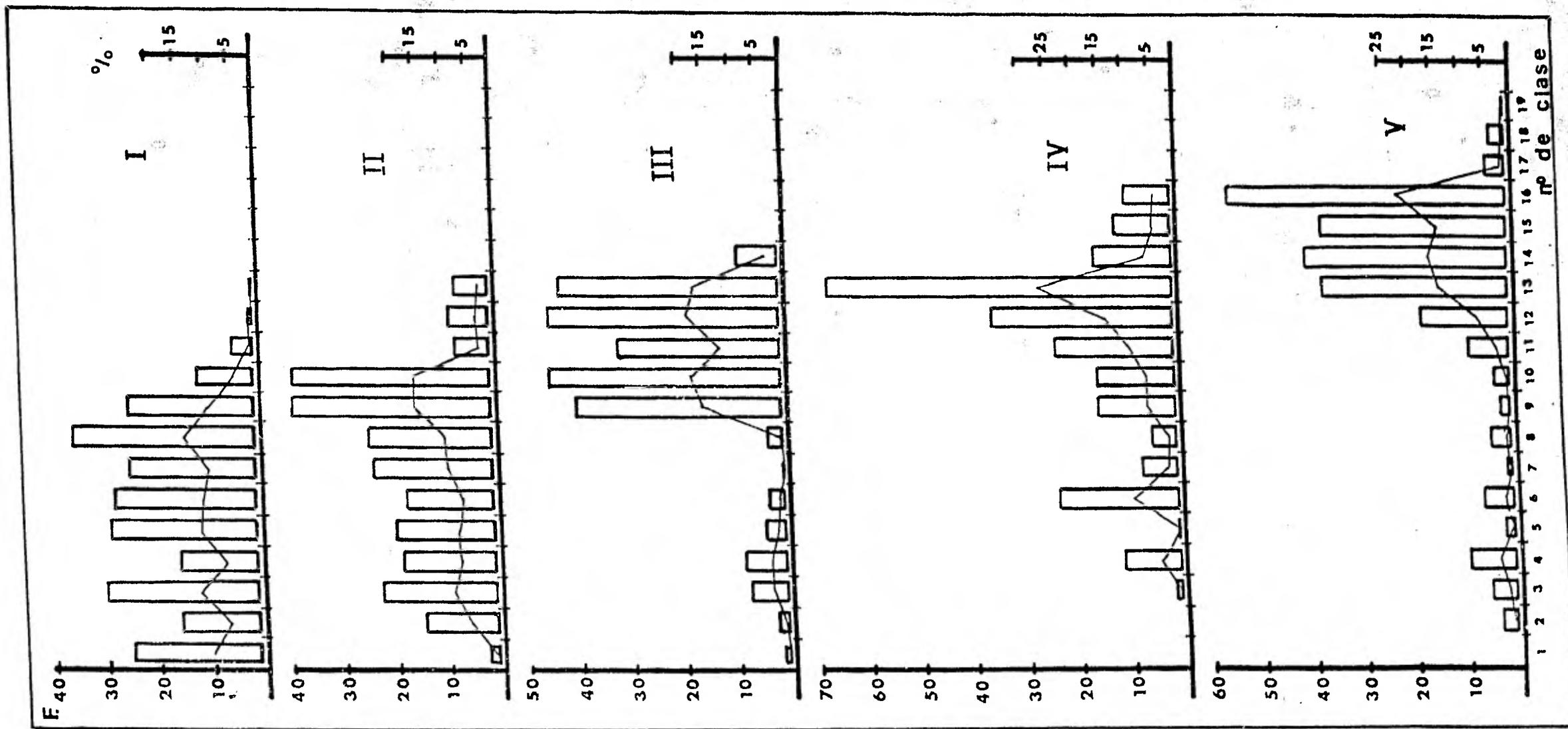
CUADRO 6

Gráfica 3.- Distribución de la frecuencia en la longitud de las mandíbulas (micras) para los 5 estadios larvales, en un rango que va de 18-60 micras.





Gráfica 4.- Presentación del tamaño promedio alcanzado por las mandíbulas de los 5 estadios larvales con la desviación estándar correspondiente.

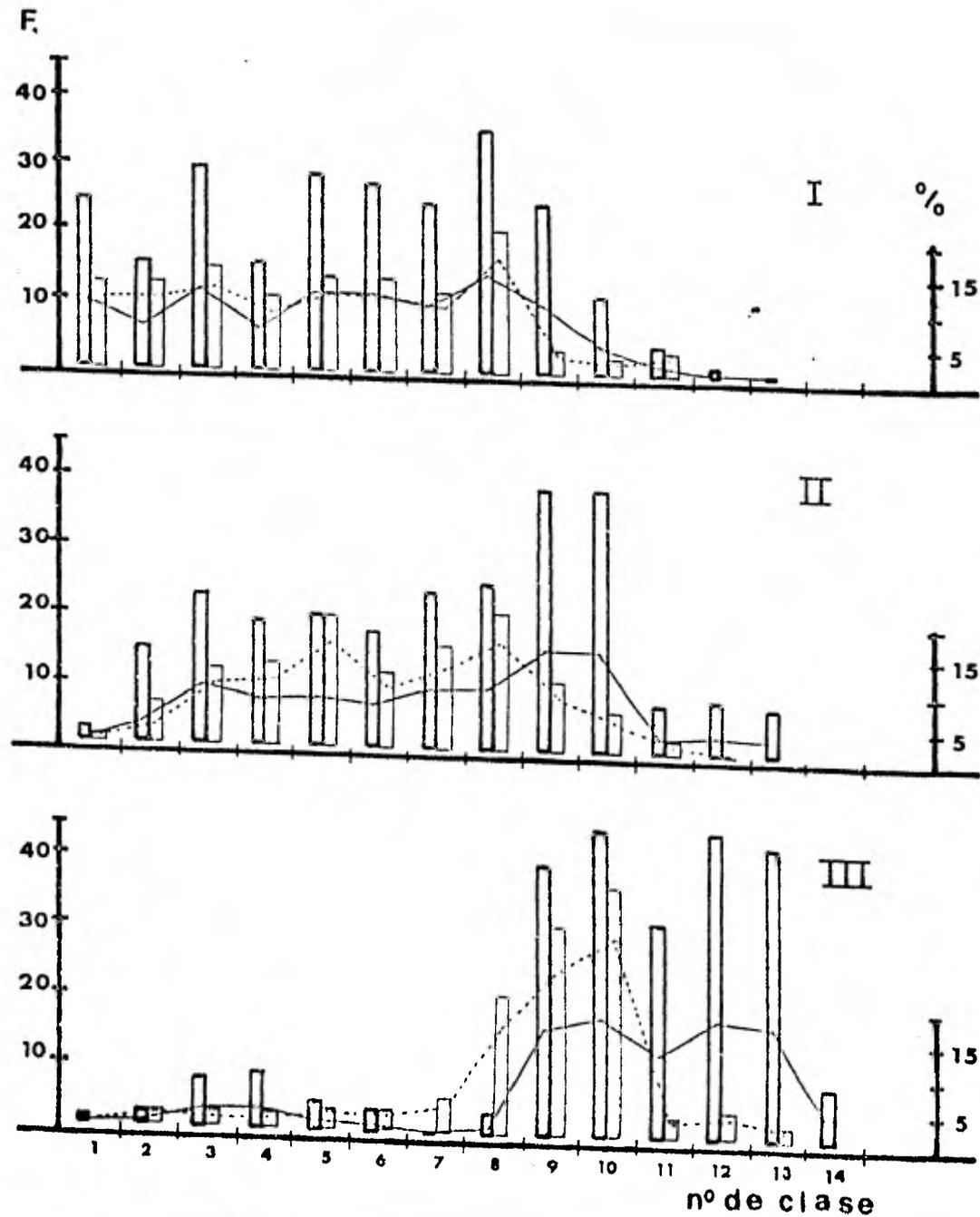


Gráfica 5 .- Histogramas de los 5 nidos colectados. Las barras representan la frecuencia absoluta (F) y el polígono la frecuencia relativa (%) de los tamaños de hormigas registrados (ver en el cuadro), el valor correspondiente de cada clase anotada en el eje de las X.

Cuadro 8.- Presentación de las frecuencias (F y %) de individuos que se encontraban en el nido y en la planta (I, II y III), para cada tamaño de hormiga (en milímetros).

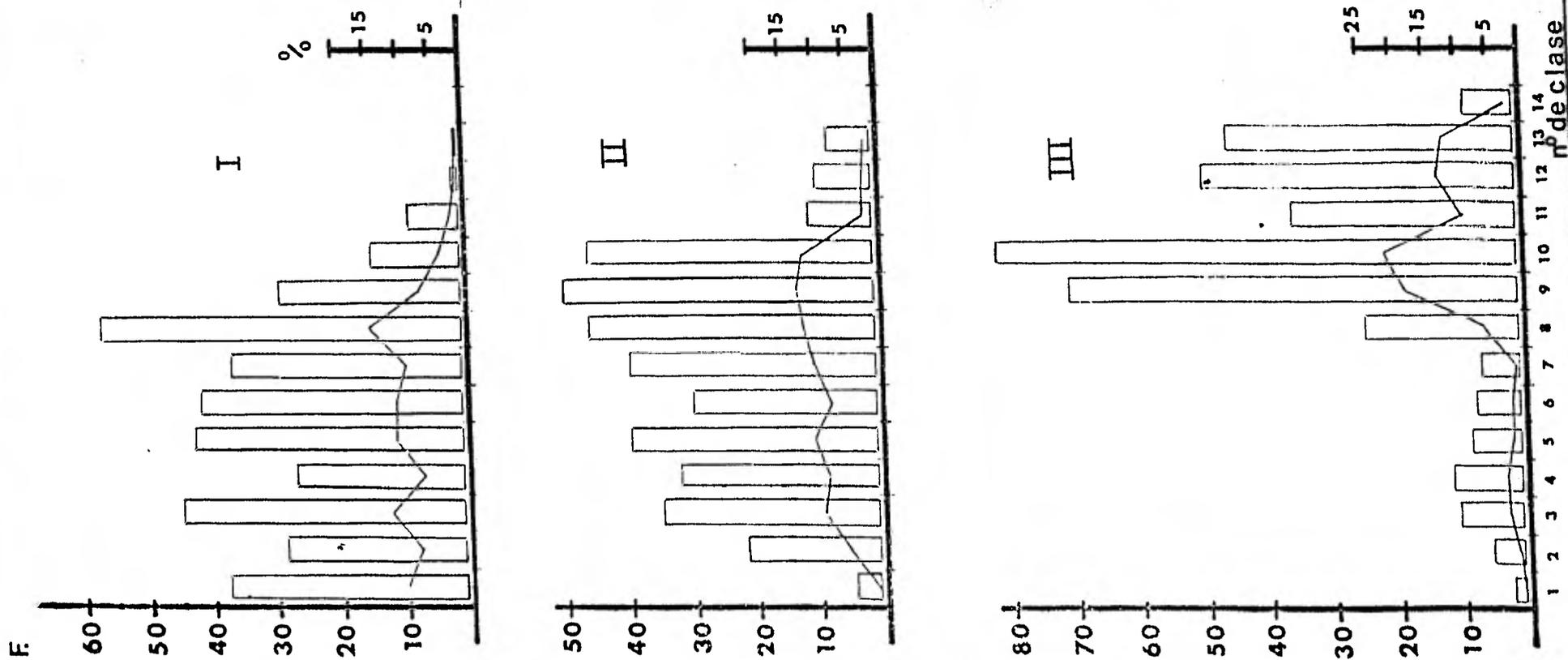
No. DE CLASE	MARCA DE CLASE M M.	N I D O I				N I D O II				N I D O III			
		NIDO		PLANTA		NIDO		PLANTA		NIDO		PLANTA	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
1	0.775	25	10	13	10.4	3	1.2	2	1.6	2	0.8	1	0.8
2	0.826	16	6.4	13	10.4	15	6	7	5.6	3	1.2	3	2.4
3	0.877	30	12	15	12	23	9.2	12	9.6	8	3.2	3	2.4
4	0.928	16	6.4	11	8.8	19	7.6	13	10.4	9	3.6	3	2.4
5	0.979	29	11.6	14	11.2	20	8	20	16	5	2	4	3.2
6	1.03	28	11.2	14	11.2	18	7.2	12	9.6	4	1.6	4	3.2
7	1.081	25	10	12	9.6	24	9.6	16	12.8	1	0.4	6	4.8
8	1.132	36	14.4	21	16.8	25	10	21	16.8	4	1.6	21	16.8
9	1.183	25	10	4	3.2	39	15.6	11	8.8	40	16	31	24.8
10	1.234	12	4.8	3	2.4	39	15.6	7	5.6	45	18	37	29.6
11	1.285	5	2	4	3.2	8	3.2	3	2.4	32	12.8	4	3.2
12	1.336	2	0.8			9	3.6	1	0.8	45	18	5	4
13	1.387	1	0.4			8	3.2			43	17.2	3	2.4
14	1.438									9	3.6		
No.		250		125		250		125		250		125	

Gráfica 6.- Representación de las frecuencias absolutas (barras, F) y relativas (polígonos, %) del ancho mayor de la cabeza, en las obreras que se encontraban en el interior del nido y fuera de este (en las plantas), para comparar principalmente los 2 polígonos de frecuencia de cada gráfica (Nidos I, II, y III).



Cuadro 9.- Suma y porcentaje de individuos colectados dentro y fuera de las colonias (I, II y III) con un total de 375 hormigas por nido.

No. DE CLASE	M A R C A DE CLASE MM.	N I D O I		N I D O II		N I D O III	
		F	%	F	%	F	%
1	0.775	38	10.13	5	1.33	3	0.8
2	0.826	29	7.73	22	5.86	6	1.6
3	0.877	45	12	35	9.33	11	2.93
4	0.928	27	7.2	32	8.53	12	3.2
5	0.979	43	11.46	40	10.66	9	2.4
6	1.03	42	11.2	30	8	8	2.13
7	1.081	37	9.86	40	10.66	7	1.86
8	1.132	57	15.2	46	12.26	25	6.66
9	1.183	29	7.73	50	13.33	71	18.93
10	1.234	15	4	46	12.26	82	21.86
11	1.285	9	2.4	11	2.93	36	9.6
12	1.336	2	0.53	10	2.66	50	13.33
13	1.387	1	0.26	8	2.13	46	12.26
14	1.438					9	2.4
No.		375		375		375	



Gráfica 7.- Se muestra en cada gráfica: (Nidos I, II y III) la sumatoria de las hormigas del mismo tamaño que se colectaron fuera y dentro del nido (bárras). El porcentaje alcanzado por cada medida (milímetros) se representa con el polígono de frecuencia.