



Escuela Nacional de Estudios Profesionales

IZTACALA U. N. A. M.

ESTUDIO PRELIMINAR PARA LA CRIA MASIVA
DE HORMIGAS DE "ESCAMOLES" O "GUIJES"

(*Liometopum apicolatum* MAYR)

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de

B I O L O G O

P R E S E N T A :

Delia Irene Mendoza Mondragón

México, D. F.

Diciembre, 1982



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mis padres con cariño y gratitud porque me han impulsado a alcanzar mis metas.

A mis hermanos con quienes he compartido hermosos momentos.

A mi abuela que siempre me dió lo mejor de sí misma.

Y a Juan Luis con todo mi amor por toda la felicidad que me dado.

ESTUDIO PRELIMINAR PARA LA CRIA MASIVA
DE HORMIGAS DE "ESCAMOLES" O "GUIJES"-
(*Liometopum apiculatum* MAYR)

ESTE TRABAJO FUE REALIZADO BAJO LOS AUSPICIOS DE LA PROMOTORA DEL MAGUEY Y DEL NOPAL, INSTITUCION EN CUYO CENTRO DE INVESTIGACION PRESTO MIS SERVICIOS Y QUE TIENE POR OBJETO EL ESTUDIO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES DE LAS ZONAS MAGUEYERAS ENTRE LOS QUE SE CUENTAN LOS-INSECTOS COMESTIBLES DE ALTO VALOR NUTRITIVO E IMPORTANCIA COMERCIAL.

INDICE

INTRODUCCION.....	1
GENERALIDADES.....	5
ANTECEDENTES.....	12
MATERIAL Y METODO.....	14
RESULTADOS.....	24
CONDICIONES NATURALES.....	24
UBICACIÓN DEL NIDO.....	24
VEGETACIÓN CIRCUNDANTE.....	24
PLANTAS CON QUE SE PREPARAN LOS NIDOS.....	24
TIPO DE SUELO Y PROFUNDIDAD DEL NIDO.....	26
TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA.....	28
BIOLOGIA.....	28
CICLO BIOLÓGICO.....	28
REPRODUCCIÓN.....	37
ALIMENTACIÓN.....	46
MORTALIDAD.....	53
COMPORTAMIENTO EN CAUTIVERIO.....	57
DISCUSION.....	61
CONCLUSION.....	69
RESUMEN.....	71
BIBLIOGRAFIA CITADA.....	74

INTRODUCCION

Los escamoles son formas inmaduras que comprenden huevos, -- larvas y pupas de reinas y machos de las hormigas de la especie - *Liometopum apiculatum* Mayr (1852), que tienen su nido en el inte-- rior de la tierra, en la parte inferior del maguey pulquero o de-- otras plantas en los cerros de los Estados de México e Hidalgo -- principalmente. Con los escamoles se preparan platillos dignos -- del más exigente paladar (7). Los escamoles son conocidos como a limento desde el tiempo de los aztecas y de ahí su nombre que --- quiere decir azkatl = hormiga y mole = guiso (11).

Del análisis bromatológico realizado por Pino (10), se des-- prende que su valor nutritivo es muy alto (Tabla 1) y que la cali-- dad de sus protefnas es superior al patrón FAO (Tabla 2).

Hasta el momento aparentemente ninguna institución ha dado a conocer estudios para intentar la cría masiva de los escamoles; - en cambio, los campesinos procuran su propagación preparando ni-- dos naturales con heno, paja, yerbas o ramas para que ahí oviposi-- ten las hormigas reinas, de esta manera se facilita la explota--- ción y pueden ellos así aprovechar la producción al máximo, ya -- sea para su consumo personal o bien, para venderla a precios con-- siderables.

Siendo el platillo preparado con escamol tan nutritivo, ex-- quisito y caro, resulta muy imporante investigar la manera de --- criarlo artificialmente para obtener mayores cantidades de escamo-- les durante el año, logrado esto, se podrían instalar en la zona-- escamolera industrias productoras de este alimento, y sería la -- Promotora del Maguey y del Nopal, la más avocada para la instala-- ción de esta empresa y la supervisión de la producción.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es estudiar al-- gunos aspectos cuyo conocimiento permita poder realizar en el fu-- turo la cría masiva de este insecto, como son:

TABLA 1

ANALISIS BROMATOLOGICO DEL ESCAMOL (7)

	Base húmeda (%)	Base seca (%)
Materia seca.....	93.51	100.00
Humedad.....	6.49	0
Proteínas.....	62.66	67.00
Carbohidratos (extracto libre de N),	13.89	14.85
Extracto etéreo.....	11.30	12.08
Sales minerales.....	4.73	5.05
Fibra cruda.....	0.93	0.99

TABLA 2

ANALISIS DE LOS AMINOACIDOS DEL ESCAMOL (7)
(mg/16 mg/N)

AMINOACIDOS INDISPEN SABLES.	ESCAMOL	PATRON FAO
Lisina.....	5.81	4.2
Treonina.....	4.21	2.8
Valina.....	6.08	4.2
Metionina.....	1.84	2.2
Isoleucina.....	4.95	4.2
Leucina.....	7.53	4.8
Fenilalanina.....	3.99	2.8
Triptofano.....	0.82	1.4

- Obtención de la muestra y explotación de un nido de escamol.- Localización de un nido, forma de abrirlo y cuidados necesarios para conservarlo.

- Condiciones naturales en que viven estos organismos.- Ubicación del nido, vegetación circundante, plantas con que forman sus panales o "huacalitos", tipo de suelo y profundidad del nido, temperatura y humedad relativa.

- Biología.- Ciclo biológico, reproducción, alimentación en condiciones naturales y en cautiverio, mortalidad.

- Comportamiento en cautiverio.

GENERALIDADES

Las hormigas dentro del orden Hymenoptera, forman una familia natural, Formicidae, que de acuerdo con algunas autoridades es una superfamilia, Formicina o Formicoidea que comprende 5 subfamilias: Ponerinae, Dorylinae, Myrmicinae, Dolichoderinae y Camponotinae.

Las hormigas se diferencian fácilmente de todos los demás Himenópteros principalmente por tener el abdomen con dos regiones fuertemente marcadas: la cintura o pedicelo que puede tener una o dos articulaciones y es altamente movable, y una porción terminal más compacta, el gáster, tienen antenas acodadas y son holometábolos. Casi todas las especies son sociales y la mayoría son trimórficas (15).

De acuerdo con Wilson (16), el polimorfismo se define con un sentido especial en el caso de los insectos sociales como la coexistencia de dos o más castas funcionalmente diferentes pertenecientes al mismo sexo. Las castas deben ser estables durante uno o más estados. En los himenópteros sociales, incluyendo las hormigas, son estables en el estado adulto. Por la característica de convivir hembras con funciones diferentes en una misma colonia, algunos autores llaman a los formícidos, heteróginos (ετερος = diferente, γυνή = hembra, hembras diferentes).

En las hormigas se encuentran tres castas básicas (16): las obreras, las guerreras o soldados y las hembras o reinas, se les considera básicas porque siempre se les encuentra, además de los machos. Todas las castas son reconocidas desde el estado de pupa.

Para evitar confusiones (15) propuso que a las obreras y soldados nunca se les denominara hembras, y se reservara este nombre sólo para las reinas. Sin embargo, en este escrito se les llamará simplemente de acuerdo a su casta y función

Las REINAS son las únicas que se aparean con los machos y son las encargadas de la reproducción de la colonia. Las reinas -

difieren de las obreras por la talla, longevidad, estructura y -- por supuesto, por el comportamiento; las reinas son mucho más --- grandes y longevas que las obreras, aunque no hay estudios suficien- cientes, se puede decir que viven entre cuatro y diez años según la especie y las condiciones en que se encuentren (2). Hay pequeñas diferencias entre reinas y obreras en la estructura de las -- tres partes del cuerpo. Las reinas tienen alas deciduas y el meso soma grande y lleno de músculos para moverlas; el exoesqueleto de la región torácica consta de una serie de escleritos separados -- por suturas, éstos intervienen en el movimiento de las alas. Las reinas tienen un gáster grande con ovarios que son mucho más gran- des que los de las obreras y están divididos en muchos tubos ová- ricos, en las reinas hay una espermateca a un lado del oviducto. Las diferencias de comportamiento entre las castas son substancia les: las reinas pueden construir cámaras o celdas, alimentar y - cuidar a las crías, pero no defienden el nido cuando es atacado, - sino que retroceden y se ocultan.

En cuanto a las OBRERAS, éstas son hembras que pueden no tener ovarios; si los tienen son muy cortos, con muy pocos tubos - ováricos y su provisión de huevos se termina muy rápido. Tienen - el mesosoma casi tubular y pequeño, obviamente las obreras no vuelan, no esperan pareja ni copulan, a pesar de que sí atraen a los machos (2). Al igual que las reinas, pueden construir cámaras o - celdas. Se encargan de la alimentación y cuidado de las crías, a- demás de salir del nido en busca de alimento. Cuando hay una mar- cada división del trabajo, a las que se encargan de la alimenta- y cuidado de las crías se les llama nodrizas; a las que se encan- gan de buscar el alimento, forrajeras. Cabe aclarar que cuando no existe la casta de las guerreras, las obreras cuidan y defienden el nido.

La casta de las obreras se ha perdido en muchas especies so- cialmente parasíticas, mientras que en algunas especies libres, - la reina ha sido completamente sustituida por obreras o por for- mas similares a obreras (15 y 16).

Las GUERRERAS O SOLDADOS son consideradas como obreras mayores (16) y por consiguiente, las obreras más pequeñas que coexisten con ellas, como obreras menores. Cuando en una especie existen las guerreras o soldados, también hay obreras menores. Las guerreras son generalmente estériles y tienen fuertes y grandes mandíbulas, se encargan de la defensa del nido, luchan contra cualquier intruso.

Los MACHOS son individuos que generalmente poseen tórax bien desarrollado con alas no deciduas, mueren o son muertos después del apareamiento, su talla es un poco menor que la de las reinas y el gáster es delgado. En la especie de este estudio, los machos se distinguen desde el estado de pupa por las válvulas genitales que sobresalen al final del abdomen en forma de pinza.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA ESPECIE.

La especie objeto de este estudio (*Liometopum apiculatum*) pertenece a la tribu Tapinomi de la Subfamilia Dolichoderinae cuyas características sobresalientes son: orificio cloacal en forma de hendidura y localizado ventralmente y glándulas anales que secretan un producto aromático de olor característico que pueden a veces lanzar por el ano a varios centímetros de distancia.

Es un grupo uniforme en hábitos y estructura. Prefieren anidar en el suelo y sólo ocasionalmente lo hacen en otro lado. Casi no muestran especialización dietética, toman las secreciones azucaradas de áfidos y cóccidos, insectos o prácticamente cualquier alimento a que tengan acceso (3).

El género *Liometopum* según Creighton (3) tiene las características siguientes:

El declive del epinoto es recto (o casi recto), el integumento es delgado y flexible; finamente esculpido en todas partes. La unión entre las caras basal e inclinada del epinoto es lisa, redondeada o angular. El tercer segmento del palpo maxilar no es-

usualmente largo y es notablemente más corto que los tres siguientes segmentos tomados juntos. La parte dorsal del tórax no tiene ninguna marca en la sutura epinotal; la casta de las obreras es moderadamente polimórfica; hembra de 10 mm o más de longitud.

Las hormigas de este género son más agresivas que las de los otros géneros de esta subfamilia. *L. occidentale* y *L. apiculatum* -- forrajean en filas, forman grandes colonias y atacan ferozmente -- cuando se les perturba. Poseen una secreción con un fuerte olor a ácido butírico que esparcen en los intrusos.

Las cámaras de los nidos están algunas veces subdivididas -- por una masa ramificada de algo parecido al papel, lo manufacturan mezclando suelo y detritus vegetales con una secreción que lo endurece. (Los campesinos llaman "huacalitos" a estas estructuras).

Desde 1905 (14) se sabe que cuidan áfidos y cóccidos, esto se puede comprobar fácilmente en el campo observando que todos -- los magueyes de la zona escamolera que tienen cóccidos, tienen -- también hormigas de la especie

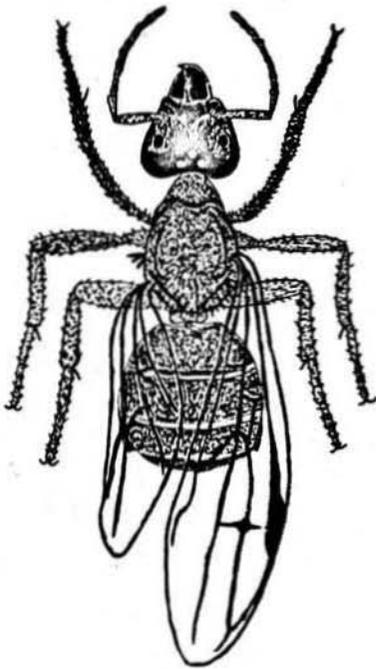
Las características de la especie *Liometopum apiculatum* (14) son:

OBRERAS. Miden de 2.5 a 6 mm. Mandíbulas con aproximadamente 10 dientes en la parte apical y 4 ó 5 pequeños dientes basales. - Cabeza cordiforme, tan ancha como larga, con una amplia escisión en el borde posterior y lados redondeados. El clipeo algunas veces sobresale en las esquinas laterales, con el borde anterior -- recto. Area frontal no diferenciada. Carentes de surco frontal. - Ojos en la parte anterior de la cabeza. Ocelos aun en las obreras mayores muy pequeños y difíciles de distinguir. Escapo antenal -- curvado en la base, su punta alcanza la esquina posterior de la -- cabeza. Antenas ligeramente engrosadas hacia la punta; todos los -- segmentos más largos que anchos, los primeros segmentos y los úl-

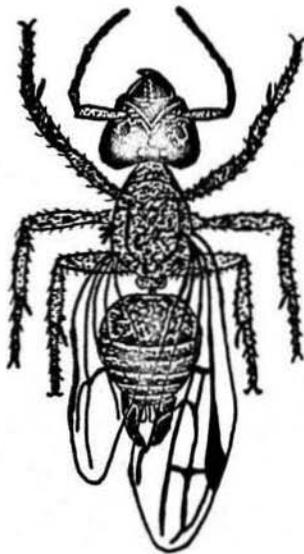
CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE
Liometopum apiculatum



a - OBRERA



b - REINA



c - MACHO

timos son más largos que los intermedios. Tórax mucho más angosto que la cabeza, lateralmente comprimido en las regiones meso- y metatorácicas; de perfil es plano por arriba y las suturas promesonotal y mesoepinotal se notan claramente; visto por encima el pronoto y el epinoto son aproximadamente de la misma longitud, el mesenoto es un poco más corto. El pedicelo se pronuncia hacia arriba en punta la cual en algunos especímenes puede prolongarse en forma de una suave espina; de perfil es inclinado hacia adelante y más o menos aplanado o cóncavo en las superficies anterior y posterior. El gáster es grande, alargado y elíptico, su segmento anterior casi se cubre completamente con el pedicelo. Patas frágiles.

La coloración obedece al siguiente patrón:

Mandíbulas brillantes, toscamente moteadas hacia sus puntas, fina y densamente moteadas hacia sus bases. Cuerpo subopaco; clipeo, cabeza, y frecuentemente también el tórax brillantes.

Cuerpo y apéndices cubiertos con pubescencia gris, tan larga y densa en el gáster que cubre la superficie de éste. En los primeros tres segmentos es decumbente de la línea media dorsal hacia los lados. La pubescencia es corta y poco notoria en el escapo antenal.

Cuerpo café oscuro o negro, combinado con amarillo rojizo o café claro. La cantidad y distribución del color claro varía considerablemente aun en las obreras de la misma colonia. Dientes de las mandíbulas negros.

REINA. Mide de 12 a 13 mm. Además del tamaño mucho mayor y los caracteres sexuales usuales, la reina difiere de la obrera -- por ser negra, tener mandíbulas, esquinas clipeales, patas y antenas más oscuras, y en el arreglo de la pubescencia gástrica que es uniforme y no divergente. Alas largas (18 mm), café hialino, con venas cafés y estigma negro. Visto por detrás el pedicelo es-

alto y en forma de lira con una profunda muesca en el ápice de -- tal forma que parece que éste está dividido en dos.

MACHOS. Miden 9 mm. Cabeza pequeña, con la mitad de ancho -- del tórax, redondeada en su parte posterior, con mejillas cortas y planas, ojos y ocelos prominentes. Mandíbulas y clipeo como los de las obreras; antenas largas, antenas cilíndricas y uniformes, -- excepto el escapo que es un poco más grueso. Tórax muy robusto, -- visto por arriba es casi elíptico; el mesonoto de perfil es alto y arqueado. Pedicelo bajo y un poco grueso, sus orillas redondeadas y con una depresión en la parte media. Gáster muy corto, convexo en la parte superior. Válvulas genitales muy grandes; par externo redondeado, con un lóbulo inferior corto y redondeado; par medio dentro de un proceso corto moteado y triangular el cual tiene un margen dorsal con una ancha escisión en la base y el margen apical toscamente dentado. Patas frágiles. Alas largas (14 mm).

Cuerpo* más opaco que el de la obrera y la reina, debido a la reticulación más definida de la cabeza y el tórax.

Pubescencia amarillo parda o dorada, distribuida como en la hembra; excepto que el escapo antenal tiene numerosas cerdas eréctas.

Cuerpo y apéndices negros, partes bucales y válvulas genitales internas amarillentas. Alas del mismo color que las de la hembra. Creighton (3) considera que la especie *L. apiculatum* se encuentra en altitudes de 1,500 a 2,100 m.

ANTECEDENTES.

"Las delicadas y aterciopeladas hormigas del interesante género *Liometopum* Mayr parecen estar confinadas a las porciones templadas del sur del hemisferio norte. Hasta donde se sabe, Europa, Asia y Norteamérica tienen cada una de ellas una especie característica. El macho de la forma europea, *L. microcephalum*, fue descrito desde 1798 por Panzer (8) pero las obreras correspondientes no se descubrieron sino hasta más de cincuenta años después por Mayr (6). Este autor fue también el primero en publicar una breve descripción de las obreras de la especie americana, *L. apiculatum* basándose en especímenes colectados en México... Más recientemente Forel (5) ha descrito una tercera especie, encontrada en Assam (India), *L. lindgreeni*".

El párrafo anterior fue transcrito de un artículo de Wheeler (14) en el cual da una detallada descripción de la morfología, hábitos y distribución geográfica de *Liometopum apiculatum*. Posteriormente (1910), este mismo autor cita a lo largo de su obra --- (15) las características del género y de la especie; asimismo hace su ubicación evolutiva pero Wheeler al igual que otros autores estadounidenses (3 y 13) que han estudiado esta especie, en ningún momento menciona que se trata de un insecto que desde hace varios siglos es consumido por el hombre, debido seguramente a que esto no ocurre en su país.

En cuanto a los estudios realizados en México, el primer antecedente lo da Reza en 1923 (11) quien, ignorando los trabajos anteriormente realizados, hace una descripción de la especie proponiendo el nombre de *Lasius escamole* en consideración a la denominación dada por los aztecas. Este autor mantuvo un nido cautivo el cual, aunque pereció, le sirvió para hacer algunas observaciones. Describió algunos de los hábitos de la especie y las condiciones en que viven estos organismos, así como el desarrollo de huevo a adulto y la duración de cada estado.

Recientemente la Dra. Julieta Ramos del Instituto de Biología de la U.N.A.M. ha realizado estudios de insectos comestibles entre ellos *Liometopum apiculatum* y Pino (10) y Cuadriello (4) - también han realizado estudios en esta especie, el primero referente al aspecto nutricional, y el segundo a la distribución, biología, conducta y explotación de los nidos de las hormigas de esta especie.

Por otra parte, la Promotora del Maguey y del Nopal tiene -- gran interés en el estudio *L. apiculatum* ya que, entre sus objetivos está el de buscar la forma de aprovechar la entomofauna de la región magueyera y es por ello que esta institución auspició - la realización de este trabajo que busca establecer las bases para poder realizar en el futuro la cría masiva de estos insectos - comestibles.

MATERIAL Y METODO.

La metodología de este trabajo siguió la secuencia siguiente:

CAMPO.

- I. Visitas periódicas.
- II. Localización y extracción.
- III. Composición de los nidos.
- IV. Conocer las características del área.
- V. Tipo de alimento.
- VI. Datos de comportamiento
- VII. Vuelo nupcial.
- VIII. Nuevos nidos.

LABORATORIO.

- I. Construcción de nidos.
- II. Condiciones para la cría.
- III Alimento en cautiverio.
- IV. Desarrollo del nido.
- V. Comportamiento.
- VI. Vuelo nupcial.
- VII. Nidificación.

Durante el tiempo que duró el estudio se conocieron 40 nidos diferentes, todos se abrieron para estudiarlo y extraer una muestra. En todos los casos se acudió en compañía de campesinos del lugar que se encargaron de la localización y extracción de los nidos, ya que la localización de un nido de escamoles es prácticamente imposible para quién no tiene experiencia en ello.

Una vez que se sabe reconocer a las hormigas escamoleras es bastante fácil localizar las largas y cocurridas hileras que ellas

forman en la búsqueda de alimento. Siguiendo con cuidado estas fi las, también es fácil localizar el cruce de 4 ó más caminos que es donde se encuentran los nidos, sin embargo, no por eso es fácil reconocer el sitio preciso. El cruce de los caminos es generalmente bajo un maguey u otra planta y es difícil saber hacia que lado excavar, en que ángulo y a que profundidad.

La obtención de una muestra de un nido de escamoles implica además que la persona que la realice esté dispuesta a ser mordida por un gran número de hormigas que saldrán a la defensa de su nido y pronto cubrirán todo su cuerpo (Fotografía 1). Las personas que están a su lado están preparadas con manojos de hierbas que sirven para sacudir el cuerpo de quien se mete al nido. Inevitablemente, todas las personas resultarán mordidas por algunas hormigas.

Con el fin de abrir los nidos se utilizaron una pala y una barreta; para transportar las muestras del campo al laboratorio resultó muy útil una cubeta (20 l de cap.) con tapa hermética, en ella puede caber todo el contenido de un nido y el aire suficiente para que los organismos respiren durante el trayecto (Fotografía 2).

De los nidos destinados a observación en cautiverio sólo se tomó una parte ($\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{2}$ del contenido total) cuidando que la muestra contuviera organismos de todos los estados de cada casta presentes en ese momento.

De los nidos que no se utilizaron para observación en cautiverio sólo se tomaron pequeñas muestras para analizarlas al microscopio, o bien, para hacer pruebas de apareamiento.

Después de sacar la muestra y tomar los datos pertinentes, el nido debe cerrarse a la brevedad posible, pero no sin antes co locar ramas de algún árbol o yerba especial según la costumbre de



FOTOGRAFIA 1. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA



FOTOGRAFÍA 2. LA MUESTRA SE TRANSPORTA EN UNA CUBETA CON TAPA HERMÉTICA.

la región (Fotografía 3). Inmediatamente se vuelve a cubrir de -- tierra y por último se coloca encima una piedra grande y una penca de maguey, o por lo menos una de las dos cosas, y otro poco de tierra (Fotografía 4).

Durante las salidas al campo, se aprovechó para observar detenidamente los lugares concurridos por las hormigas forrajeras y para observar también los alimentos que acarrear. También se aprovechó para platicar con los campesinos del lugar y recoger así in formación acerca de los aspectos biológicos de estos insectos.

Las muestras que se tomaron de los 40 nidos estudiados se utilizaron como se describe en la Tabla 3. Por lo que se refiere a los nidos destinados a la observación en cautiverio, una vez traídos del campo al laboratorio, se colocaron en cajones previamente preparados que se utilizaron como formicarios, los cuales se mantuvieron situados bajo un cobertizo.

Durante la primera fase de este trabajo se utilizaron 3 formicarios de vidrio de 50 x 50 x 60 cm con tapa de vidrio unida -- por bisagras (Figura 1), pues se pensó que por su tamaño y características serían adecuados para tener un nido de hormigas escam leras, pero no fue así, pues estos formicarios resultaron del todo imprácticos ya que las hormigas escapaban por las bisagras y carecían de ventilación (los orificios que se practicaron en las tapas con tal fin, tuvieron que cerrarse para evitar fugas). Esta falta de ventilación ocasionó que hubiera demasiada humedad dentro del nido y que se mojaran los alimentos y luego las hormigas se adherían y asfixiaban en los mismos. La tierra se humedece mucho y las hormigas tienen que buscar los pequeños rincones tibios y menos húmedos. Esos formicarios además son muy pequeños y por ello contienen poca tierra para un nido y poca área para colocarlos alimentos y esto hace que al colocarlos se muevan las ramas y por lo tanto, se perturbe a las hormigas. Les hace falta tierra para amortiguar los cambios de temperatura.



FOTOGRAFÍA 3. SE CUBRE EL NIDO CON ESCOBILLA
U OTRA HIERBA.



FOTOGRAFÍA 4. LUEGO SE TAPA CON UNA PENCA -
DE MAGLEY.

TABLA 3

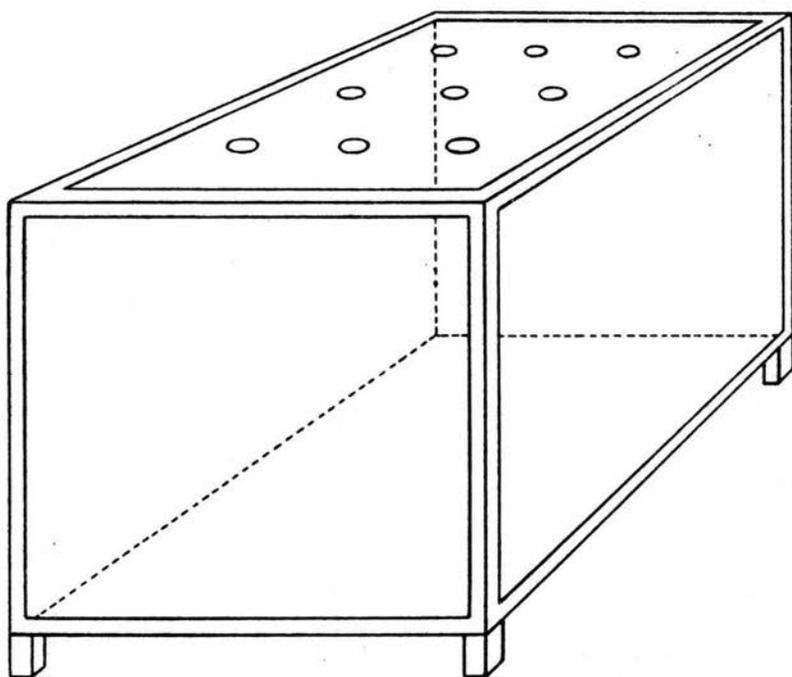
USOS A QUE SE DESTINARON CADA UNO DE LOS NIDOS

PRIMERA FASE

USOS	CANTIDAD DE NIDOS	N°ASIGNADO A CADA NIDO EN EL CAMPO
Nidos cautivos.....	7	N.1, N.2, N.3, N.4 N.5, N.6, y N.8
Muestras para análisis al microscopio de cada uno de los estados.....	3	N.7, N.9 y N.10
Pruebas de apareamiento.....	5	N.11 al N.15

SEGUNDA FASE

USOS	CANTIDAD DE NIDOS	N°ASIGNADO A CADA NIDO EN EL CAMPO
Nidos cautivos.....	19	N.16 a N.34
Colecta de machos y hembras para pruebas de apareamiento.	6	N.35 a N.40



FORMICARIO DE VIDRIO CON TAPA PERFORADA PARA INTERCAMBIO DE AIRE.

FIGURA 1

Por lo anterior se diseñaron y construyeron 11 formicarios - de acrílico de 80 x 80 x 80 cm con tapa de malla metálica de 16 - hilos/cm y cerrada herméticamente, con una repisa de 15 cm de ancho para colocar los alimentos. Estos formicarios se utilizaron - en la segunda fase de trabajo. La Tabla 3' especifica la manera - en que se mezclaron hormigas procedentes de nidos diferentes para colocarse en estos cajones.

Se encontró que estos cajones de acrílico resuelven satisfactoriamente todos los problemas presentados por los de vidrio, por lo que se pudieron realizar estudios de laboratorio simultáneos a los de campo y para establecer comparaciones.

Los formicarios de vidrio se empapelaron con celofán rojo, - ya que existen antecedentes (2, 9, 13 y 16) de que este color favorece la cría de hormigas. Los formicarios de acrílico se empapelaron con papel de estraza. Todos los formicarios contaban con -- los siguientes elementos:

Tierra.- Ya que es su hábitat natural y tiene la función de - amortiguar los cambios de humedad y temperatura.

Maguey.- Como alimento y para preservar la humedad.

"Huacalito" y ramas especiales.- Como área de oviposición.

El huacalito es una estructura reticulada que las - hormigas construyen con varitas, tierra y saliva.

Piedras.- Para abrigo de las crías y de la(s) reina(s).

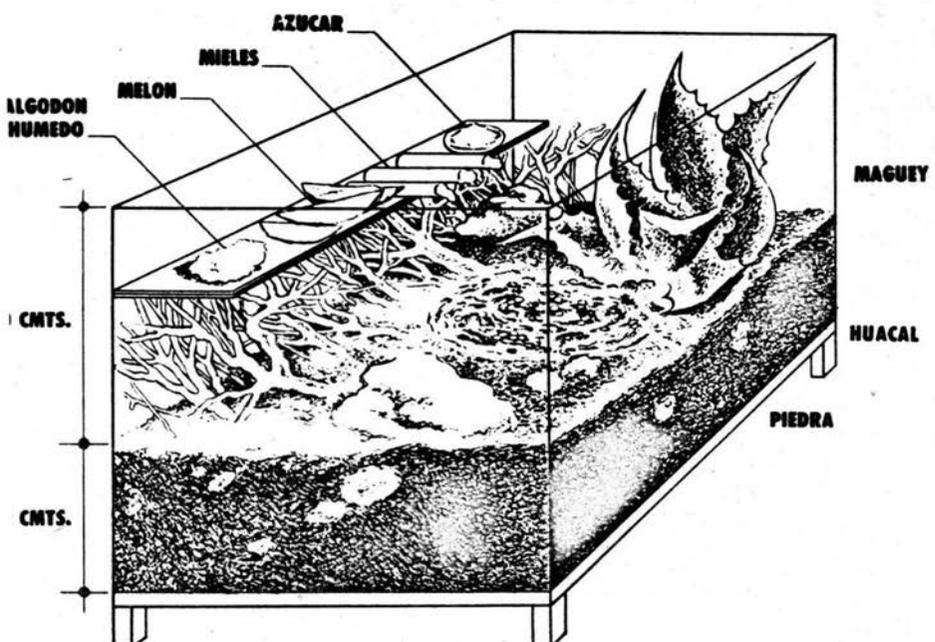
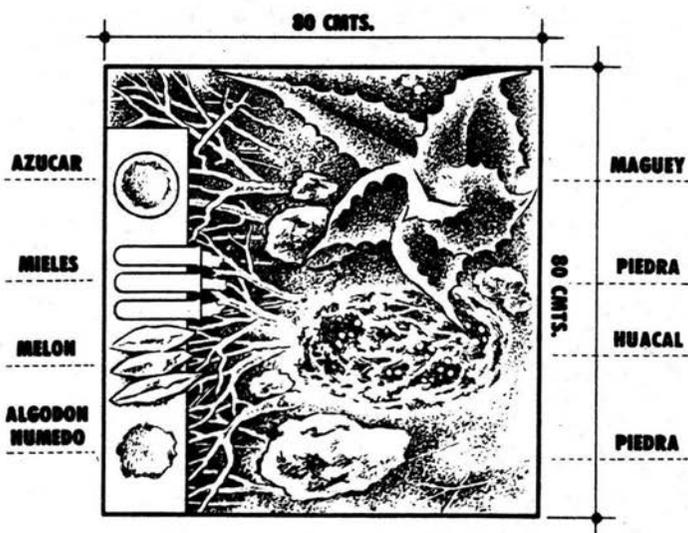
Ver Figura 2.

No se consideró necesario controlar la temperatura y la humedad - relativa ambientales porque el experimento se llevó a cabo en Axapusco, Edo. de México, que pertenece a la zona escamolera.

TABLA 3'

NIDOS MANTENIDOS EN CAUTIVERIO EN LA SEGUNDA FASE

CAJON	FECHA DE LA COLECTA	Nº ASIGNADO A CADA NIDO EN EL CAMPO	DESCRIPCION DEL MATERIAL VIVO COLECTADO
A	4/ago./'81	N.16	Obreras + enjambre
	10/mar./'82	N.27	Obreras + escamol
B	11/ago./'81	N.17	Obreras + enjambre
	6/abr./'82	N.32	Escamol + reinas y machos adultos
C	11/ago./'81	N.18	Obreras + enjambre
	10/mar./'82	N.26	Obreras + escamol
D	25/ago./'81	N.19	Obreras + enjambre
E	26/ene./'82	N.20	Obreras + reina
F	4/feb./'82	N.21	Obreras + enjambre
	19/mar./'82	N.21	Obreras + escamol
G	23/feb./'82	N.22	Obreras + escamol
	9/mar./'82	N.25	Obreras + escamol
	31/mar./'82	N.30	Obreras + escamol
H	23/feb./'82	N.23	Obreras
	29/mar./'82	N.28	Obreras + escamol
	29/mar./'82	N.29	Obreras + escamol
	6/abr./'82	N.31	Obreras + escamol
I	9/mar./'82	N.24	Obreras + escamol
J	14/abr./'82	N.33	Obreras + escamol
K	14/abr./'82	N.34	Obreras + enjambre + escamol



FORMICARIO DE ACRILICO CON TAPA DE MALLA FINISIMA QUE CIERRA HERMETICAMENTE

FIGURA 2

RESULTADOS.

CONDICIONES NATURALES.

UBICACIÓN DEL NIDO.

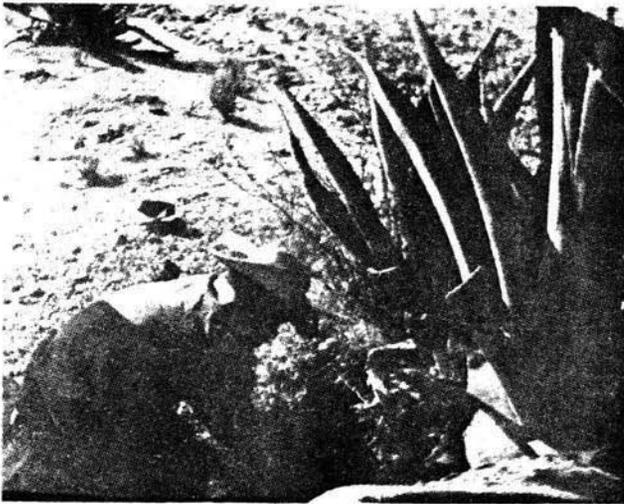
Los nidos se encuentran generalmente al pie de alguna planta, entre sus raíces (Fotografía 5), aunque pueden llegar a encontrarse donde no hay vegetación (Fotografía 6), pero esta es la excepción. Lo más común es encontrarlos al pie de un maguey pulquero - (*Agave atrovirens*), pero pueden encontrarse al pie de un nopal -- (*Opuntia* sp.) o de un pirul (*Schinus mollis*), o bien, bajo pequeños o grandes matorrales de magueyes o nopales con otras plantas.

VEGETACIÓN CIRCUNDANTE

A pesar de las aparentes diferencias se debe aclarar que, tomando en cuenta un radio mayor alrededor de cada nido, la vegetación en todos los lugares visitados es prácticamente la misma; maguey (*Agave atrovirens*), nopal silvestre (*Opuntia streptacantha* y *Opuntia* sp.), biznaga (*Ferocactus latispinus*), pirul (*Schinus mollis*), tío Lencho o chamizal (*Gymnosperma glutinosum*), yerba del aire (*Eupatorium wrightii*), jarilla (*Senecio salignus*), popote de perro (*Haplopappus spinulosus*), abrojo (*Opuntia tunicata*) y capulín (*Prunus serotina* spp. *capuli*). En la región de Singuilucán, Hgo. existe además una planta llamada escobilla (*Baccharis conferta*).

PLANTAS CON QUE LOS CAMPESINOS PREPARAN LOS NIDOS.

Como ya se ha explicado en la metodología, antes de cerrar un nido que se haya explotado, los campesinos lo llenan de ramas para que las hormigas las utilicen en sustitución de su "huacalito". De no hacerlo así, dicho nido no producirá hasta que se construya un nuevo huacal, lo cual puede tomar de 2 a 3 años. Es con-



FOTOGRAFÍA 5. LOS NIDOS SE ENCUENTRAN GENERALMENTE ENTRE LAS RAICES DE UN MAGLEY PULQUE RO.



FOTOGRAFÍA 6. LOS NIDOS PUEDEN EN CONTRARSE DONDE NO HAY VEGETACIÓN.

veniente colocar muchas ramas a fin de tener una gran superficie - donde las hormigas puedan colocar a las crías.

Aunque esta forma de preparar los nidos es artificial, se incluye dentro de la descripción de las condiciones naturales por ser una costumbre ampliamente distribuida en las regiones donde se consume el escamol y por ser una práctica que siempre da buenos resultados.

Las ramas y yerbas que se usan en diferentes lugares para -- preparar un nido son:

Sto. Domingo Aztacameca, Edo. de México

popote de perro (*Haplopappus spinulosus*)

Est. Acopinalco, Hgo.

sabino (*Cupressus* sp.) y pirul (*Schinus mollis*)

Pachuquilla, Hgo.

tlascapan (*Ipomea stans*)

Singuilucan, Hgo.

escobilla (*Saccharis conferta*)

TIPO DE SUELO Y PROFUNDIDAD DEL NIDO.

Para conocer el tipo de suelo se tomaron muestras normales - para su posterior análisis cuyos resultados se muestran en la Tabla 4, donde se puede notar que la textura de la tierra de 3 de - los 4 nidos analizados es franco-arenosa, mientras que el otro ni - do tiene tierra arenosa-franca (muy similar). El pH de la tierra - de los nidos es más bien neutro, con ligera tendencia a la alcali - nidad, variando de 7.0 a 8.7. La retención de humedad es pequeña - en todos los casos varfa de 2.27 a 6.44 %.

Para medir la profundidad se trazó un perfil de acuerdo con - las recomendaciones edafológicas encontrándose en los nidos estu -

T A B L A 4

ANALISIS DE SUELO

NIDO	LOCALIDAD	TEXTURA	pH	HUMEDAD
N.1	Est. Acopinalco, Hgo.	Franco-arenosa	7.7	6.44%
N.2	Est. Acopinalco Hgo.	Franco-arenosa	7.0	2.90%
N.3	Sta. Ma. Tecajete, Hgo.	Arenosa-franca	8.7	2.27%
N.4	El Calvario, Hgo.	Franco-arenosa	8.1	4.12%

(La humedad se determino con la muestra secada al aire)

diados que varía de 10 a 80 cm bajo el nivel del suelo (Tabla 5).

TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA.

Como se aprecia en la Tabla 5, la temperatura ambiental varía, por las mañanas, de 13 a 31.5°C, según la época del año, pero lo más frecuente es encontrarla entre 22 y 28°C. La humedad relativa ambiental es sumamente variable, entre 21 y 68 %. La temperatura del interior del nido varía de 10 a 28°C, pero lo más frecuente es encontrarla entre 18 y 22°C en la mañana. La humedad relativa del interior del nido es generalmente alta ya que, con raras excepciones, siempre es mayor del 70 % y puede llegar a ser 99 %.

BIOLOGIA.

CICLO BIOLÓGICO.

En esta especie, los estados inmaduros (huevo, larva y pupa) reciben el nombre conjunto de "enjambre" si van a dar origen a obreras y de "escamol", si van a dar origen a reinas y machos, o sólo reinas o sólo machos. No hay casta de guerreras.

Los huevos son elípticos y lisos, de color blanco marfil y miden 0,75 x 0,37 mm en promedio. Las obreras los acarrearán por paquetes ya que se encuentran adheridos unos a otros por medio de la saliva de ellas mismas.

Las larvas también blancas, son ápodas y vermiformes. La parte anterior es más angosta que la posterior y es curva. La cabeza se encuentra en posición terminal, es muy pequeña pero sí es diferenciable. A más de la cabeza presentan 3 segmentos torácicos y 9 abdominales en el enjambre; en el escamol hay 12 segmentos abdominales. Carecen de ojos. No presentan sedas ni ninguna otra estructura en la superficie de su cuerpo. Las larvas miden de 0.6 a

TABLA 5

FECHA	HORA	NIDO	LUGAR	PROF. (CM)	TEMP. AMB. (°C)	H.R. AMB. (%)	TEMP. INT. (°C)	H.R. INT. (%)
1°/jul./'80	15:40	N.1	Est. Acopinalco,Hgo.	80	24	38	20	65
24/jul./'80	15:45	N.2	Est. Acopinalco,Hgo.	40	24	44	21	84
27/ago./'80	10:00	N.3	Sta.Ma.Tecajete,Hgo.	30	20	32	19	79
3/sep./'80	12:00	N.4	Sto.Dom. Aztacameca, Edo. de Méx.	10	18	45	18	76
10/sep./'80	10:35	N.5	Est. Acopinalco,Hgo.	40	14	40	18	73
1°/oct./'80	11:20	N.6	Sto. Dom.Aztacameca, Edo. de Méx.	45	26	35	28	78
15/oct./'80	11:00	N.5	-----	--	25	45	13	76
29/oct./'80	11:50	N.7	Sto. Dom.Aztacameca, Edo. de Méx.	35	25	60	20	88
5/nov./'80	10:20	N.5	-----	--	13	68	10	74
12/nov./'80	11:45	N.8	Sto. Dom.Aztacameca, Edo. de Méx.	30	25.5	29	20	80
19/nov./'80	10:25	N.8	-----	--	23	39	18	52
29/ene./'81	10:50	N.8	-----	--	31	26	18	76
18/feb./'81	10:45	N.8	-----	--	18	52	16	80
11/mar./'81	12:05	N.9	Pachuquilla, Hgo.	30	23	63	17	90
2/abr./'81	11:20	N.6	-----	--	26.5	50	18.5	90
2/abr./'81	11:40	N.8	-----	--	25.5	33	20	86
22/abr./'81	11:00	N.10	Singuilucan, Hgo.	30	23	48	16	98
22/abr./'81	12:00	N.11	Singuilucan, Hgo.	50	28	46	24	90
7/may./'81	10:45	N.12	Sto. Dom.Aztacameca, Edo. de Méx.	55	28	26.5	22	92
14/may./'81	11:15	N.13	Pachuquilla, Hgo.	50	29	21	21	74
14/may./'81	11:50	N.14	Pachuquilla, Hgo.	55	29	21	22	72
15/may./'81	10:25	N.15	Sto. Dom.Aztacameca, Edo. de Méx.	50	31.5	29	24	99

3.7 mm en el enjambre, y de 2 a 9 mm en el escamol (Fotografía 7)

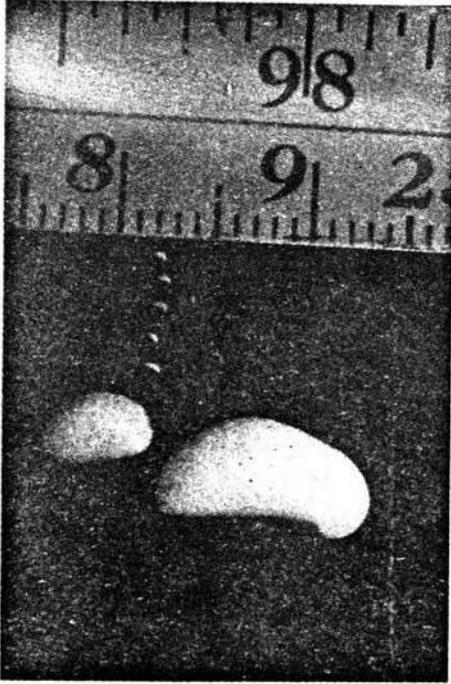
Cuando la larva completa su crecimiento pasa al estado de -- prepupa, el cuerpo se convierte en recto y rígido. Esta especie -- no construye cocon. En el enjambre hay prepupas de 3.5 a 5 mm de longitud por 1 mm de grosor y en el escamol hay prepupas de 9 a 11 mm por 4.5 a 5 mm (Fotografía 7).

Conforme avanza el desarrollo comienzan a distinguirse a través de la cutícula las patas, las alas (en el caso de los reproductores), los apéndices cefálicos, todos ellos doblados y adheridos al cuerpo. Al mismo tiempo se va formando el pedicelo. Entonces la cutícula de la larva se rompe por la parte dorsal y emerge la pupa, la cual ya tiene el tamaño y la forma del adulto pero -- por estar doblada sobre sí misma conserva, en apariencia, el tamaño de la prepupa. El cuerpo de la pupa es blando, sin pigmento y sin movimiento (Fotografía 8).

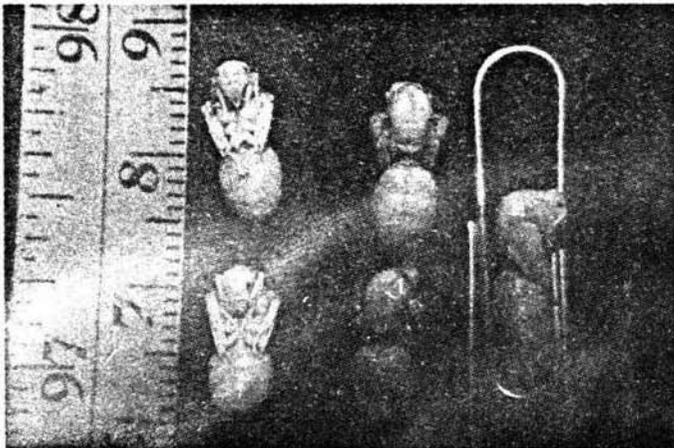
Una vez que su cuerpo se pigmenta y endurece, estos individuos son considerados como adultos independientes, los cuales en un principio son de color un poco más claro que los demás y se les conoce con el nombre de "callows" en la literatura escrita en inglés. En este escrito se les llamará tenerales. Las obreras adultas miden de 14 a 16 mm (Fotografías 9 y 10).

Se intentó el seguimiento del desarrollo en pequeños grupos aislados para conocer el período de tiempo necesario para pasar de una fase a otra, para ello se formaron 4 grupos de larvas según el tamaño, un grupo de prepupas y otro de pupas. Cada uno de estos 6 grupos se colocó por separado en vasos de precipitado de 1000 ml, se llenaron con tierra, se puso alimento y se colocó un grupo de obreras del mismo nido que atendieran a estas crías (enjambre). Sin embargo, este aspecto de la investigación fracasó -- pues tanto los inmaduros como los adultos morían en pocos días.

Por su parte, Cuadriello (4) sí logró determinar, en labora-



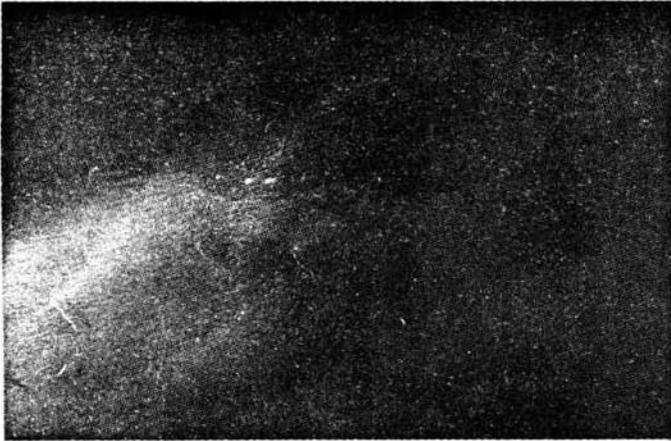
FOTOGRAFÍA 7. ARRIBA: LARVAS DEL EN JAMBRE. ABAJO IZQUIERDA: LARVA DE - ESCAMOL. ABAJO DERECHA: PREPUPA DE - ESCAMOL.



FOTOGRAFÍA 8. PUPAS DE REINAS (ESCAMOL).



FOTOGRAFÍA 9. VISTA VENTRAL DE UNA REINA Y UN MACHO.



FOTOGRAFÍA 10. COMPARACIÓN DE TALLA ENTRE --
UNA OBRERA Y UNA REINA.

torio, los períodos de tiempo necesarios para que ocurra el cambio de una fase a otra, trabajando con huevos de reinas recientemente fecundadas: "Los huevos de las hembras fecundadas, con temperatura de 32°C y humedad del 70 al 80 % llegaron a larvas en 11 días y a pupas en 17 días; con temperatura de 26°C y humedad relativa del 40 al 50 % tardaron 14 días en volverse larvas" (Fotografía 11).

Reza (11) estudió la duración del desarrollo en el escamol, encontrando que el estado de huevo dura 10 días, el de larva 20 días, el de prepupa 5 días y el de pupa 25 días, de modo que el desarrollo completo de huevo a adulto dura 60 días (Fotografía 12)

En los nidos que se han mantenido en cautiverio durante 3 meses o más, se ha observado que, a pesar de las fugas y la mortalidad, no disminuye la cantidad de hormigas, e incluso se ha llegado a notar, en ocasiones, que aumenta. En los nidos en que no hay fugas y que se han mantenido por períodos largos, este aumento de población es más notorio.

Este aumento de hormigas adultas puede atribuirse a que el enjambre sí pudo completar su desarrollo dentro de este tipo de cajones. Esta afirmación se ve apoyada por el hecho de que la mayor parte del tiempo es posible encontrar en estos nidos algunas hormigas de color claro (café), que seguramente son tenerales.

Paralelamente al aumento de la población, se nota la disminución del enjambre, lo cual es perfectamente lógico. Sin embargo, esta disminución no siempre ocurre sino que, por el contrario, en ocasiones puede notarse cierto aumento. Considerando que estos cajones no tienen reinas (excepto el cajón E), se puede pensar en que hay obreras partenogenéticas. Además en ocasiones hay más hormigas pequeñas que grandes, y en otras ocurre lo contrario, lo cual indica que hay variabilidad de proporciones en la población.

Las 60 observaciones que se realizaron de junio de 1980 a ju



FOTOGRAFÍA 11. ETAPAS DEL DESARROLLO DE LAS OBRERAS—



FOTOGRAFÍA 12. ETAPAS DEL DESARROLLO DE LAS REINAS.

lio de 1982 fueron para estudiar el ciclo biológico en nidos naturales, la mayoría de estas observaciones se hicieron en los centros de Sto. Domingo Aztacameca, Edo. de México; aun cuando también se visitaron nidos en Axapusco, Edo. de México y en Singuilucan y Est. Acopinalco, Hgo.

En los nidos destapados se comprobó si tenían sólo obreras o si había también enjambre, escamol o ambos, poniendo especial atención en buscar a la(s) reina(s). Algunos de los nidos se destaparon varias veces a lo largo de este estudio para tomar datos de los cambios en el tiempo.

Los datos se compararon con el ciclo biológico estudiado en el laboratorio por medio de la observación de nidos mantenidos en cautiverio.

Se encontró que el escamol se produce únicamente una vez al año, de fines de febrero a principios de mayo, según se presente la época de lluvias. Pero normalmente la explotación se realiza principalmente en marzo y abril.

Algunos nidos producen sólo escamol de hembras, otros sólo producen escamol de machos, y otros más, escamol mixto. Cada nido puede explotarse una o dos veces por temporada. La producción varía de $\frac{1}{2}$ litro a 2 litros.

En los nidos que van a producir escamol; puede notarse claramente que a mediados de febrero tienen cúmulos de larvas pequeñas (0.5 mm); posteriormente, en marzo cuando ya puede explotarse, el escamol se compone de larvas medianas y grandes que van de 3 a 9 mm y algunas prepupas (9 mm). A fines de marzo quedan pocas larvas (todas mayores de 5 mm) y hay además prepupas y algunas pupas. A principios de abril la mayoría son prepupas y pupas. A fines de abril hay pupas con diferentes grados de pigmentación y comienza a haber algunos adultos alados, hasta que en mayo todos alcanzan el estado adulto y realizan el vuelo nupcial.

Cabe anotar aquí que se ha llegado a encontrar escamol en otras épocas del año, pero esa es la excepción y no la regla (4).

El patrón de actividad sexual varía bastante de especie a especie, sin embargo, el de *L. apiculatum* se apega al que presenta la mayoría de las hormigas, esto es el apareamiento es por medio del llamado vuelo nupcial, el cual es descrito por Brian (2), de manera general, como sigue: "Los machos y las reinas salen del nido, se encuentran en el aire y copulan. Luego descienden. El macho muere pronto. La reina se desprende sus alas y comienza a buscar grietas en el suelo en las que pueda meterse, o bien, ella -- misma excava, generalmente bajo una piedra. Cada reina colecta suficiente esperma para toda su vida y lo almacena en la espermateca. El principal propósito de estos vuelos es propiciar la fertilización cruzada y la mezcla genética, como en toda reproducción sexual. El éxito de esto será mayor mientras más colonias lo realicen simultáneamente".

En esta especie, el vuelo nupcial se realiza por la mañana - (de 8:00 a 10:30 hs. aprox.) con el cielo despejado, cuando el -- sol ya ha entibiado el ambiente (22 a 24°C), al día siguiente de una fuerte lluvia que haya sido lo suficiente como para mojar el interior del nido (H.R. = 90 % en la tierra que rodea al nido).

Cuando se presentan estas circunstancias salen de los nidos grandes cantidades de obreras que se esparcen por los alrededores del nido persiguiendo a los adultos alados impeliéndolos a volar.

Durante estas observaciones se ratificaron las de Cuadriello (4) que textualmente dice "no se observó que los reproductores de un nido volaran en conjunto. Salían uno por uno para perderse en el aire". Dado lo cual es razonable la suposición de este autor de que las feromonas son muy importantes para la realización de la cópula, que debe ocurrir en el aire.

El vuelo nupcial se realiza en varias ocasiones en una misma

región, ya sea en días seguidos, o hasta con 2 ó 3 semanas de diferencia. Después de que ya se ha iniciado la temporada del vuelo nupcial, es relativamente fácil encontrar bajo las piedras reinas ya sin alas; algunas simplemente excavando. otras ya ovipositando y otras más con larvas, pupas y aun con obreras adultas (dependiendo de la fecha en que hayan volado). A estas reinas se les suele encontrar solas, pero pueden estar por parejas o en grupos de 3 a 6 bajo una misma piedra.

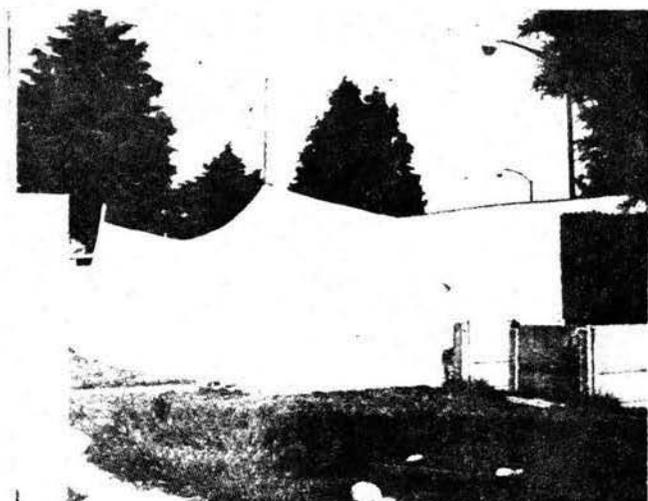
Los datos que se desconocen son:

- a) El número de reinas que existen en cada nido.
- b) Los factores que determinan la aparición del escamol y el sexo de éste.
- c) Si hay obreras partenogenéticas y, en tal caso, si son capaces de producir escamol.

El enjambre se produce durante casi todo el año, pero varía de nido a nido, algunos producen enjambre aun en temporada de escamol. Puede decirse que es más común encontrar nidos con enjambre en los meses que suceden a la producción de escamol (de junio a octubre), disminuyendo notablemente en los meses de noviembre a febrero.

REPRODUCCIÓN.

Los adultos alados (reinas y machos), que se colectaron de 5 nidos, entre abril y mayo (1981), fueron numerados del N.11 al N.15, se liberaron en el interior de la jaula contrufida para la observación del vuelo nupcial, cuyas dimensiones fueron de 8.5 m de lado y de 2.25 m de altura, cubierta con manta de cielo, en cuyo suelo había pequeños magueyes sembrados y piedras esparcidas. Ninguno de los individuos voló a más de 1.5 m de altura y la mayoría lo hicieron a sólo 20 ó 30 cm por lo que se repitió el mismo procedimiento durante varios días hasta agotar cada nido, o bien, hasta que perecían los adultos. (Fotografía 13).



FOTOGRAFÍA 13. JAULA DE MANTA DE CIELO CONS
TRUÍDA PARA EL VUELO NUPCIAL.

No se puede asegurar que haya habido cópula, pero en caso de haberse realizado fue con gran rapidez, sin embargo, algunas reinas descendían y comenzaban a quitarse las alas (la mayoría de los autores considera que cuando una reina se quita las alas es porque ya se ha apareado) algunas de ellas fueron encontradas devorando las alas de uno o dos machos. Otras se encontraron bajo una piedra.

Con la intención de iniciar nuevos nidos, se colectaron las reinas que se despojaron de sus alas y se colocaron en recipientes cilíndricos de $\frac{1}{2}$ litro de capacidad, conteniendo tierra, ramas, azúcar y algodón húmedo. Fueron 20 reinas en total, 16 se colocaron de una en una y las 4 restantes, de dos en dos.

El 90 % de estas reinas ovipositaron, pero todas murieron a más tardar 10 semanas después. Esto se debió a que algunas se cubrieron de moho por la humedad excesiva, otras se resecaron y el 50 % murió sin causa aparente.

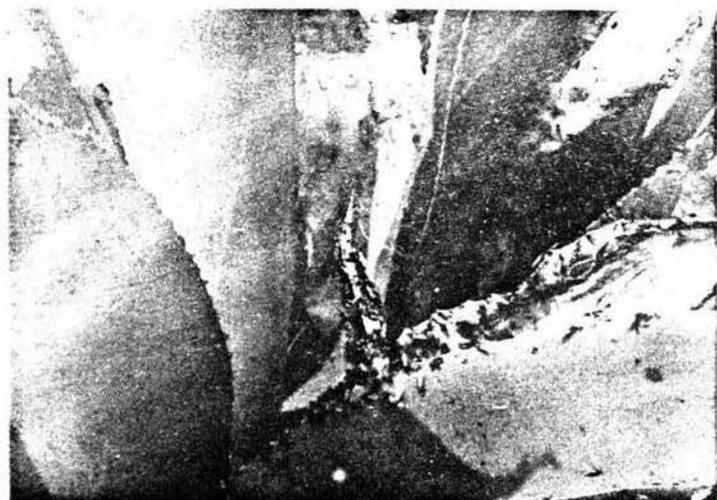
Durante este tiempo no se notó que comieran azúcar, pero sí acudían al algodón húmedo y bajo de él excavaron hasta formar un hueco de aproximadamente 3 cm de diámetro por 2 cm de alto, en el cual colocaban sus huevecillos: dedicaban la mayor parte del tiempo a limpiarlo y acomodarlos.

De las reinas que fueron colocadas por parejas, una de ellas devoró las entrañas de su compañera después de 7 semanas de convivencia pacífica y cuidado de los huevecillos en común.

En las salidas al campo en abril y mayo de 1982, se pudo observar el vuelo nupcial en 3 ocasiones: 21 y 22 de abril y 6 de mayo, encontrándose que éste se realiza cuando la temperatura se encuentra entre 22 y 25 °C (Fotografías 14 y 15). Se aprovechó la salida de los reproductores (reinas y machos) para capturarlos, esto se hizo en 2 nidos mixtos y 2 nidos de machos. Los reproductores capturados se colocaron en una jaula de tul, de forma cilíndrica.



FOTOGRAFÍA 14. SALIDA DE LOS REPRODUCTORES EL DIA DEL VUELO NUPCIAL.



FOTOGRAFÍA 15. ACERCAMIENTO.

drica, de 60 cm de diámetro X 90 cm de altura. En dicha jaula se les colocó alimento y agua como a todos los formicarios y se les instaló al aire libre.

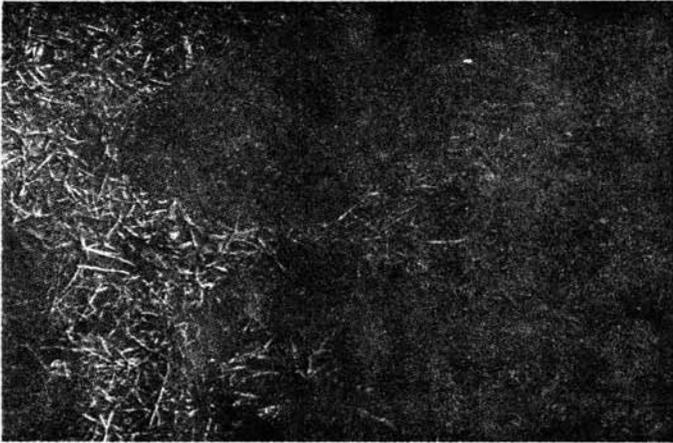
En las 3 ocasiones que se hizo este experimento se abrió la jaula a los 3 días cuando ya habían muerto todos los machos y el 50 % de las reinas, para recoger a las reinas sobrevivientes que ya no tenían alas y colocarlas en grupos de 3 a 5 en cubetas de plástico de 30 cm de diámetro X 35 cm de profundidad. Conteniendo cada uno de estos recipientes tierra, ramas y algodones humedecidos con una solución de benzal al 0.1 %.

Del 27 de abril al 17 de junio de 1982 se obtuvieron 42 reinas sin alas, 18 de las cuales ovipositaron (43 %), posteriormente murieron 26 (entre ellas dos de las que ya habían ovipositado) por lo que no se pudo saber el porcentaje real de reinas apareadas dentro de la jaula. Actualmente sobreviven 16 reinas todas ellas poniendo huevos y algunas tienen ya su primera generación de obreras.

Por otra parte, se capturaron 30 reinas sin alas bajo piedras planas, los días 6 y 7 de mayo y 23 de junio. Algunas de estas reinas estaban ovipositando, así que se recogieron con todo y sus huevecillos (Fotografías 16 y 17). Seguramente todas estas reinas están fecundadas. Estas reinas se colocaron en cubetas en la misma forma que las que se "aparearon" en la jaula de tul.

En total, 28 de ellas ovipositaron (93 %) las dos que no ovipositaron murieron a los pocos días por lo que no se pudo saber si hubieran llegado a hacerlo posteriormente. Más tarde murieron 7 reinas, víctimas del ataque de algunos hongos. Las 21 reinas restantes siguen ovipositando y algunas tienen ya su primera generación de obreras adultas.

Pero no sólo se obtuvieron adultos alados en el campo, sino que también de los nidos cautivos.



FOTOGRAFÍA 16. DESPUÉS DEL VUELO NUPCIAL SE PUEDE ENCONTRAR A LAS REINAS FECUNDADAS BAJO LAS PIEDRAS PLANAS.



FOTOGRAFÍA 17. REINA APAREADA ENCONTRADA BAJO UNA PIEDRA CON SUS HUEVECILLOS.

Como se explica en la Tabla 3' a los cajones A, B, C, F, G, H, I, J y K se les agregó escamol. Mucho se quedó abandonado encima sin que las obreras lo atendieran y pronto murió; pero la mayor parte lo ocultaron y cuidaron sin importar que proviniera de nidos diferentes. Gracias a esos cuidados el escamol completó su desarrollo hasta el estado adulto, comprobándose que es posible obtener en cautiverio reinas y machos alados.

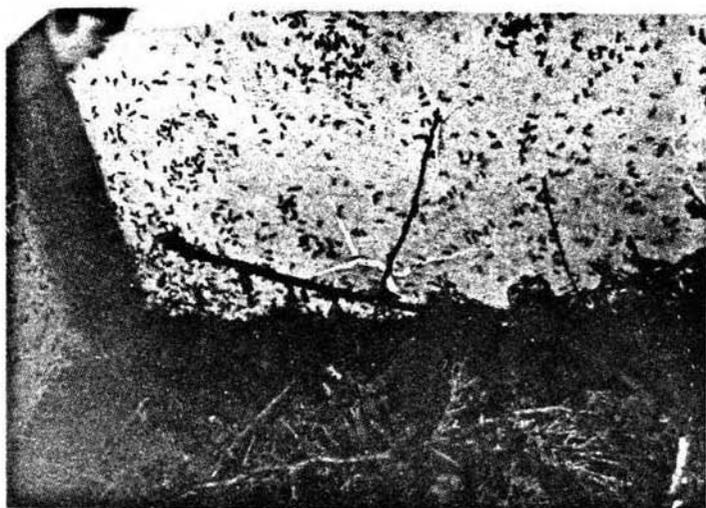
Al igual que en el campo, en algunos nidos, cuando la humedad relativa ambiental supera al 40 %, y la temperatura es mayor de 22°C, aumenta ostensiblemente la actividad del nido y las palomas escalan las paredes del cajón, pretendiendo quizás salir a volar (Fotografías 18 y 19). Nótese que en este caso la tierra no se humedecía con la lluvia ya que los cajones estaban bajo techo.

Aquí también se observó que hay nidos que sólo producen reinas, otros que sólo producen machos, hay también nidos mixtos y, por último, hay algunos nidos que no producen escamol, tal y como lo muestra la Tabla 6.

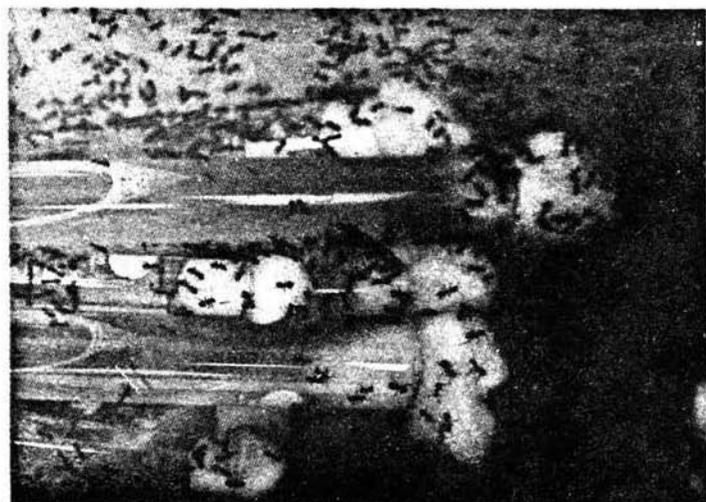
En el cajón D, al cual no se le agregó escamol, no hubo adultos alados, lo cual comprueba que aunque haya obreras partenogénicas no puede producir escamol pues éste sólo puede provenir de huevos fecundados.

En apoyo a esta aseveración está el hecho de que en el cajón E que fue el único nido que se colectó con reina, sí hubo adultos alados a pesar de que no se agregó escamol, o sea que es indispensable que cada cajón contenga por lo menos una reina para que se pueda producir escamol allí mismo.

La cantidad de adultos alados (reinas) en el cajón E fue muy inferior a la de los otros, lo cual se atribuye a que las obreras contaron con poco tiempo para crear una infraestructura suficiente, pero se espera que para el año próximo este cajón produzca una mayor cantidad.



FOTOGRAFÍA 18. OBRERAS Y ADULTOS ALADOS ESCALANDO LAS PAREDES DEL CAJÓN-FORMICARIO.



FOTOGRAFÍA 19. LOS REPRODUCTORES TAMBIÉN SE ACERCAN AL ALIMENTO.

TABLA 6

PRODUCCION DE ADULTOS ALADOS EN CAJONES.

CAJON	PRODUCCION	OBSERVACIONES
A	Reinas y pocos machos	
B	Reinas y pocos machos	
C	Reinas	
D	-----	No se le puso escamol
E	Reinas	No se le puso escamol pero es el único que se colectó con su reina.
F	Reinas	Ninguna pupa de escamol fue abandonada, seguramente por tratarse de individuos del mismo nido.
G	Reinas y machos	
H	Machos	
I	Reinas	
J	Machos	
K	-----	Todo el escamol murió quizá porque le faltó un período previo de adaptación al cautiverio (se colectó ya en temporada) y además se le puso poco escamol.

Debe anotarse que las reinas aladas del cajón E salieron en las mismas fechas que las del campo (primeros días de mayo de --- 1982), pero en todos los demás cajones han salido por fracciones y se ha prolongado el período de principios de mayo a fines de - noviembre.

Las reinas y machos que se han obtenido de los cajones se -- han colocado también en la jaula de apareamiento y se ha esperado a que mueran los machos y las reinas se despojen de sus alas para colocar a éstas en cubetas con tierra como se hizo con las reinas traídas del campo, estas reinas también se encuentran ovipositando.

Durante las observaciones realizadas en este trabajo se ha - notado que los adultos alados, especialmente las reinas, sí comen cuando aun están dentro del nido, esto es, cuando son vírgenes -- (Fotografía 18); pero una vez que se les saca del cajón para pasarlas a la jaula de apareamiento ya sólo acuden a los algodones húmedos (tanto machos como reinas), lo mismo sucede con las reinas que se quitan sus alas y se pasan a recipientes con tierra.

Estas observaciones coinciden con las de algunos autores como Wheeler (15) que dicen que el último alimento de la reina recién apareado son las articulaciones de sus alas, hasta que nace la primera generación de obreras adultas que vayan a traerle alimento.

ALIMENTACIÓN.

Durante casi todo el año, exceptuando diciembre y enero en - que baja mucho su actividad, en los nidos naturales salen y en--- tran 4 ó 5 largas hileras de obreras que se dedican a buscar alimentos. Estas hileras son más bien rectas y pueden presentar varias bifurcaciones en diferentes puntos. Las hileras de obreras-- van de planta en planta siendo especialmente concurridas las raíces con coccidos hipogeos tales como las del maguey pulquero (Aga

ve *atrovirens*), la jarilla (*Senecio salignus*), la escobilla (*Baccharis conferta*), el nopal silvestre (*Opuntia* sp.), el pirul ---- (*Schinus mollis*) y el pino (*Cupressus* sp.). Construyen también caminos subterráneos de hasta 1 m de profundidad.

De algunas de estas plantas no sólo visitan las raíces, sino que también las trepan en busca de cóccidos (ej. maguey y nopal) y de pulgones (ej. jarilla). Del pino chupan la resina de las heridas.

Los hábitos coccidícolos y afidícolos, así como su afición por la resina de los árboles ya habían sido observados desde principios de siglo [14].

Acuden además al aguamiel de los magueyes en producción (*Agave atrovirens*), a las biznagas (*Ferocactus latispinus*) y a los frutos del capulín (*Prunus serotina* spp. *capuli*) que caen al suelo.

A diferencia de las obreras de otras especies nunca acarrear alimentos a excepción de algunos pequeños insectos de los órdenes Diptera y Coleoptera, pero esto es más bien raro. Se les ha visto también atacando y devorando (más no acarreando) a coleópteros de la familia Cetonidae y al gusano blanco del maguey (*Acentrocne me hesperiaris*) que es un lepidóptero de la familia Megathymidae.

La actividad y velocidad de las hileras de obreras aumenta por la mañana conforme aumenta la temperatura pero disminuye -- drásticamente cuando el calor alcanza su máximo (13 a 15 hs.).

Para alimentar a estas hormigas en cautiverio, se llevaron al laboratorio y se les ofrecieron las mismas plantas a que suelen acudir en el campo, pero no las aceptaron porque no se alimentan de ellas sino más bien de los cóccidos que las habitan, los cuales no sobreviven cuando se colocan estas plantas en cajones (la única excepción son los cóccidos de maguey que sí proliferan dentro de los cajones), por esto fue necesario hacer pruebas de -

preferencias alimenticias en cautiverio, para ello, en algunos ni dos cautivos (N.1, N.2, N.3, N.4 y N.5) la dieta fue muy variada de acuerdo con Peterson (9). Los alimentos que se les ofrecieron son los siguientes:

FRUTAS. Melón, mango, fresa, sandía, naranja, perón, mandarina, manzana, plátano y piña.

OTROS ALIMENTOS NATURALES DE ORIGEN VEGETAL. Nopal, calabaci tas, papa cocida, papa cruda, jitomate, zanahoria, cebolla, frijol bayo en polvo, germen de trigo resina de pino (*Cupressus* sp.), caña y jícama.

AZUCARES, MIELES Y MERMELADAS. Mermelada de chabacano, guaya ba en almíbar, miel de abeja al 25 %, miel de maguey "Mayahuel" - al 25 %, miel "Karo" al 10 % y al 20 % y azúcar refinada.

OTROS ALIMENTOS DULCES. Gelatina de durazno en polvo, gelati na de durazno preparada, jalea de membrillo, flan casero.

ALIMENTOS PREPARADOS CON HARINA DE TRIGO. Harina, galletas - "Ritz", pan molido, galletas marías, bizcocho.

CARNES. Hígado de res frito, pescuezo de pollo cocido con penca de maguey, costilla de res frita, barbacoa, sardina en salsa de jitomate, insectos varios.

OTROS. Mantequilla, manteca, levadura, queso blanco, queso - panela, yema, clara, huevo entero crudo, penca de maguey con cócidos.

Los alimentos líquidos, excepto el huevo, se ofrecían en tubos de ensaye tapados con algodón, estos tubos se colocan inclinados dentro de una caja de petri, así el algodón siempre se mantiene húmedo y las hormigas pueden acudir a él para beber.

La yema de huevo, la clara y el huevo crudo batido con azúcar se untaba en un papel que se colocaba en una caja de petri.

Los alimentos sólidos se ofrecían en cajas de petri. En caso de alimentos con alto contenido de humedad, se ponían sobre papel filtro y se les colocaban varitas encima para que las hormigas pudieran caminar sin adherirse a ellos. El azúcar se ponía sobre papel filtro y con la caja de petri ladeada para evitar que las hormigas se ahogaran en la miel que se formaba cuando los formicarios se mantenían muy húmedos.

El agua a más de colocarse en tubo de ensaye, se ofrecía en un algodón empapado sobre una caja de petri.

Los primeros meses se cambiaba el alimento 3 veces por semana, pero poco a poco se fue haciendo menos frecuente, hasta que llegó a hacerse cada semana, debido a que aceptaban los alimentos fermentados.

Se encontró que las hormigas cautivas, al igual que en el campo, casi nunca acarrear nada de comida a pesar de que sí podrían hacerlo ya que son capaces de transportar varitas y tierra e incluso al enjambre y al escamol, exceptuando pequeños trozos de melón.

La actitud de las hormigas ante el alimento es muy variable ya que un alimento que en un principio no consumen, después de ofrecérselo varias veces, llega el día en que lo devoran. Lo contrario también suele suceder.

Siempre son más florecientes los nidos cuyas hormigas comen más. Es posible que el apetito esté directamente relacionado con la temperatura y con los períodos de iluminación solar, ya que en dos ocasiones se colocaron formicarios en la parte más calurosa del cobertizo y las hormigas comían más y en mayor variedad, a más de mostrarse más activas y atender a un mayor número de crías

A pesar de esta variable actitud ante los alimentos, se contabilizó el número de veces que se les vió acudir a cada alimento llegando así a los resultados que se presentan en la Tabla 7. La clasificación en 3 grupos corresponde al orden de sus preferencias, de acuerdo con la frecuencia con que acudían a cada alimento; y el asterisco señala los alimentos que fueron aceptados en todos los nidos.

Se comprobó que aceptan y quizás prefieren los alimentos fermentados. Comen más en la sombra. El azúcar la toman casi a diario ya sea seca o humedecida por la humedad del cajón. Del melón prefieren la pulpa que esta unida a la cáscara, la cual devorarán ávidamente, la pulpa que está junto a las semillas la dejan para el último y, a veces, la cubren con tierra, favoreciendo el desarrollo de algunos hongos. Durante estas pruebas se observó que acuden a la miel de abeja y a la de maguey casi siempre que les son ofrecidas. Ocasionalmente comen parénquima de maguey.

Prefieren caminar sobre el algodón húmedo que acudir al tubo con agua, aunque también lo visitan.

Una vez que se han adaptado al cautiverio, las hormigas acuden a diario a los cóccidos del maguey, los cuales se propagan no toriamente, seguramente con la ayuda de las hormigas.

Con base en los estudios de preferencias alimenticias, estos, tomando en cuenta los alimentos marcados con asterisco en la Tabla 7, se hizo una selección de alimentos de modo que, los nidos de los cajones de acrílico (N.16 a N.34, segunda fase del experimento), se alimentaron en forma invariable con:

Miel de abeja al 25 %, miel de maguey "Mayahuel" al 25 %, azúcar y melón. El agua se ofrecía también en las dos formas descritas.

A partir del 27 de enero de 1982 se agregaron además agua -

TABLA 7
PREFERENCIAS ALIMENTICIAS

NIDO	I	II	III
N.1	*coccidos del maguey *melón pera	*azúcar	*miel de abeja al 25%
N.2	*azúcar barbacoa *melón *miel de abeja al 25%	galletas marías harina insectos jitomate mermelada de chabacano pan molido resina de pi no	bizcocho calabacita cocida clara de huevo cocida mermelada de fresa migajas de pan penca de maguey *miel de maguey al 25%
N.3	*miel de abeja al 25% *miel de maguey al 25%	*azúcar barbacoa penca de ma guey *coccidos de maguey	*melón resina de pino
N.4	*azúcar barbacoa bizcocho frijol de bayo en polvo *melón *miel de abeja al 25% plátano	*coccidos zanahoria	
N.5	*azúcar barbacoa *coccidos manzana *melón *miel de abeja al 25% *miel de maguey	mandarina mermelada de fresa resina de pi no yema de huevo	cebolla galletas "Ritz" guayaba en almibar harina hígado de res huevo jamón jitomate levadura mango *miel Karo al 25% papa cocida penca de maguey plátano queso blanco queso de puerco

*ALIMENTOS ACEPTADOS EN TODOS LOS NIDOS

miel y la dieta de Bhatkar, A. 1970 citada por Singh (12) cuya -- composición es la siguiente: 10 g de agar, 1,000 ml de agua, 1 -- huevo, 1 cápsula de "Viterra Plus" (Pfizer) y 1 gráega de "Tera-- gran y Minerales" (Squibb).

En un principio todos estos alimentos se renovaban una vez -- por semana, de acuerdo a lo descrito anteriormente; sin embargo, -- conforme las hormigas se fueron adaptando a las nuevas condiciones, su apetito se fue incrementando, de modo que fue necesario proporcionarles raciones mayores de todos los alimentos, e incluso renovarlos más frecuentemente; 2 veces por semana durante la mayor -- prte del año, y 3 veces por semana de febrero a mediados de mayo.

A estos nidos también se les colocaron pequeños magueyes concóccidos ya que éstos sí se desarrollan y proliferan dentro de los cajones y son muy apreciados por las hormigas para su alimentación.

El aguamiel les "gusta" tanto que no se ha podido determinar la cantidad que les satisfaga, ya que se toman toda la que se les ponga.

El melón siempre está tapizado de hormigas, lo mismo que el algodón del tubo de miel de abeja.

En algunos nidos, su gusto por el azúcar disminuye conforme -- pasa el tiempo, aunque en otros se mantiene ese gusto y siguen comiéndola a diario.

A la miel de maguey "Mayahuel" en algunos nidos sólo acuden -- eventualmente, en especial cuando se les terminan los otros alimentos, sin embargo otros nidos sí la consumen con regularidad, sobre todo después de un tiempo de acostumbrarse a ella.

La dieta de Bhatkar es devorada en algunos nidos, bien accepta da en otros y rechazada en algunos más.

Al algodón húmedo acuden en forma masiva cuando la temperatura es alta, y nunca dejan de visitarlo.

MORTALIDAD.

Observando los nidos cautivos se notó que los cementerios los forman en los rincones más soleados y, por lo tanto, más secos de la tierra, sin embargo, de cuando en cuando los colocan sobre algunos alimentos, los cuales se indican en la Tabla 8. El grupo I corresponde a los alimentos que utilizaron más veces como cementerio, el grupos II corresponde a los alimentos que usaron sólo ocasionalmente.

En dicha tabla puede advertirse que colocan sus cadáveres en alimentos muy secos que, en cierta forma son análogos a la tierra (azúcar, harina, pan molido, etc.). En otros casos, se trata de alimentos con alto contenido de humedad (flan, calabacita cocida, etc.) por lo que puede pensarse que en estos casos se trata de desecar tales alimentos y de construir puentes donde puedan pararse para consumirlos.

A pesar de que los colores del enjambre son blanco, amarillo y beige, de acuerdo al grado de desarrollo, en los cementerios de nidos artificiales hay algunas ocasiones pupas rojas (muertas) -- mientras que en los nidos naturales no. Esto puede deberse a la toxicidad que algunos de los alimentos ofrecidos pudiera ocasionar o a que en este medio proliferan bacterias que en condiciones naturales no existen o no se manifiestan.

Durante el tiempo que sobrevivieron en cautiverio los nidos N.2, N.4, N.5, N.6 y N.8, periódicamente se recogían y contabilizaban los cementerios formados en ellos. El método que se llevó a cabo fue el siguiente:

- Se dividía cada cementerio en muestras de 2 g, cada una de las cuales se esparcía en una cartulina dividida en 100 cuadros -

TABLA 8

ALIMENTOS EN QUE COLOCAN SUS CEMENTERIOS

I	II
azúcar	calabacita cocida
galletas "Ritz"	flan casero
harina	huevo
mango	jícama
pan molido	manzana
	yema

de 2 cm por lado.

- Usando una tabla de números al azar se escogían 15 cuadros y en cada uno de ellos se contaba el número de cadáveres, contando adultos e inmaduros por separado.

- Los resultados así obtenidos se extrapolaron al 100 %. El tamaño de la cuadrícula y el porcentaje contabilizado de cada muestra (15 %) se determinaron empíricamente mediante ensayos comparados con cuentas totales.

Con esta contabilización semanal de cementerios se encontró que en un principio, cuando se instala un nido en forma artificial hay mucha mortalidad, después disminuye paulatinamente, hasta ser prácticamente despreciable.

Los cementerios se contaron en los primeros nidos, esto es, en aquellos que se mantuvieron en cajones de vidrio que, como ya se explicó, permitían la fuga de las hormigas, por lo tanto estos nidos duraron poco tiempo en observación. Los datos obtenidos de ellos sólo sirven para darnos una idea de la cantidad de hormigas que pueden tenerse en un cajón que contenga parte de un nido natural.

La Tabla 9 reporta en forma global el número de muertos por nido. Estos datos nos muestran que en los primeros nidos colectados se tuvieron cautivas poblaciones de tamaño muy variable de 2,178 hasta 21,738, eso es sin contar los individuos que lograron escapar, sin embargo, del nido N.16 en adelante, las fugas se evitaron por completo por lo que se considera que los cajones que los contienen cuentan con más de 10,000 individuos, sin conocerse hasta ahora ningún dato exacto al respecto.

La mayoría de las hormigas muertas se encuentran íntegras pero existen algunas descuartizadas, lo que hace pensar en que exista canibalismo, o por lo menos luchas internas. De hecho se han podido observar algunas luchas cuya agresividad ha sido lo bastante

TABLA 9
MUERTOS/NIDO.

NIDO	PERIODO DE OBSERVACION	OBRERAS		REPRODUCTORES		TOTAL
		PUPAS	ADULTOS	PUPAS	ADULTOS	
N.2	4/ago. - 24/oct./'80	936	9,546			10,482
N.4	8/sep. - 24/oct./'80	14	2,164			2 178
N.5	15/sep. - 6/nov./'80	3,247	9,258			12,505
N.6	3/oct./'80 - 5/jun./'81	269	3,637		282	4,188
N.14	1 - 30/jun./'81	5,960	15,778			21,738
N.8	27/nov./'80 - 7/mar./'81	1,426	3,541			4,967
N.12	15/abr./'81 - 15/may./'81	4	96	22	53	175

te para provocar el destazamiento de algunos individuos, pero esto ha sucedido entre hormigas procedentes de diferentes nidos.

Por otra parte también se ha observado canibalismo entre las reinas, pero esto ha ocurrido en un porcentaje muy pequeño (2 %) - y es necesario hacer más estudios para establecer las causas de dicho fenómeno.

COMPORTAMIENTO EN CAUTIVERIO.

La observación de los nidos cautivos fue lo que absorbió la mayor parte del trabajo práctico de la primera fase de este estudio, obteniéndose gran cantidad de informes conductuales que se resumen en este capítulo.

El desarrollo y el cuidado de las crías se realizan en forma similar al de la mayoría de las hormigas. Todas las crías son atendidas por las obreras desde que se encuentran en el estado de huevo hasta que se transforman en adultos. Las obreras alimentan, asean y transportan a las crías de un lugar a otro, de manera que siempre se encuentran en las condiciones de humedad y temperatura más favorables. Las protegen de la luz y de sus enemigos naturales. Además las ayudan en su transformación auxiliándolas a salir de sus mudas. Huevos, larvas y pupas son de color blanco pues casi nunca son expuestos a la luz directa gracias al cuidado de las obreras.

En el microscopio estereoscópico se ha observado que las larvas son alimentadas por las obreras de boca a boca con líquidos regurgitados (trofalaxis) y quizá esta sea la única forma en que lo hacen ya que las obreras casi nunca acarrear alimentos sólidos.

Cuando se han colocado obreras con enjambre, escamol o ambos, y no se les ofrece alimento se ha observado que las obreras pinchan algunas larvas y prepupas para alimentar con ellas a las demás.

Todas las mañanas (7:00 a 9:00 hs.) suben a su huacalito, el cual estaba colocado a la vista sobre la tierra, a las crías y -- las bajan por la tarde (13:00 a 16:00 hs.). Las pupas más adelantadas (color café) las suben más tarde y las bajan más temprano -- que a las demás. En día airoso y nublado no sacan el enjambre o sa -- can muy poco.

Algunos nidos, al ser colocados en cajones-formicario ya no -- hacen uso de su huacalito sino que prefieren colocar su enjambre -- en ramas de sabino (*Cupressus* sp.) con hojas frescas, aunque tam -- bién lo hacen en otras ramas. Poco a poco van llenando estas ra -- mas de varas y tierra pero nunca les queda el aspecto de un verda -- dero huacal.

Siempre tienden a colocar a las crías en masa. Esto se hizo -- más evidente cuando una segunda colecta de crías fue agregada al -- nido N.5, lo que ocasionó que cambiaran de lugar a las primeras -- crías para colocarlas con las segundas que eran más.

Su actividad y velocidad siempre aumentan con el aumento de -- temperatura. Cuando la temperatura ambiental llega al máximo (en -- tre las 13:00 y las 14:00 hs.) está todo el enjambre afuera pero -- casi no se puede ver por la gran cantidad de obreras que hay aten -- diéndolo.

Al levantar la tapa de un formicario o simplemente al asomar -- se a través de la malla hay gran alarma en todo el nido por lo -- que todas las hormigas incrementan la velocidad de sus movimien -- tos, a veces incluso comienzan a ocultar a las crías. Lo mismo su -- cede cuando se les ilumina directamente con una lámpara, sin em -- bargo, no podría afirmarse que se ocultan siempre de la luz ni -- que eviten estrictamente que ésta incida sobre las crías.

En todos los nidos colocados en los formicarios de vidrio hu -- bo muchas fugas ya que las hormigas se escapan por cualquier pe -- queño orificio, para ello les basta el espacio que queda entre la

tapa y la caja o el que queda donde están las bisagras.

La frecuencia con que se realizan las fugas es muy alta al principio y poco a poco va disminuyendo hasta que, en algunos nidos, aun los más activos, desaparecen. Sin embargo, es común que en un nido en que no se hayan presentado fugas en varias semanas, repentinamente se realice una de grandes proporciones. Por lo general, muchas de las hormigas que escapan regresan a los formicarios de modo que se forma un flujo de hormigas en ambos sentidos (entrada y salida) pero siempre es mayor el número de hormigas que sale por lo que cada vez hay menos hormigas en los nidos.

Aunque se llegan a observar fugas desde las 7:30 hs., son poco comunes antes de las 10:00 hs. y en caso de ocurrir son pocas las hormigas que escapan y lo hacen además a una velocidad lenta. La mayoría de las ocasiones en que las hormigas se escaparon la temperatura ambiental era superior a los 22°C y, en todo caso, nunca inferior a los 13°C, es decir, dentro del mismo rango de temperatura en que generalmente salen a forrajear en el campo.

Las hormigas que escapaban de diferentes cajones peleaban encarnizadamente al encontrarse entre sí, ya que el camino que establece un nido generalmente lo siguen otros y se revuelven. Pero estas peleas sólo se realizaban los primeros días, posteriormente transitaban pacíficamente.

Las hormigas que escapaban de un mismo nido formaban caminos que recorrían las orillas de los cobertizos. Frecuentemente se detenían a "lamerse" unas a otras y a tocarse con las antenas tal y como lo hacen en el campo.

El problema de las fugas se corrigió en las cajas de acrílico y gracias a ello los nidos N.16 a N.34 aun están en observación. Estos nidos se mezclaron tal y como se describe en la Tabla 3 comprobándose que los miembros de diferentes nidos pueden convivir pacíficamente e incluso trabajar en beneficio de una misma co

munidad, tras un periodo de adaptación de 2 ó 3 semanas durante las cuales hay muchas luchas.

DISCUSION .

Cuadriello (4), presenta en su trabajo una interesante discusión acerca de las posibles causas que determinan la aparición -- del escamol, planteando la hipótesis de que "los factores alimenticios y/u hormonales son los determinantes en su aparición, actuando sinérgicamente con los factores genéticos". Asimismo, toma en cuenta, que por lo menos parte de su alimentación es cíclica - anual y que las condiciones presentes en el mes de mayor son las óptimas para la realización del vuelo nupcial. Esta observación - se ve apoyada por el hecho de que cuando uno sale al campo a fi-- nes de abril y principios de mayor puede encontrar machos y rei-- nas aladas de diferentes especies de hormigas. Por otra parte, el autor citado, da indicios para suponer que el determinismo de los sexos está dado por el microambiente dentro del nido.

Cuadriello (4), coincide con los campesinos en considerar que los nidos que no producen escamol en la temporada no lo hacen por que aun son muy nuevos y, por lo tanto, tienen pocas obreras asi-- que se dedican primero a producir más obreras y a agrandar el ni-- do para producir escamol hasta el año siguiente.

Esta aseveración se ve confirmada por los resultados obteni-- dos en el único nido con reina (N,20) ya que sí produjo escamol - pero en una cantidad muy pequeña, debido seguramente a que el nú-- mero de obreras era insuficiente asi como el tiempo con que conta-- ron para acondicionar su nido en el cajón-formicario que se les - asignó.

Además, la práctica realizada por los campesinos que explotan el escamol de sustituir o incrementar el "huacalito" o panal con-- ramas y yerbas para favorecer la producción de escamol indica que la superficie de oviposición está directamente relacionada con la producción de escamol y aun de enjambre, ya que mientras mayor - sea el número de obreras, mayor será la cantidad de escamol que - podrán atender.

El número de reinas por nido no ha sido determinado hasta la fecha por ninguna de las personas que han trabajado con la especie, ya que en la mayoría de las ocasiones en que se abre un nido no es posible localizar ni una sola reina, debido seguramente a que su(s) cámara(s) está(n) muy bien resguardada(s) y separada(s). A pesar de esto, Cuadriello (4) supone que "en la formación de una nueva colonia interviene solo una hembra fecundada", sin embargo no da suficientes argumentos para tal suposición.

Durante la presente investigación se encontró una sola reina en el período anterior a la formación del escamol (enero de 1982), lo cual no indica que en ese nido (N.20) no existieran más reinas. Además debe tomarse en cuenta el hecho de que es frecuente encontrar a las reinas recientemente fecundadas conviviendo en grupos de hasta 6 individuos bajo una misma piedra.

Por otra parte, en condiciones de laboratorio se ha visto que 2 ó más reinas fecundadas pueden convivir pacíficamente. Sin embargo, esta no es una regla sin excepciones pues algunas reinas llegan a destrozar a sus compañeras (2 a 3 %). Asimismo, cabe suponer que varias reinas convivan y procreen hasta que el nido tenga una población de cierto tamaño y entonces luchan para quedarse como únicas.

Los nidos de *L. apiculatum* se ubican generalmente entre las raíces de algunas plantas debido a que allí pueden refugiarse, al mismo tiempo que alimentarse con cóccidos hipogeos y mantenerse con cierto grado de humedad pero sin encharcarse.

Considerando las vegetación característica de los lugares donde se encuentran los nidos de esta especie, así como la altitud, se puede inferir que seguramente es más abundante de lo que se supone ya que dicha vegetación y altitud es muy común en muchos cerros del centro de la República. De hecho, existen noticias de que algunas personas procedentes de diferentes Estados (San Luis Potosí, Durango, Tlaxcala Querétaro) conocen a esta hormiga pero-

no tienen noticias de que pueda explotarse para su consumo como alimento. Por su parte, Wheeler (14) trabajó con ejemplares colectados en: Volcán de Colima (2,300 m de altura), Pinos Altos, Chih (2,500 m), Durango, Dgo. (2,500 m) y en muchos lugares del sur de Estados Unidos (1,300 a 2,500 m).

El presente trabajo demuestra que sí es posible mantener nidos de hormigas escamoleras en cautiverio si se les proporciona suficiente espacio (alrededor de 100 cm³), tierra, ramas para construir su nido, ventilación y, por supuesto, alimento.

La necesidad de ventilación se pudo satisfacer mediante el empleo de tapas de malla metálica de 16 hilos/cm ya que como se observó en el campo esta hormiga requiere de un medio húmedo pero no saturado, y además de esta forma los nidos se mantienen en contacto directo con las condiciones climáticas naturales.

En la observación de los nidos que se han tenido en cautiverio, se pudo constatar que cada uno tiene una personalidad propia, única y definida. Por lo que se refiere a la agresividad los miembros de algunos nidos son mucho más agresivos que los de otros y, en algunos casos, son capaces de pelear aun estando en desventaja de número y de tamaño. Pero por otra parte, es posible lograr que miembros de diferentes nidos convivan y formen una sola colonia, en todo lo que este concepto representa, después de un período de convivencia.

En general, los nidos más agresivos son también los de hormigas más activas, pero esto no es una regla. Los nidos más activos son aquellos que trabajan más notoriamente en la construcción del nido, atienden a un mayor número de crías y consumen más pronto el alimento. Sin embargo, cabe anotar que esta actividad es una característica de la etapa de desarrollo en que se encuentre el nido.

Con base en las observaciones de los nidos cautivos, se considera que la llamada "alimentación seleccionada" satisface las demandas de esta especie por las razones que se dan a continuación:

a) Incluye alimentos naturales a los que ellas acuden normalmente cuando se encuentran en libertad: aguamiel y magueyes con cóccidos.

b) "Mayahuel" que es el resultado del procesamiento del aguamiel.

c) Alimentos dulces del gusto de la mayoría de las especies de hormigas como son melón, azúcar y miel de abeja. Esta última rica en aminoácidos y vitaminas, elaborada por insectos del mismo orden.

d) Está complementada con la dieta de Bhatkar que a más de la miel de abeja incluye vitaminas y huevo (colesterol), proporcionando así los cofactores y precursores hormonales que pudieran necesitar para su desarrollo y reproducción.

e) Por otra parte, el agua se proporciona de manera accesible y sin humedecer peligrosamente el interior del nido.

El hecho de que gusten de los alimentos fermentados es una gran ventaja si se piensa realizar la cría masiva de estos insectos, ya que esto hace que no sea necesario cambiar los alimentos con mucha frecuencia. También es ventajoso que puedan ser mantenidas con alimentación invariable, especialmente cuando se trata de alimentos fáciles de conseguir durante todo el año.

Durante este experimento se mantuvieron vivas las colonias cautivas, se comprobó que el enjambre sí puede desarrollarse hasta el estado adulto y que incluso es probable que la población de obreras pueda incrementarse por el proceso de partenogénesis. En-

apoyo a estas observaciones cabe citarse la declaración de Wheeler (15): "algunas obreras se vuelven capaces de ovipositar cuando reciben abundante alimento"

Se considera que la mortalidad que existe en los nidos cautivos no es un factor negativo para la cría de este insecto, ya que después de un período de adaptación las poblaciones siempre van en aumento.

Es probable que los machos y reinas colectados en 1981 no hayan volado debido a que, en los nidos en que se liberaron no había las condiciones climáticas necesarias pues estos organismos se sacaron del interior del nido antes de que ellos salieran libremente, y quizás ni siquiera se aparearon aunque las reinas se hayan despojado de sus alas, pues los huevos que pusieron nunca se desarrollaron, y además todas ellas murieron lo cual quizá también pueda atribuirse a la falta de fecundación.

En contraposición a esto están las reinas que se capturaron vírgenes el día del vuelo nupcial (en 1982) y se pusieron junto con los machos en una jaula de apareamiento. Estas reinas sí se aparearon, por lo menos en un porcentaje ya que tuvieron prole.

En este trabajo se hizo la importante comprobación de que sí es posible obtener adultos alados en cautiverio y que además su temporada de emergencia es más prolongada que en el campo, esto se puede atribuir a que cuentan con abundancia de alimento durante todo el año y no en forma "cíclica anual" (aunque sí es necesario administrarles una mayor cantidad en la primavera, debido a que vacían más pronto los recipientes). Este desfazamiento puede ser muy ventajoso pues alienta a pensar que es posible cambiar la periodicidad de esta especie hasta quizás lograr la producción de escamol durante gran parte, sino es que todo el año, con lo cual resultaría costeable su cría artificial.

Estos adultos alados obtenidos en cautiverio aparentemente --

fueron capaces de percibir las condiciones climáticas necesarias para salir a volar. Dentro de la jaula de apareamiento mostraron gran actividad pero no se ha comprobado que todas se hayan apareado pues aunque las reinas se despojaron de sus alas y están ovipositando, en algunos casos, los huevos no se han transformado en larvas.

Como estos cajones se encuentran en la sombra, se considera que para que las hormigas "sepan" que es día propicio para el vuelo no es importante que reciban los rayos del sol, como afirma -- Cuadriello (4), ni que el vuelo se realice en las primeras horas de la mañana (8:00 a 10:00 hs.) para aprovechar los rayos solares de onda corta, sino más bien es importante que la temperatura rebase los 22°C, ya que en los cajones han salido a volar incluso a las 13:00 hs. cuando la temperatura es favorable. En 86 ocasiones en que se observó el vuelo éste siempre ocurrió cuando la temperatura era mayor de 22°C y la humedad relativa ambiental, alta (mayor de 40 %) para individuos cautivos. Sin embargo habría que -- checar si realmente son estos factores lo que lo propician. La aparente asociación con el fenómeno pluvial quizá podría explicarse en términos de radiaciones solares o fotoperíodo ya que se ha visto que no es posible propiciar el vuelo con sólo rociar la tierra del nido.

Como los resultados obtenidos dan indicios de que para que se produzca escamol dentro de los cajones es necesario que haya una reina, se sugiere que, para aprovechar los nidos que ya se han adaptado al cautiverio, se les agregue una o varias reinas cuya -- fertilidad esté comprobada. Claro que se corre el riesgo de que esta reina no sea aceptada y resulte muerta, pero vale la pena hacer algunas pruebas ya que si se espera a que las reinas que se tienen ovipositando formen una colonia lo suficientemente grande como para que pueda producir escamol, es posible que pasen 2 ó 3 años antes de que esto ocurra (según observaciones en el campo, -- propias y de los campesinos).

En el campo aparecen muy pocos nidos nuevos cada año, a pesar de la gran producción de adultos alados por nido, esto es debido entre otras cosas a los enemigos naturales de las reinas tales como hormigas de otras especies que las devoran cuando están buscando un sitio propicio para iniciar su nido (Fotografía 20), y algunos hongos que las atacan cuando se encuentran ovipositando bajo alguna piedra. Otro factor que limita la proliferación de los nidos es la explotación de escamol por el hombre.

Por lo anterior se ha pensado en la posibilidad de que si no se llega a realizar una cría masiva sí se puede intentar la repoblación de nidos de escamol en el campo, transplantando reinas -- que ya estén siendo atendidas por sus primeras hijas para evitar el ataque de los hongos, y colocándolas bien protegidas de otros insectos. Por supuesto que antes de llevar a cabo todo esto habría que hacer estudios a fondo.



FOTOGRAFÍA 20. REINA ATACADA POR HORMIGAS DE OTRA ESPECIE.

CONCLUSION.

Los resultados obtenidos de los estudios hasta ahora realizados indican que las hormigas de escamoles (*Liometopum apiculatum* Mayr) sí se adaptan al cautiverio si se les coloca en las condiciones descritas y alimentándolas a base de mieles, azúcar, melón y la dieta de Bhatkar. En esta forma es posible lograr que produzcan enjambre durante todo el año, y, si se les coloca junto con su reina, también pueden producir escamol. Además hay indicios para suponer que, bajo condiciones controladas, es posible alargar la temporada (y por lo tanto, la cantidad) de producción de escamol.

Con estos resultados sí se puede pensar en implementar una industria para la producción masiva de este insecto, pero no sin antes conseguir:

- 1) Que sobreviva una mayor proporción de reinas fecundadas.
- 2) Que los nidos ya adaptados al cautiverio acepten adoptar una o varias reinas para que así los nidos produzcan escamol desde el primer año de su colecta
- 3) Que se alargue la temporada de producción de escamol.

Una vez logrados estos tres puntos, el siguiente paso sería realizar estudios de costeabilidad al mismo tiempo que se buscaría la manera de optimizar recursos.

Si los resultados de dichos estudios fueran favorables entonces sí se procedería a proyectar una industria de producción de escamol.

A más de la cría masiva también se puede pensar en propiciar el aumento relativo de nidos en el campo. En este caso no sería necesario dar alimentos y atención a las hormigas, excepto durante la primera fase de formación del nido. Para llevar esto a cabo sería necesario:

- 1) Implementar la metodología.
- 2) Comprobar si estos nuevos nidos obtenidos en laboratorio pueden adaptarse a las condiciones naturales.
- 3) Analizar a fondo los efectos ecológicos que esta repoblación de nidos pudiera causar sobre la región en que se realicen.

RESUMEN .

Los escamoles son las formas inmaduras de las reinas y machos de las hormigas de la especie *Liometopum apiculatum*, Mayr. Con los escamoles se preparan ricos platillos que son muy nutritivos-pues contienen 62.66 % de protefnas cuya calidad es superior al patrón FAO. Debido a estas cualidades se decidió realizar un estudio preliminar para realizar la cría masiva de este insecto. El diagrama que se presenta al final esquematiza la forma en que se desarrolló la investigación.

I) Se colectaron obreras + enjambre para hacer pruebas de preferencias alimenticias y estudiar los hábitos en cautiverio. Las pruebas de preferencias alimenticias sirivieron para seleccionar una dieta y el estudio de los hábitos, para diseñar cajones-formi carios adecuados.

II) Trabajando con los cajones especiales y alimentándolas -- con la dieta seleccionada las obreras se reprodujeron por partenogénesis.

III) Al no haber escamol por falta de reinas se agregó escamol del campo.

IV) Se colectaron obreras con su reina y se alimentaron con la dieta seleccionada. Las obreras proliferaron. La reina produjo poco escamol pues las obreras no tuvieron suficiente tiempo para construir cámaras de cría.

V) Se colectaron obreras con escamol y se alimentaron con la dieta seleccionada. Las obreras proliferaron y el escamol se desarrolló.

VI) Se colectaron obreras adultas con enjambre y con escamol, se alimentaron con la dieta seleccionada. Tanto el enjambre como el escamol se desarrollaron.

VII) En todos los casos el escamol se desarrolló hasta el estado adulto obteniéndose reinas y machos.

VIII) Conforme emergían las palomas se colocaban en la jaula de apareamiento. Cuando se tenía mayor número de reinas que de machos, las reinas que no se apareaban se guardaban en el refrigerador (4°C) y se sacaban cuando había mayor número de machos que de reinas (los machos no soportan el enfriamiento).

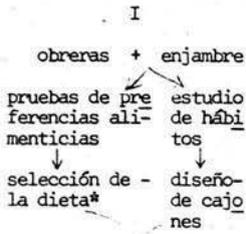
IX y IX') Las reinas fecundadas obtenidas en el laboratorio o colectadas en el campo se colocaron en cubetas con tierra en donde ovipositaron y tuvieron a su primera generación de obreras.

X) Algunas de las reinas que ya tienen su primera generación de obreras se introducirán en nidos ya adaptados al cautiverio para que, en caso de ser aceptadas, produzcan escamol desde el primer año, pues van a contar con un nido ya construido. Si esto resulta se deberán hacer estudios de costeabilidad para proyectar la cría masiva de este insecto.

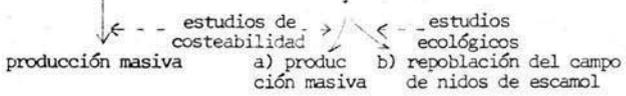
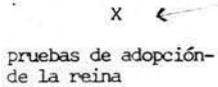
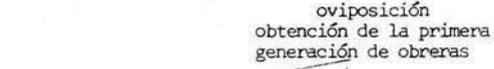
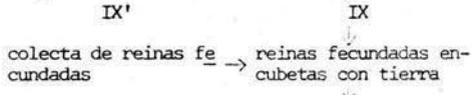
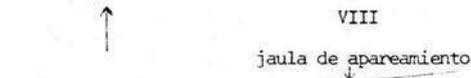
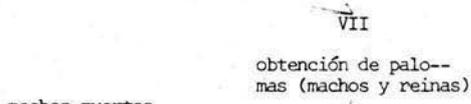
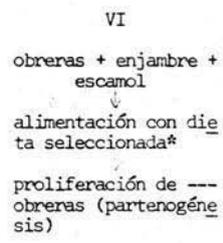
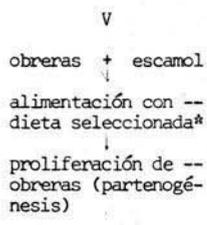
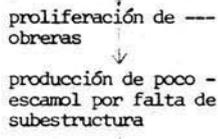
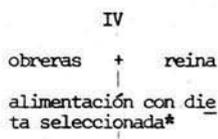
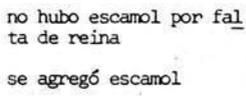
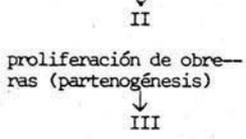
XI) Con los nuevos nidos se puede:

a) Si lo del apartado (X) no resulta se puede intentar la cría masiva con estos nuevos nidos.

b) Se puede intentar aumentar relativamente el número de nidos en el campo después de analizar el impacto ecológico que esto pudiera tener sobre la región.



1a. fase



BIBLIOGRAFIA CITADA.

- 1) Borror, D. et al. 1976. An Introduction to the Study of Insects. 4th ed. Holt, Rinehart and Winston, U.S.A.
- 2) Brian, M. 1977. Ants. William Collins Sons & Co. Great Britain.
- 3) Creighton, W. 1950. The Ants of North America. Bull. Mus. Comp. Zoo. 104.
- 4) Cuadriello, J. 1980. Consideraciones Biológicas y Económicas acerca de los Escamoles (Hymenoptera Formicidae). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias U.N.A.M., México.
- 5) Forel, A. 1902. Variétés Myrmécologiques. Ann. Soc. Ent. Belgique. 46:293.
- 6) Mayr, G. 1852. Beschreibung einiger neuer Ameisen. Verhand. zool. bot. Ver. Wien., Bd. 2: 144.
- 7) Oliva, M. 1974. Venga Ud. a Comer con Nosotros. Hidalgo Turfístico, (8-9):21
- 8) Panzer, G. 1798. Fauna Insect., V. P. 2: 54.
- 9) Peterson, Alvah. 1964. Entomological Techniques: How to work with insects. Los Angeles, Calif. 90007 U.S.
- 10) Pino, J. 1978. Composición Química de algunas Especies de Insectos comestibles del Edo. de Hidalgo. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M.
- 11) Reza, A. 1923. Recursos Alimenticios de México de Origen Animal poco Conocidos. Memorias de la Soc. de Alzate, 44: 1-22.
- 12) Singh, Pritam. 1977. Artificial Diets for Insects, Mites and Spiders. ---IFI/PLENUM. New York U.S.A.
- 13) Skaife, S. 1964. Las Hormigas. Aguilar. España.
- 14) Wheeler, W. 1905. The North American Ants of the Genus Liometopum, Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 21: 321-333.
- 15) Wheeler, W. 1910 Ants. Their Structure, Development and Behavior. Columbia University Press. New York and London.
- 16) Wilson, E. 1971. The Insect Societies Harvard University Press. Cambridge.