



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

OBTENCION DE UNA SUSTANCIA PROMO-
TORA DEL CRECIMIENTO DE HONGOS,
QUE SECRETAN LAS HORMIGAS.

ISAURA JOSEFINA CARMEN SOTO MARIN

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

1977



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Tesis 1977
378
379



QUIMICA

A mis padres:

Javier Soto

Josefina Marin de Soto

por su cariño, comprensión

y apoyo durante

mi carrera y mi vida.

A mis hermanos:

J.Q. Fco. Javier Soto Marin.

J.I. Hector David Soto Marin.

Por el apoyo moral que

siempre me han brindado.

A mi Abuela y tía Paterna

Isaura Soto M

Otilia Soto M

por su compañía

y cariño.

A mi esposo
J.I. Alfredo Lozano G.
por su amor, comprensión
y compañía que siempre -
me ha dado y compartimos
durante toda la vida.

A mis hijos
Nayhely
El futuro bebé
que significan todo
para mi.

A mi directora de
Tesis.
Q. Natalia Salcedo.
Olavarrieta.

PRESIDENTE: Q. NATALIA SALCEDO OLAVARRIETA
V O C A L : Q. F. B. MAGDALENA ACOSTA SEGURA
SECRETARIO: Q. F. B. LILIA VIERNA DE GARCIA
1er. SUPLENTE: Q. F. B. MERCEDES LASSALA
2o. SUPLENTE : Q. F. B. BEATRIZ LUNA DE M.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: FACULTAD DE QUIMICA. LABO-
RATORIO DE MICROBIOLOGIA.

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL SUSTENTANTE: ISAURA JOSEFINA CAR--
MEN SOTO MARIN.

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL ASESOR DEL TEMA: NATALIA SALCEDO
OLAVARRIETA.

I N D I C E

Pág.

I.- INTRODUCCION	1
2.- GENEROS DE INSECTOS QUE CULTIVAN HONGOS	
2.1. Especies animales que cultivan hongos.....	4
2.1.1. Géneros de hormigas que cultivan hongos..	5
2.1.2. Localización geográfica. Antecedentes.....	7
2.1.3. Usos y aspectos generales de <u>Attines</u>	15
2.2. <u>Atta sexdens</u>	16
2.3. <u>Atta cephalotes</u>	20
2.3.1. Estadios en el nido de <u>Atta cephalo -</u> <u>tes</u>	23
2.4. Características generales de <u>Attines</u>	26
2.4.1. Las crías.....	31
2.4.2. Otras colonias características.....	36
2.4.3. El nido y los jardines.....	38
2.4.4. Los Hongos.....	49

3.- METODOLOGIA.	
CRIANZA DE HORMIGAS Y DESARROLLO DEL HORMIGUERO.	
3.1. Obtención y origen de hormigas que cultivan hongos.....	58
3.2. El hormiguero.....	63
3.3. Desarrollo del hormiguero.....	65
4.- EXTRACCION DE LA SUSTANCIA PROMOTORA DEL CRECIMIENTO DE HONGOS	
4.1. Feromonas.....	70
4.2. Desarrollo experimental.....	70
5.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	73
6.- BIBLIOGRAFIA.....	76
6.- NOTAS.....	74

CAPITULO I

INTRODUCCION

El estudio de hongos ha sido desde hace muchos años un tema de interés biológico, estas plantas que carecen de clorofila y pigmentos fotosintéticos, viven sobre otros organismos o en restos de materia orgánica, siendo ésta una forma de dependencia del hongo. Muchos insectos son similarmente dependientes de hongos, a tal grado que cuidan y fundan un verdadero jardín de éstos, regulando el crecimiento de la planta de acuerdo a sus propias necesidades especializadas.

Existen varias especies de insectos que viven exclusivamente asociados con especies de hongos, y en una verdadera relación simbiótica.

En algunos casos la relación es de comensalismo: el comensal vive en el conducto digestivo del insecto permitiendo que este asimile material que el mismo no puede digerir. Esta relación suple los constituyentes esenciales en los cuales son deficientes la dieta de los insectos, tal como nitrógeno y vitaminas. Otras asociaciones pueden servir además para otras funciones.

En algunos casos los insectos activan el crecimiento de hongos depositando pedazos de hojas finamente partidas sobre éstos, regulando así su crecimiento.

Los insectos que viven en simbiosis con un organismo microbiano se clasifican en dos grupos. En el primer grupo el hongo, bacteria o protozooario vive en los insectos ya sea en el conducto alimentario o en células especializadas. En el otro grupo el hongo es cultivado en el nido del insecto.

Esta tesis se relaciona con este segundo grupo, o sea, el cultivo de hongos por insectos, específicamente el cultivo de hongos por hormigas del género Atta. Esta relación ha sido estudiada desde hace más de un siglo, sin embargo, el tema permanece abierto en la investigación.

El objeto de establecer la simbiosis en el laboratorio es estudiar cómo estos insectos regulan el crecimiento de los hongos por medio de mecanismos hormonales; y poder establecer la estructura de la feromona, la cual es la responsable de generar el crecimiento de estos jardines.

La importancia de este estudio se basa en que una vez conocida la estructura de la hormona promotora del crecimiento del hongo, se podría continuar el estudio y en trabajos subsecuentes obtener un fertilizante sintético, para hon -

gos comestibles y de otras especies vegetales. Otra derivación de este trabajo para el futuro sería, la posibilidad de usar hongos que son dañinos a ciertos insectos como un medio selectivo para convertir las plagas. Como ejemplo se tiene la plaga de hormigas del género Atta las cuales constituyen un peligro para la agricultura en climas tropicales. Ambos puntos requieren más conocimientos acerca de la relación entre insectos y hongos benéficos.

Otra posibilidad para el futuro, es el estudio de la regulación del crecimiento de los hongos en los jardines por los insectos, pudiendo detener el crecimiento por medio de sustancias antibióticas las cuales podrían ser utilizadas por el hombre ya sea como insecticidas, como fármacos, etc...

CAPITULO 2

GENEROS DE INSECTOS QUE CULTIVAN HONGOS.

2.1 Especies animales que cultivan hongos.

El crecimiento de hongos cultivados por insectos muestra un panorama interesante y variado por lo que se refiere a insectos que los cultivan.

Las especies que sobresalen principalmente son las hormigas de diferentes géneros, y de menor importancia, pero también con un alto rendimiento en peso de hongos cultivados, los escarabajos y termitas.

El género representante de escarabajos es Ambrosia, altamente perjudicial, debido a que establece su nido en madera de construcción; es considerado una plaga mundial. Este insecto cultiva hongos del género Ascomycetes y hongos imperfectos o Deuteromycetes.

Las termitas, igualmente dañinas, se encuentran principalmente en regiones tropicales de Africa y de Asia. Los géneros principales son: Macrotermes y Odontotermes cuyas cons

trucciones alcanzan una altura hasta de 9.15 metros y el género Microtermes que es subterráneo completamente y presenta numerosos jardines de hongos en el interior del nido. Los hongos que cultivan son de varios géneros, pero los más abundantes son Termitomyces en una gran variedad de especies, los que se encuentran únicamente en nidos de termitas. La técnica de cultivo y los fines para los cuales se establece el jardín son los mismos para las hormigas y los insectos citados.

También existen, en un tercer plano, mosquitos-cultivadores de hongos, los cuales parasitan el tallo de un vegetal para hacer su nido, presentando el vegetal habitado una especie de tumor en cuyo interior se encuentran hongos y crías del mosquito. Las especies más importantes son Asteromyia, que se asocia al hongo Sclerotium asteris en EE UU, y Asphondylia cytisii asociada al hongo Dyplodia en EE UU y Europa.

2.1.1. Géneros de hormigas que cultivan hongos.

El estudio de estas hormigas data de muchos años, y así se tiene que en 1758 fueron estudiados aspectos generales de las Attines por Linnaeus, y en 1804 Fabricius le dió el nombre al género Atta. En 1818 Latreille les llama hormigas Oecodoma (por el aspecto sobresaliente que presentan --

los soldados de cortar hojas) y este nombre fue usado por -- los naturalistas jóvenes como Bates, Belt y Smith en Latino -- América, quienes escribieron artículos interesantes sobre las cortadoras de hojas. Actualmente se les conoce en la literatura con el nombre de Atta. Mayr, en 1862-1865 les dió los nombres genéricos de Cyphomyrmex, Apterostigma, Sericomyrmex y Acromyrmex y el fue el principal contribuyente a la clasificación. En las figuras (1, 2 y 3) se muestra un bosquejo de -- alas, cabeza y diferentes características de las hormigas.

Muchos géneros de hormigas se alimentan de hongos que ellas cultivan únicamente y que hacen crecer con un -- sustrato preparado por ellas y específico para el tipo de organismo deseado.

Recíprocamente la prueba de dependencia de estos hongos se puede observar cuándo al retirarse las hormigas el hongo muere, apareciendo en su lugar otra especie o un vegetal adaptado que tuvo su origen en el hongo del jardín.

La parte vital del hormiguero son las hormigas, en este caso la tribu Attine y es en los jardines de hongos -- en donde se encuentra la habitación de la reina y las crías.

A pesar de la diversidad en la morfología de -- las especies, el desarrollo y cuidado de los jardines son simi

lares para todas las variedades. El crecimiento de los hongos se distingue desde el corte de las hojas. Todos los miembros de esta tribu subsisten en la naturaleza solamente gracias a los hongos que cultivan; pero en la tribu hay algunas que son cortadoras de hojas y otras no.

Los hongos crecen sobre los pedazos de hojas -- cortadas más recientemente y de tamaño apropiado o bien, sobre el excremento del insecto.

Las cortadores se caracterizan por trasladarse de un lugar a otro en filas bien conformadas, y a menudo si -- guiendo el rastro, sin perder la formación se les ve cortando -- hojas, flores y tallos que se encuentran a su camino, ellas -- son miembros muy importantes de la colonia y pertenecen a los -- géneros Acromyrmex y Atta y de menos importancia los géneros -- Trachymyrmex y Sericomyrmex que también pueden cortar hojas y -- flores.

2.1.2. Localización geográfica. Antecedentes.

La tribu tiene una localización bastante extensa, desde aproximadamente 40° de latitud norte a 44° de latitud sur. Figura (4). La importancia económica de las especies -- Atta tienen un pequeño rango. Figura (5 y 6).

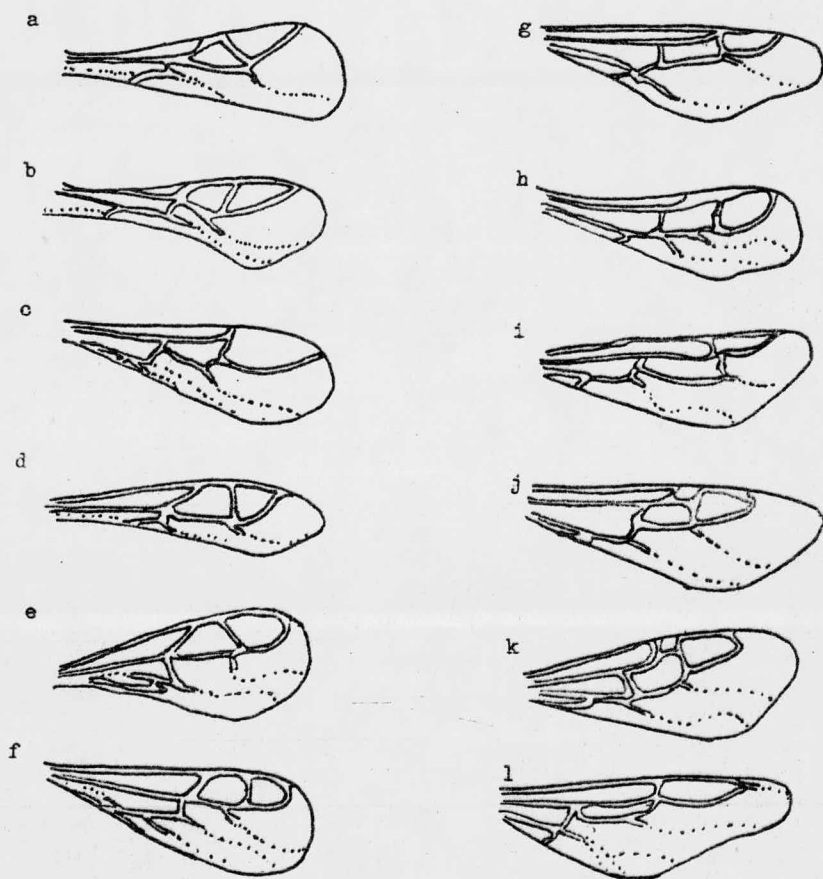


Fig. 1. Alas representativas del género. (a) Cyphomyrmex rimosus Spinola. (b) C. bigibbosus Emery. (c) Mycetophylax conformis. (d) Mycocephurus manni Weber. (e) Myrmicocrypta buenzlii - Borgmeier. (f) Apterostigma robustum Emery. (g) Sericomyrmex urichi. (h) Trachymyrmex cornetzi Forel. (i) T. urichi Forel. (j) Acromyrmex (Moellerius) landolti pampanus Weber. (k) A. octospinosus Reich. (l) Atta Sexdens. (52).

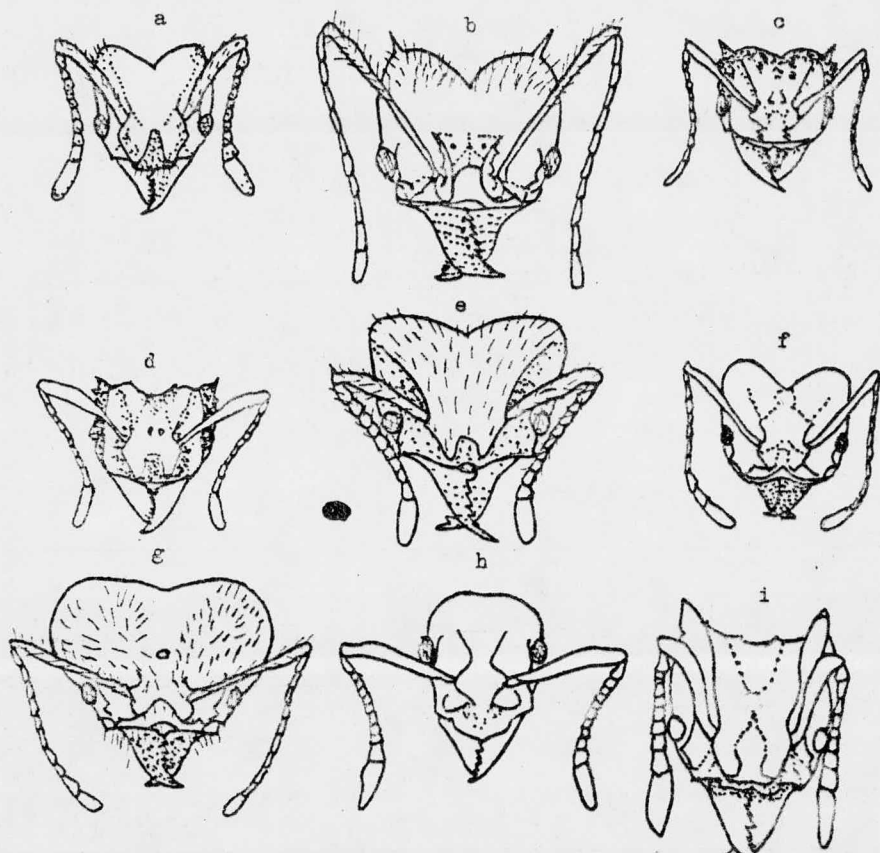


Fig. 2. Cabezas representativas de especies de géneros. (a) Micetophylax conformis (Mayr); cabeza 0.89 mm. (b) Atta cephalotes opaca Forel; cabeza 4 mm. (c) Trachymyrmex jamaicensis E. André, cabeza hembra 1.8 mm. (d) t. jamaicensis, obrera, cabeza .5 mm. (e) Sericomyrmex urichi Forel, cabeza 1.5 mm. (f) - Acromyrmex (Moellerius) landolti Forel; cabeza 2.2 mm. (g) - Atta cephalotes opaca, soldado, cabeza 5.8 mm. (h) Apterostigma calverti Wheeler; cabeza 1.6 mm. (i) Cyphomyrmex Emery; cabeza 1.3 mm. (Las medidas incluyen las mandíbulas.). (52).

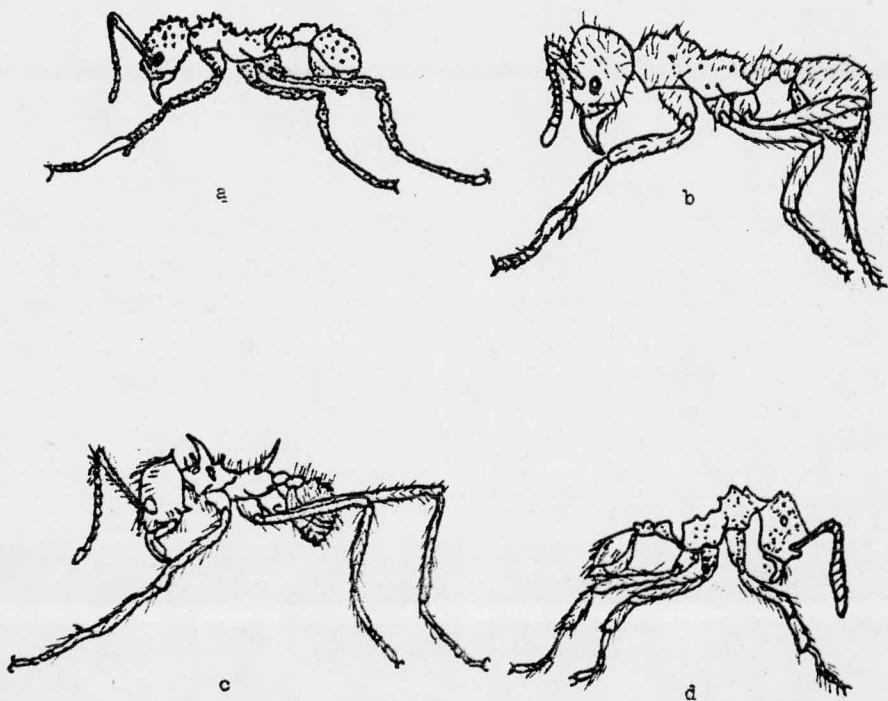


Fig. 3. Bosquejo que representa hormigas obreras (la longitud es la medida del ángulo pronotal anterior al epinotal posterior). (a) Trachymyrmex arizonensis Wheeler, longitud 4.5 mm. (tórax 1.6 mm). (b) Sericomyrmex urichi; longitud 3.5 mm (tórax 1.5 mm). (c) Atta cephalotes opaca; long 7 mm (tórax—2.8 mm). (d) Myrmicocrypta ednaella Mann; longitud 2.3 mm (tórax 0.85 mm). (52).



Fig. 4. Distribución de Attine
En América. (52).



Fig. Distribución de Atta
en América. (52).

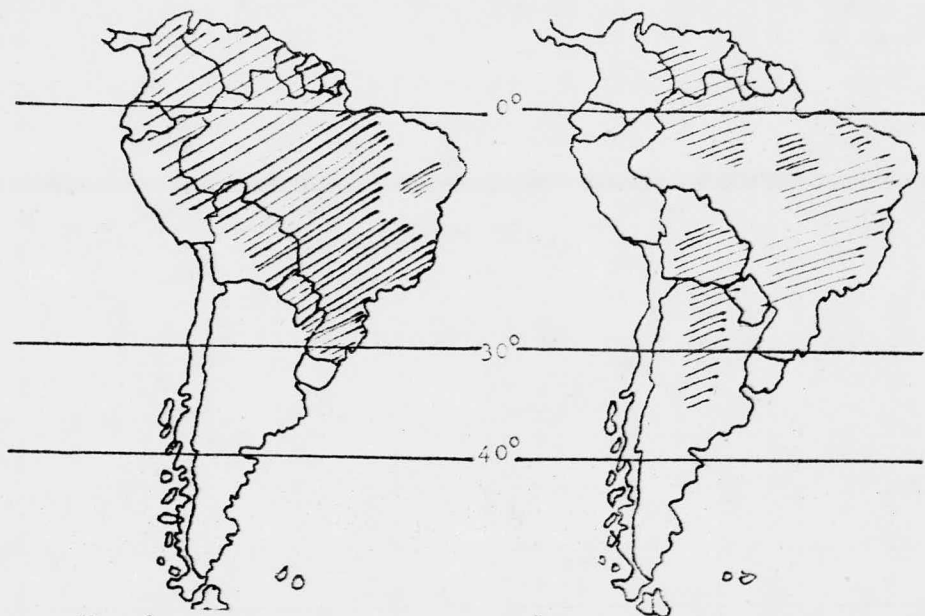
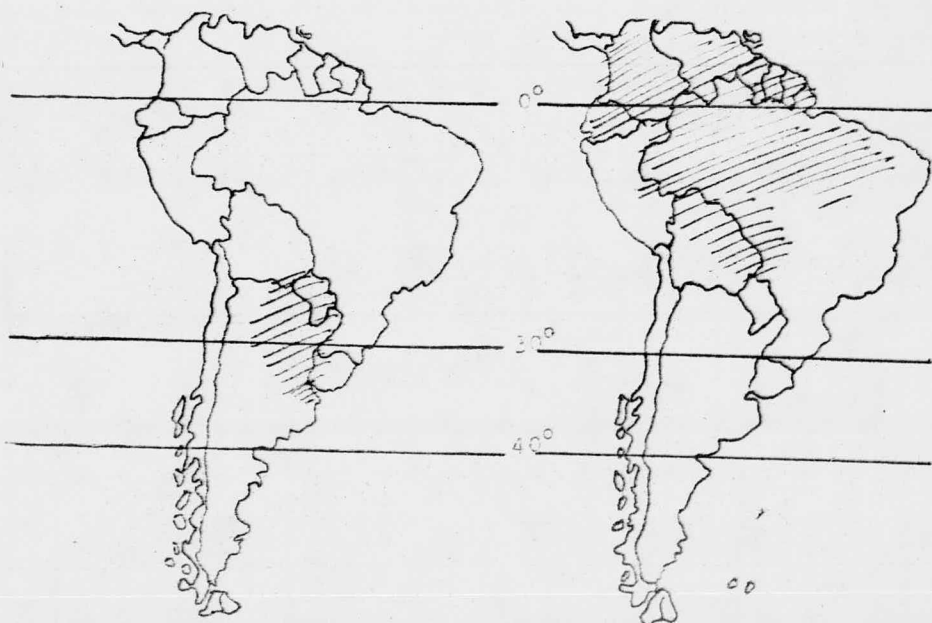


Fig. 6. Distribución de especies Atta en América del Sur. (a) A. sexdens L. Las especies son también originarias de las partes secas y la parte oeste de Panamá. (b) A. laevigata F. Smith, especie originaria de las partes secas de sudamérica (c) A. vollenwenderi Forel, especie originaria de las partes centro y sur del continente. (d) A. cephalotes L., la especie también se extiende a través de América Central y México. (52).



Están pinnipalmente distribuidas y son conocidas en los campos de América del Sur, aunque hay regiones de las áreas Andinas donde no se encuentran.

En 1868 Thomas Belt descubrió el crecimiento de hongos por hormigas (1). Pero él no realizó estudios más de tallados debido a que creyó que el hongo crecía naturalmente en la humedad subterránea del hormiguero. Más tarde las conclusiones de Belt despertaron gran inquietud en Alfred Moeller (2) quién en compañía de sus colaboradores Iherng, Sampaio Goeldi, y Huber (3,4) muestran la dependencia de las hormigas sobre los hongos y dicen que esta dependencia es transmitida de una generación a otra. Moeller presenta pruebas de que el hongo es sexual o se encuentra en estado de producción o fructificación y de aquí viene el nombre de Rozites gonglyophora.

En el siglo XVIII Eciton llevó especímenes de Atta cephalotes L. y A. sexdens de Guianaa Europa, y sus cargamentos, que tenían gran cantidad de hormigas obreras, podían compararse con un ejército. Estas hormigas son originarias de América tropical, aunque la mitología dice que antes ya se encontraban en América Central.

Tan pronto como los españoles llegaron al Nuevo Mundo mandaron notas a España describiendo las grandes destrucciones ocasionadas por hormigas, las cuales probablemente-

eran de Acromyrmex o Atta.

En 1559 Fray Bartolomé de las Casas describe el fracaso experimentado en el crecimiento de árboles de yuca y cítricos debido a que las hormigas hacen sus nidos con el follaje de estos árboles, y describe que eran " blancos como nieve " (probablemente se refería a los jardines de hongos y suscrías). Los desastres ocasionados por hormigas fueron creciendo a tal grado que la reina de España dictó un artículo para prevenir su introducción a Trinidad, España (6). Pero sin embargo las hormigas siguieron su curso y se extendieron a todo lo largo del territorio español.

En los países de Latino América estas hormigas entran dentro de la clasificación de plagas animales debido a que su concentración afecta el rendimiento de plantas importantes. Por ejemplo, en la ley de Argentina dictada en 1909 se consideró que podrían ser plagas las " hormigas coloradas" y "hormigas negras ". Estas fueron identificadas más tarde como Atta sexdens y Acromyrmex lundii (Guerrero).

Cuando las hormigas fueron consideradas legalmente como plagas animales, el gobierno se encargó de poner en práctica métodos para la exterminación. También mide la incidencia anual de estos animales y el daño que hacen, y esta información la distribuye libremente. Por otra parte, los expertos ensayan la represión de plagas con nuevos métodos, pero —

sucede que un método que es eficaz para combatir a Atta en un país, no lo es para otro país, debido a diferencia de tierra, clima y otras variables.

2.1.3. Usos y aspectos generales de Attines.

En Sudamérica y la India Central se usa mucho la hembra como alimento; y en estas regiones no se duda que las hembras grandes de Atta llenen los requisitos de valor nutricional que tiene el huevo. Frecuentemente se consumen en forma de una pasta consistente y de aroma suave.

De igual importancia es el impacto de estas hormigas en el abono de la tierra (11)

En las áreas de los bosques tropicales lluviosos pocos animales y raíces de árboles alcanzan profundidades muy por abajo de la superficie de la tierra, y en estos sitios es donde más cantidad de materia orgánica en forma de jardines de hongos produce el género Atta dentro de sus nidos. Esta materia orgánica hace posible la multiplicación de grandes cantidades de bacterias, nemátodos, insectos y otros organismos que pueden solamente existir en subterráneos. Estos microorganismos son usados por las hormigas como sustrato para el cultivo de sus jardines. También en estas regiones se encuen-

tran más pequeños y menos importantes de Attines.

Estudios recientes hechos en Trinidad sobre estas especies demuestran que cada hormiguero mide 2 m³; aunque en América llegan a tener extensiones desde 15.25 metros de diámetro hasta hectáreas y alcanzan mayores profundidades (12). El tamaño y número de los jardines de hongos que presentan los nidos son la principal contribución de estas hormigas a la fertilidad de la tierra lo cual reviste considerable importancia.

En estudio realizado por científicos connotados, se considera que estas son las únicas hormigas que construyen su nido por medio de horadaciones hasta grandes profundidades, y através de los subterráneos establecen cámaras. Las cámaras más profundas generalmente las llenan con hongos, como hece el género Atta. En las pampas fértiles de Argentina se nota la presencia de un nido de Acromyrmex por un rico crecimiento de plantas (11).

2.2 A t t a s e x d e n s .

La Attine más conocida y económicamente más importante es Atta sexdens L. junto con su subespecie A. rubropilosa Forel. Estas son las especies más estudiadas en Brasil.

El investigador Huber (1) observó con detalle - la fundación de la colonia desde un principio, y observó a la hembra, a las larvas y a las primeras crías, alimentarse consumiendo huevos recientemente puestos por las mismas hormigas.

Huber consideró que se consumió el 90% de los - huevos puestos en un término aproximado de 40 a 60 días antes de aparecer la primera obrera; pusieron cerca de 50 huevos diariamente durante este período. Otro investigador Autuori (3) - distinguió claramente huevos puestos y alimentados por dos - - reinas. Los huevos producidos y alimentados al iniciarse la colonia fueron grandes y más esféricos que los resultantes de - - las hormigas de estos mismos huevos. La hembra se alimenta de los huevos puestos por ella misma o los da a comer a las pri - meras larvas. La anatomía e histología interna de la hembra le permite poner dos tipos de huevos (15). La espermateca de la - hembra fertilizada tiene capacidad para contener de 200 a 300 - millones de espermatozoides como resultado de una fertiliza - - ción de 3 a 8 machos (16).

Durante cinco años sucesivos se observó el vuelo nupcial y la preparación inicial del nido por las hembras, y - fue entonces, cuando ocurrió la salida de las primeras obre - - ras. El intervalo medio entre el vuelo nupcial y la salida de las obreras fue de 87.2 días, variando de 72 a 93.9 días en - un año. Un factor significativo en el tiempo requerido para -

el desarrollo es la temperatura, y Eidmann (4) dió como límite 18.5 y 25°C para la maduración del jardín, de acuerdo con la profundidad. Las obreras usan el hormiguero originalmente abierto por la hembra.

El tiempo medio de desarrollo resultante del examen de un número de colonias jóvenes fue como sigue: período de preovoposición, 5 días; incubación, 22 días; período larval, 22 días; período pupal, 10 días.

Las obreras aparecen entre el cuarto y décimo mes y las soldados hasta el vigésimo segundo mes.

El número de entradas rápidas al hormiguero se incrementa en el segundo año; por ejemplo para tres colonias el número de entradas es 63, 113 y 53 en el segundo año, y para el mes 38 el número se ha incrementado a 853, 984 y 1071, respectivamente. Betancourt (17) usa este dato para estimar el tamaño de la colonia. El dió el número de aberturas en el terreno como una curva logarítmica.

$$N = \frac{1000}{271737 e^{-0.42 t + 1}}$$

donde N = a hoyos o aberturas totales; e = logaritmo natural base e; t = número de meses desde el principio de la construcción del hormiguero, y 1000 = número de hoyos teórico superior. El tamaño máximo de 1000 aberturas coincide con el comienzo de formas sexuales.

Autuori abrió un hormiguero de 47 meses de -- edad un día antes del vuelo nupcial, este hormiguero tenía -- 1027 cámaras de las cuales 390 tenían jardines de hongos y -- hormigas. Allí se encontraban 38,481 machos y 5,339 hembras, o sea, una proporción de machos a hembras de 7.2 a 1. Enormes cámaras a una profundidad de 12 cm fueron usadas como basureros y cementerios. A 90 cm de altura y 120 cm de diámetro se encontraron 1491 Coleópteros adultos y 15 Dípteros adultos, 56 Hemípteros y 40 Moluscos 4 Reptiles, y un Pseudoscorpiónida.

Autuori siguió un nido durante 77 meses hasta -- que se produjo el vuelo nupcial tres años después.

Midió la tierra suelta del hormiguero antes de que el nido fuera excavado; medía 22.72 m^3 y pesaba aproximadamente 40,000 Kg. En este nido había 1920 cámaras, 296 ce -- menterios y basureros, 157 cámaras con tierra floja, 248 con -- jardines de hongos y 1219 vacías. Las cámaras vacías iban a -- ser usadas para albergar las formas sexuales antes de su maduración y antes del vuelo nupcial.

El peso de 184 jardines de hongos de varias formas fue de 15 a 2250 g, un jardín común pesa 300 g. Se calculó que durante la vida de la colonia se usaron 5,892 Kg. de vege -- tación fresca en el hormiguero que tenía 12.4 partes de sus -- trato fresco por una parte de desecho de sustrato.

La mortalidad de las hembras sucede en seguida del vuelo nupcial, y esto fue determinado por excavación en los nidos antes de la formación de las colonias y al abrir las entradas. Autuori concluye que más o menos el 97.5% de las reinas muere dentro de los 100 días posteriores al vuelo. El 99.95% de las hormigas jóvenes son destruidas por causas naturales en 15 meses. El período crítico en la vida de la colonia fue dividido en cuatro fases (i) al bajar del vuelo nupcial a tierra, 30 a 60 minutos; (ii) al excavar el túnel y hacer las primeras cámaras, 6 a 8 horas; (iii) las reinas que permanecen en las cámaras cuidando a las primeras crías, 80 a 100 días; (iv) las hormigas que vienen de las primeras aberturas a las segundas, 15 meses.

En recientes estudios se ha concluido que es imposible liberar extensas áreas de colonias de Atta. Lo mejor es estudiar la erradicación de hormigas en áreas limitadas que se puedan examinar periódicamente en un lapso de 3 a 6 meses.

2.3. A t t a c e p h a l o t e s .

De segunda importancia en Brasil y de primera en México tropical es Atta cephalotes. Pero es de mayor importancia en Suriman (18), Guayana Británica (19), Venezuela (10), Perú (20) y Panamá (21), las especies muestran diferencias ecológicas. A. cephalotes antes nunca habitaba en áreas de densos bosques.

Los nidos de Atta cephalotes son similares a los de Atta sexdens, éstos tienen un sistema extensivo de canales que permiten el intercambio de aire. De 75 jardines de hongos fundados en un hormiguero maduro, 44 pesaron entre 100 y 300 g (18). En apariencia los jardines y los hongos son idénticos a los de A. sexdens (Fig. 7).

Recientes estudios de colonias jóvenes de Atta cephalotes, conocidas antiguamente en Trinidad, permiten estudiar los estadios (12). Estos estadios muestran un desarrollo acelerado por encima de Atta sexdens en el sur de Brasil (22), debido probablemente a una alza de temperatura y a algunos aguaceros. En Trinidad se tomó la temperatura y resultó 25 a 26°C en los primeros 10 a 50 cm. de profundidad, bajo la sombra en donde la joven colonia fue localizada. (23).

2.3.1. Estadios en el nido de Atta cephalotes.

Segundo estadio.— En la parte externa del hormiguero se construye una pequeña torre de granitos de tierra suelta (10 a 15 cm de altura) y se distingue de las torres de otros insectos y animales por el gran tamaño de la abertura. En ella primero sólo hay un túnel-cámara y cuando éste se termina se puede comenzar otro. Solamente trabajan las obreras de tamaño pequeño y mediano. Las cargas introducidas pueden extenderse en pequeñas porciones en diversas direcciones. La duración del segundo estadio es del segundo al cuarto mes.



Fig. 7.- Encrucijada hecha por una gran colonia de Atta cephalotes, a la cual se ha venido siguiendo desde sus inicios. Esta se extiende dentro de las áreas en donde se pueden cortar hojas. Parte de la carga tuvo un espesor de 30 cm. (52).

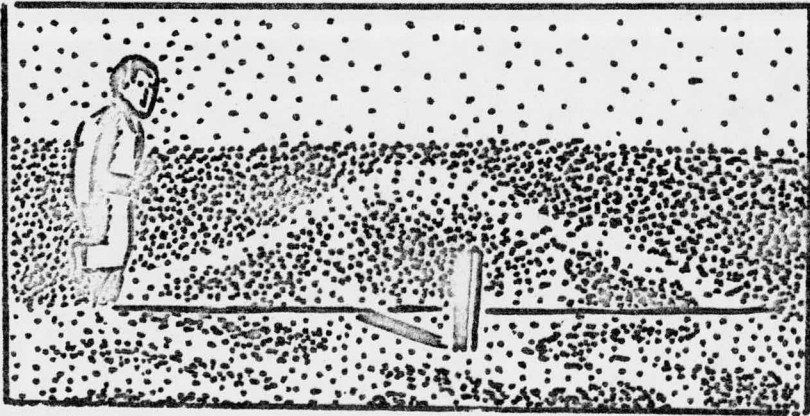


Fig. 8.- Nido de Atta vollenweideri en el margen sur meridional de la región de Atta, Provincia de Santa Fe, Argentina. (52).

Tercer estadio.— La chimenea original aumenta para formar un cráter o cono por el incremento de la tierra excavada. Allí hay solamente todavía una entrada. Con la tierra suelta se forma un depósito en la vecindad más inmediata de la abertura original. Las dos cámaras-túnel son aumentadas a 3 ó 4, Por entonces la colonia esta formada solamente de 1000 obreras, algunas de las cuales son soldados pequeños. Se forman pocos cargamentos pero más definitivos. La duración de este tercer estadio es del cuarto al séptimo mes.

Cuarto estadio.—El número de cráteres aumenta de 1 a 2, 3 ó más. Uno de éstos es una torre, son más bien cráteres bajos, de construcción del tipo de muchas especies de hormigas excepto por su tamaño, 20 a 40 cm de diámetro. Cada cráter representa una entrada al hormiguero. Durante este cuarto estadio se empiezan a producir los soldados. La duración es del séptimo al décimo mes.

Quinto estadio.—Una o dos veintenas de cráteres y un número correspondiente de entradas y jardines de hongos (similares a los de Atta sexdens) caracterizan el quinto estadio. Duración del décimo primero al décimo sexto mes.

Sexto estadio.—Desde ahora, en la colonia aumentan por cientos de miles las obreras. Las crías sexuales son producidas anualmente en la temporada adecuada. Se desarrollan muchas veintenas de cráteres y de jardines de hongos. Estos maduran, como en Sudamérica y Louisiana, (13,14,18,25,26) (Fig. 8,9 y 10) en el caso de algunas especies de Atta.

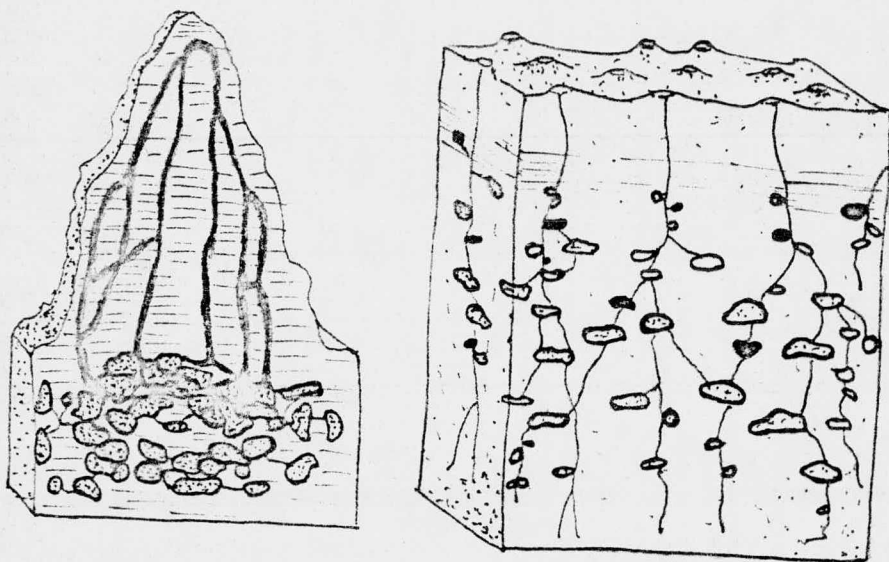
Se conocen los nidos de otras especies de Atta especialmente en sus fases de maduración. Esos son de Atta vollenweideri y Atta laevigata en Argentina. El nido de Panamanian A. colombica Santschi es más frecuente que el de Atta cephalotes isthmicola Weber en algunos bosques de Argentina

(21)

Fig. 9. Nido de Atta vollenweideri. (52).



Fig. 10. Nidos de Atta texana y el jardín de hongos en el interior de los túneles. (53).



2.4 Características generales de Attines.

Son de significativa importancia los rangos — de la boca de las hormigas adultas para el crecimiento de los hongos, principalmente para quienes los cuidan y se alimentan de ellos, la bolsa infrabucal que recibe el lodo para el cuidado embona perfectamente en el hongo, y el peine o cresta usado en el cuidado (Fig. 11) también se ajusta a la perfección. Machos, hembras y obreras utilizan estas estructuras a través de su vida adulta, las hormigas que se enlistan en filas poliformicas, pertenecen a Acromyrmex o a Atta. El tamaño de las obreras es característicamente continuo, desde la más pequeña o — clase minor, a través de una serie de castas de tamaño intermedio, o clase media, hasta la grande o clase máxima. La casta de los soldados representa la clase no reproductiva, y tiene — una cabeza desproporcionalmente grande. Tal, que el tamaño de una serie de Attas (Fig. 12) puede ser: (i) minor o mínima — (longitud total del cuerpo 2 mm); (ii) media; (iii) máxima — incluyendo la clase de soldados (largo total del cuerpo 14 mm).

Las dos primeras son solamente clase trabajadora y se encuentran en hormigueros en los primeros meses de vida de la colonia. Se producen unas cuantas obreras durante — los primeros seis meses en el caso de Atta cephalotes; luego — aparecen ocasionalmente las soldados (30) y finalmente un gran número de soldados caracteriza una colonia madura.

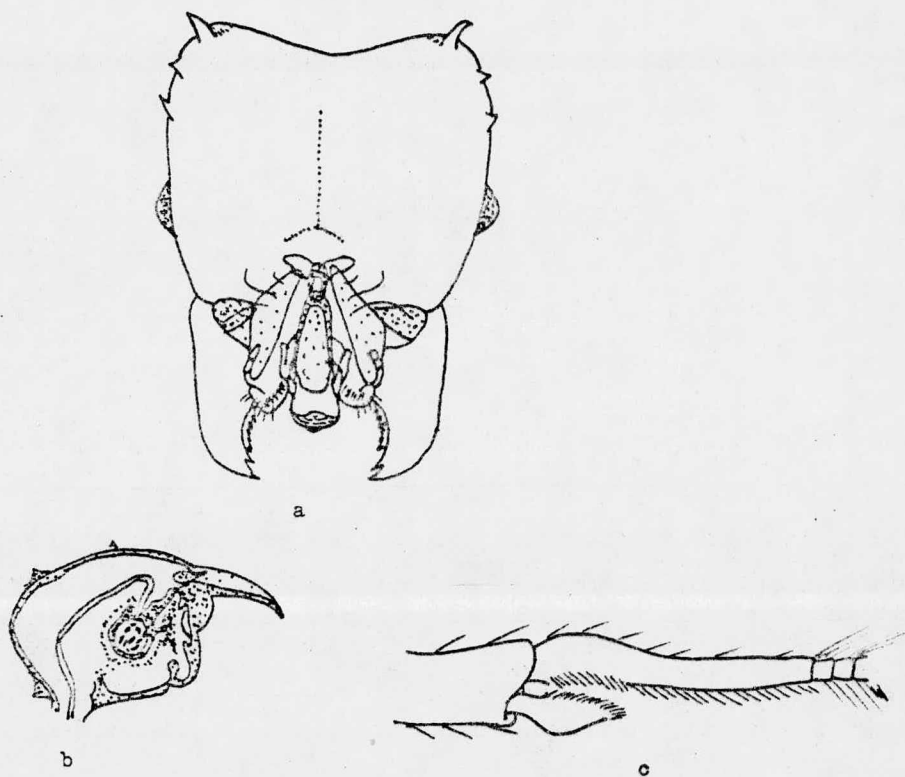


Fig. 11. Partes anatómicas sobresalientes. (a) Parte posterior de la boca de Acromyrmex lundii (Guérin), presenta la región central de la lengua extendida o hipofaringe. (b) Sección lateral de cabeza de Atta, presenta en la parte posterior de la boca la bolsa o paquete infrabucal que contiene una masa fúngal que serán los núcleos para el nuevo jardín cuando las hembras abandonan el nido original. (c) Parte anterior de una pata de obrera Atta, presenta la parte usada para limpiar los apéndices. Esta sección mide 0.25 mm. (52)

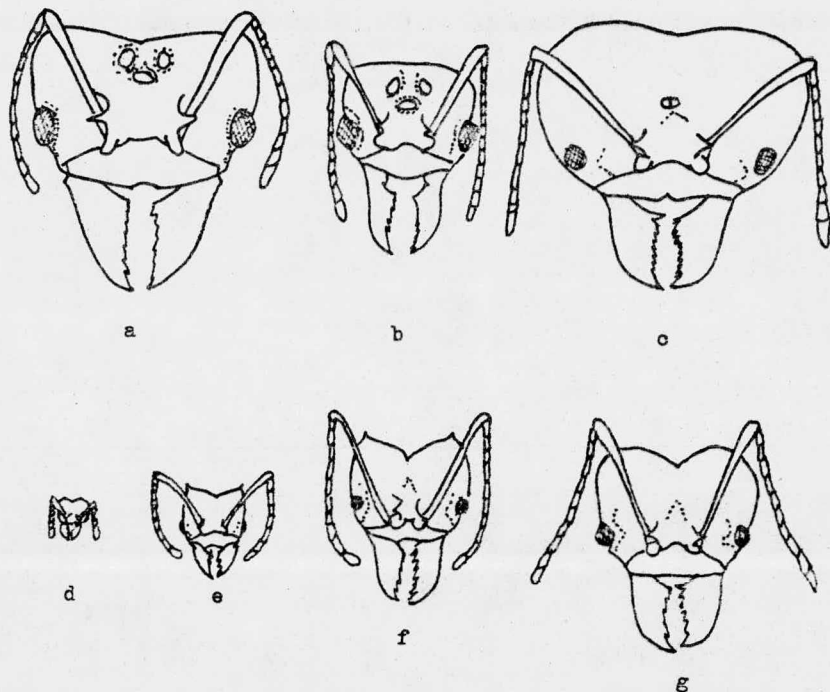


Fig. 12. Atta cephalotes. Bosquejos de cabezas de diferentes castas a escala. Las medidas incluyen las mandíbulas, la distancia entre los ojos esta dada en milímetros y aparece entre paréntesis. (a) Hembra, 5.8 mm (3.92); (b) Macho, 4.1mm - - - - (2.28); (c) Soldado, 5.8 mm (3.54); (d) Obrera mínima, 0.9 mm, (0.58); (e) Obrera media, 1.8 mm (1.16); (f) obrera media - - 3.5 mm (2.03); Obrera máxima, 4.3 mm (2.53). (52).

Las clases Atta y Acromyrmex representan una — división de trabajo. A las hormigas menores se les considera — efectivas para el cultivo de hongos y cuidados de huevos y pe — queñas larvas. Estas hormigas menores se encuentran tan juntas en el jardín y son tan abundantes, que si una de ellas faltará otra supliría inmediatamente esta irregularidad. Las obreras — de tamaño medio también cuidan los jardines y crías, pero tie — nen una doble función que es la de cortar hojas. Son las máxi — mas cortadoras y protectoras de la colonia. Las soldado Atta — cuidan y permanecen en el jardín, a menudo en la vecindad de — la reina y crías y salen del nido principalmente cuando éste — es atacado. Sus mandíbulas son voluntarias, con un aditamento — cortador que produce una cortada de 5 mm en piel humana y pue — den cortar el cuero de un zapato en secciones de media luna.

Las especies de otro género de Attines son mo — nomórficas. Pueden ser polimórficas débiles como Trachymyrmex como T. Urichi y T. septentrionales. Estas colonias se han estu — diado en laboratorios, especialmente T. septentrionales, que pue — den crear pequeñas obreras progresivamente igual que en la co — lonia deteriorada, o en la última especie, y levantan las — — crías antes del verano.

La comunicación de los miembros de la colonia — se efectúa por varios medios. Diversos estudios en este siglo indican que los pasos es un factor importante en el manteni — miento cooperativo de la distancia a lo ancho de las cámaras — dentro del túnel y que las vibraciones son percibidas por las

hormigas a través de la tierra suelta (5).

La comunicación táctil sucede siempre que dos hormigas de una colonia se encuentran. En todas las especies, las hormigas avanzan con las antenas separadas y dirigidas hacia otra hormiga, entonces cuando dos hormigas se encuentran—éstas pueden mantener la posición de antenas por un segundo o dos, y después continúan con sus previas actividades. Si las hormigas son de diferente especie, entonces, solamente se acercan sin tocar los ápices de las antenas y por lo general actúan hostilmente. En estos casos la respuesta puede ser química.

El investigador Wilson muestra que el método general de comunicación es químico (32). El término general de estas sustancias es feromonas, y se define como un signo químico usado en comunicación entre los miembros de las mismas especies. Wilson reconoce en hormigas generalmente 9 categorías de respuestas: alarma, simple atracción, reclutamiento, cuidadores, intercambio de líquidos anales y orales, intercambio de partículas alimenticias sólidas, a y u d a, reconocimiento y determinación de clase. La observación de numerosas especies de Attines, indica que, de estas 9, las primeras 4 y las y las últimas 3 representan la respuesta usual. Una modificación adicional de la química puede facilitar la hormiga el distinguir a su propia colonia y compañeros de otros miembros de la misma especie.

Un uso especial de las feromonas se encuentra en la elaboración y localización del cargamento (33). Las hormigas de diferentes especies de Attines se diferencian por seguirse unas a otras por estos medios. Las hormigas depositan gotas en intervalos. Estas gotas provienen de su cargamento, y otras hormigas las siguen. La carga puede ser invisible para el ojo humano como se ha observado en Trachymyrmex isthmicus (21) y se ha logrado aislar una feromona con función de alarma en Atta sexdens rubropilosa (34).

Los medios visuales de comunicación han sido — poco estudiados. Las obreras y soldados de Atta responden voluntariamente a una onda provocada en el laboratorio al golpear con un dedo el matraz donde se encuentran confinadas. Machos y hembras, especialmente machos, tienen ojos grandes y es posible que estén conformados de una combinación química, estímulo auditivo y visual el cual llevan junto al sexo en el vuelo nupcial.

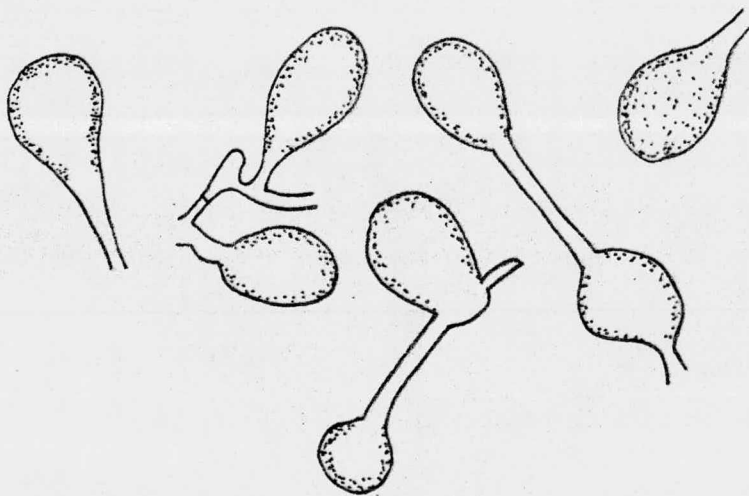
2.4.1. Las crías.

Las larvas de Attines se encuentran cubiertas — normalmente por el micelio del jardín. En esta primera etapa — los jardines no han conseguido aún su completo desarrollo. — Los huevos son especialmente difíciles de distinguirse dentro de su malla miceliar. La reina Atta pone los huevos, primero — sin asistencia, antes de que las obreras maduren, después ellas remueven los huevos cuando aparecen en la cloaca. Las hembras de las especies más primitivas como Myrmicocrypta buenzi depositan los huevos sin asistencia durante toda la vida de la colonia.

Después de que las larvas emerjen las obreras--mueven de un lado hacia otro las partes más sobresalientes de la boca. Para prolongar la vida a sus larvas, las colocan sobre la superficie dorsal, para que la cápsula sea expuesta al calor. Cuando las partes del cuerpo se han erizado, las obreras nodrizas son responsables de un grupo de larvas que colocan en una cámara (Fig. 13, b, d, g). Entonces las recubren con un penacho. El delgado cabello colocado sobre la cápsula de la superficie del vientre de su cuerpo ayuda a calentar los hongos en ese lugar. Las mandíbulas larvales son finamente espinosas y pinchan a las células de los hongos. El estado semipupal se caracteriza por la distinción del cuerpo y el aumento de opacidad en la larva. La Atta semipupal tiene forma de alubia, y los accesorios pueden ir variando a través de la piel de la larva (Fig. 14). La pupa (Fig. 15) presenta segmentos y apéndices, claramente contorneada. Se forman primeramente los ojos oscuros. Luego procede la pigmentación general en un orden que es útil para la determinación de la edad.

La pupa comienza a mover primero sus extremidades. Lo primero que mueven son las patas anteriores y las antenas y lo hacen muy ligeramente, después mueven el cuerpo con un ligero temblor. Luego las partes de la boca las cuales tienen residuos extendidos de vida pupal, y permanecen moviéndose. Entre tanto las obreras lamen la piel de las hormigas asignadas. Las hormigas no pueden salir de la pupa sin ayuda, aunque han podido emerger primeramente al exterior de la vía o cloaca.

Fig. 13.- Hongos que cultivan las hormigas. (a) hongos de Atta colómbica tonsipes Santschi, presenta la hifa abultada. Este hongo vive en un cultivo artificial en un matraz con tierra estéril. (b) Hongos frescos de un jardín de Trachymyrmex jamaicensis E. André que presentan estáfíleas típicas. La hifa debe ser atendida aparte. Lo abultado es característico de las hormigas grandes y fuertes y tienen de 30 a 50 micrones de diámetro. (c) Hongos de Cyphomyrmex costatus Mann los cuáles alcanzan el estado de esporóforo y se han identificado como una nueva especie de Lepiota. Las esporas miden 5 X 8 micrones, y la base alcanza hasta 10 micrones de espesor. (d) Hongos de Trachymyrmex septentrionalis Mc. Cook, con estáfílas frescas. (e) La forma de hongos conidial se encuentran bajo ciertas condiciones en el jardín de Trachymyrmex septentrionalis. Las hormigas abandonan inmediatamente tales jardines. (f) Una conidiospora, de los hongos encontrada en otra colonia de las hormigas se ensayó bajo circunstancias anormales. (g) Hongos de Atta caphalotes ithnicola Wever, con estáfílas formadas en un cultivo artificial sobre gelosa-sabouraud-glucosa. Las hifas más grandes tienen 39 micrones de diámetro. (52).



a

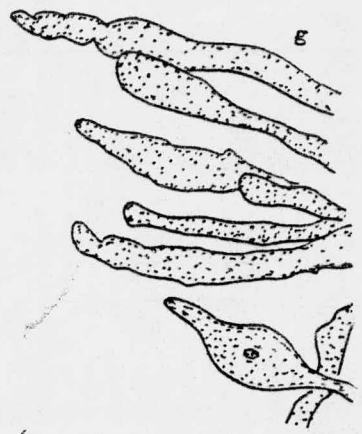
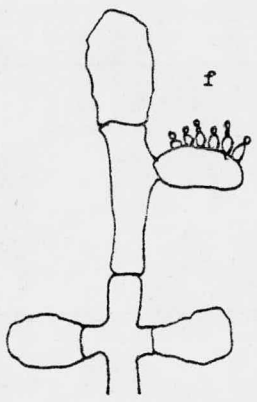
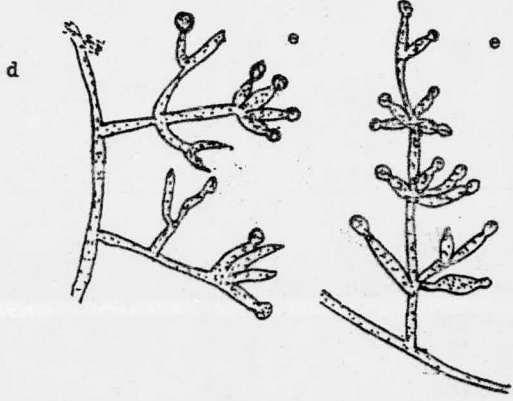
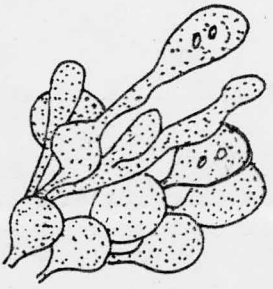
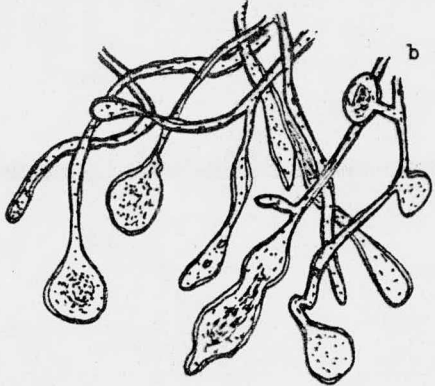




Fig. 14.- Semipupa de una hormiga obrera de Atta cephalotes, - presenta apéndices ventrales casi imperceptibles bajo la piel-larval. La cápsula de la cabeza esta hacia arriba y a la derecha, el montecillo anal se encuentra en la parte inferior hacia la derecha. Mide 7 mm de longitud. Trinidad. (52).



Fig. 15.- Pupa perteneciente a la casta de soldado de Atta cephalotes. Las antenas y patas se encuentran dobladas ventralmente. La piel blanca y principio de pigmentación en los ojos-indica que esta forma. pupal tiene pocos días de vida; longitud 12 mm Trinidad. (52).

El primer estadio del adulto se alcanza cuando la hormiga esta fuera de la pupa y puede permanecer sobre sus patas insegura. Estas son marcadamente descoloridas hasta la madurez de la hormiga, las patas son café amarillento pálido en todas las variedades de especies. Las obreras continuan cuidándolas y lamiendo constantemente las alas de los machos y hembras jóvenes. Pueden comer pedazos de hongos cortados con las mandíbulas por ellas mismas desde un principio.

El rápido desarrollo social natural de la colonia de Attine esta bién representado por el cuidado y atención de sus crías y la completa dependencia de larva y adulto hacia los hongos.

2.4.2 Otras colonias características.

En la mayor parte de los trabajos realizados, se ha observado que los hongos cultivados representan para las hormigas el alimento adecuado. De esta manera ellas no tienen que afrontar el riesgo de falta de alimento; pero estas hormigas están sujetas al ataque de otros animales, o bién, pueden ser parasitadas (por ejemplo por pequeños mosquitos voladores) o sufrir otros peligros ordinarios como daños accidentales. Así, se tiene a las obreras de las grandes especies que recorren distancias formadas en filas y que en ocasiones llegan a perderse, debido a que confunden las gotas-

de los árboles que caen por accidente con las gotas que ellas van depositando y les siguen el rastro y es así como toman diversos caminos con su carga. Las obreras que no caminan en grupo, sino individualmente, son colectadas para estudios de laboratorio y han llegado a vivir hasta 19 meses. Generalmente los machos viven pocas semanas, después mueren, empiezan a agnizar el día del vuelo nupcial, mientras fertilizan a las hembras (las cuales se distinguen fácilmente), tienen, sin embargo, una vida adulta larga. Por otra parte, los autores brasileños opinan que la vida de una reina Atta puede extenderse hasta por 20 años (35) y una hembra de Trachymyrmex seteki vivió en un laboratorio más de 5 años (36). Las obreras individuales se caracterizan por carecer de color y han vivido en laboratorios de 1 a 2 años. Las obreras estudiadas pertenecen a los géneros de Myrmicocrypta buenzlii y Trachymyrmex septentrionales y otros más, pero de las mencionadas viven aún dos hembras y tienen 4 años.

El tamaño del jardín cultivado puede ser variable por cada colonia. Un número pequeño de obreras no pueden mantener un jardín de pocos centímetros cúbicos, puesto que para su cuidado se necesita mucha habilidad y atención.

Hay colonias pequeñas que cuentan con 100 ó 200 obreras (21,37) y estas son de las especies de Cyphomyrmex y Apterostigma. Otras tres colonias representativas de especies de Trinidad que pertenecen a otros géneros y que son muy pro-

líferas son: una de Myrmicocrypta buenzlíi, que tuvo un jardín de 8.5 X 7.5 X 5.0 cm. y 1558 obreras. Una de Sericomyrmex urichi con 7 jardines de forma variada cuyas dimensiones fueron de 3.4 X 7.0 X 1.0 cm. y cuenta con 1691 obreras. Una colonia de Trachymyrmex urichi con 6 jardines de forma variada de 4.0 X 3.0 X 3.0 cm. a 8.5 X 11.4 X 12 cm. y tuvo 763 obreras, pero aquí hay que considerar las que no se cuentan por error, entonces, se calcula un total de 1000 obreras (11). Una colonia de Acromyrmex octospinosus tiene 7160 obreras (38).

2.4.3 El nido y los jardines.

Los nidos de Atta son por lo general grandes y activos. En Acromyrmex los nidos de algunas colonias grandes pueden estar escondidos bajo un montón de basura o desperdicios vegetales en la base de los árboles (19, 38). Otras especies de Acromyrmex indican su nido construyendo una torrecilla de tierra suelta y otra sección plana de tierra (Fig. 17) o una barda con cúpula (Fig. 18) bajo la cual se encuentra el jardín o los jardines.

En otros géneros la indicación externa del nido puede ser un cráter hondo, semicircular; (Fig. 19) o un cráter circular, (Fig. 20) el cual es fácilmente desfigurado por el viento, y es precisamente en sitios de fuertes vientos donde este género de hormigas habitualmente anidan. En muchos casos el tipo y estructura del nido es característico sólo de una especie determinada basándose en su conducta.

líferas son: una de Myrmicocrypta buenzi, que tuvo un jardín de 8.5 X 7.5 X 5.0 cm. y 1558 obreras. Una de Sericomyrmex urichi con 7 jardines de forma variada cuyas dimensiones fueron de 3.4 X 7.0 X 1.0 cm. y cuenta con 1691 obreras. Una colonia de Trachymyrmex urichi con 6 jardines de forma variada de 4.0 X 3.0 X 3.0 cm. a 8.5 X 11.4 X 12 cm. y tuvo 763 obreras, pero aquí hay que considerar las que no se cuentan por error, entonces, se calcula un total de 1000 obreras (11). Una colonia de Acromyrmex octospinosus tiene 7160 obreras (38).

2.4.3 El nido y los jardines.

Los nidos de Atta son por lo general grandes y activos. En Acromyrmex los nidos de algunas colonias grandes pueden estar escondidos bajo un montón de basura o desperdicios vegetales en la base de los árboles (19, 38). Otras especies de Acromyrmex indican su nido construyendo una torrecilla de tierra suelta y otra sección plana de tierra (Fig. 17) o una barda con cúpula (Fig. 18) bajo la cual se encuentra el jardín o los jardines.

En otros géneros la indicación externa del nido puede ser un cráter hondo, semicircular; (Fig. 19) o un cráter circular, (Fig. 20) el cual es fácilmente desfigurado por el viento, y es precisamente en sitios de fuertes vientos donde este género de hormigas habitualmente anidan. En muchos casos el tipo y estructura del nido es característico sólo de una especie determinada basándose en su conducta.

La facultad de cultivar importantes jardines de hongos es, pues, característica de las grandes especies como - Acromyrmex (Fig 21) y Atta. Estas pueden tener un gran jardín - muy singular (de 40 a 50 cm de diámetro), o bién, la colonia puede tener un gran número de jardines pequeños (de 25 a 30 - cm de diámetro).

Los jardines de Trachymyrmex tienen estructura laminar por los cuidados de las hormigas, en este caso el hongo entierra sus raicillas en el techo de la cámara y cuelga a todo lo alto de ésta. Algunos jardines descansan completamente sobre el piso, entre piedras, a través de los túneles de la excavación.

Los jardines de Sericomyrmex son desproporcionalmente grandes debido a los cuidados de las hormigas.

En S. amabilis y S. urichi el sustrato es como una fruta de color café claro.

Los jardines de Cyphomyrmex y de C. rimosus, son pequeños (20 a 50 mm de diámetro) y corresponden al tamaño - de las hormigas. Los de Mycocephurus Smith Forel son aproximadamente de 20 a 25 mm de diámetro. Los jardines de las hormigas pequeñas de Myrmecocripta buenzlii Borgmeier (Fig. 22) - son frecuentemente de 50 a 80 mm de diámetro. Estas tres especies del género tienen jardines con células de pocos milímetros de diámetro. Los jardines estan hechos de fragmentos de - materia vegetal y de micelios de hongos cultivados por hormigas. Algunas veces incorporan como sustrato insectos muertos.. Ciertos jardines pueden ser encerrados en su velo micelial como en Apeterostigma (Fig. 23, 24).

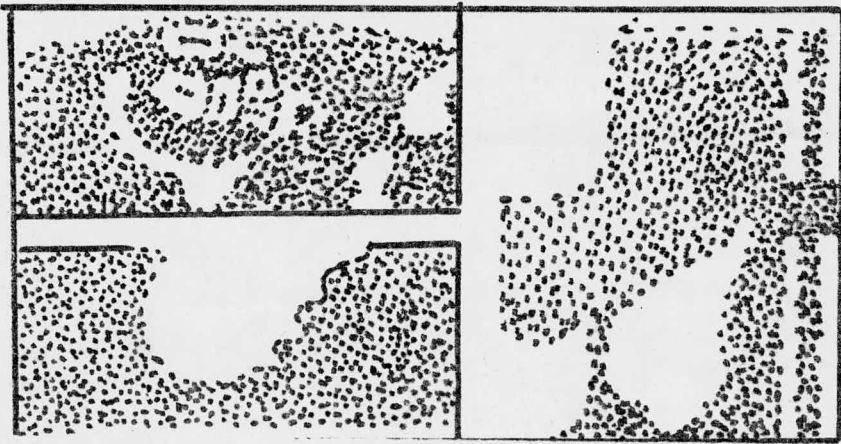


Fig. 16.- Observación del nido de una colonia pequeña de Trachymyrmex septentrionalis a través de un vidrio con tres departamentos. Cada una de las cámaras está conectada a la otra por medio de un túnel. Esta colonia presenta sobre la arena un cráter semicircular. Las dimensiones son, 205X15X18 mm (52).



Fig. 17.- Indicación externa del nido de Acromyrmex (Moelle - rius) landolti Forel en forma de una torre característica de la especie. La tierra y la hierba ocultan el nido y, esto sirve principalmente en los llanos de Venezuela porque protege y reduce la evaporación de la superficie de la tierra y de los jardines que se construyen sobre la hierba. La hoja indicadora que permite apreciar mejor la torrecilla mide 76 X 127 mm (52).

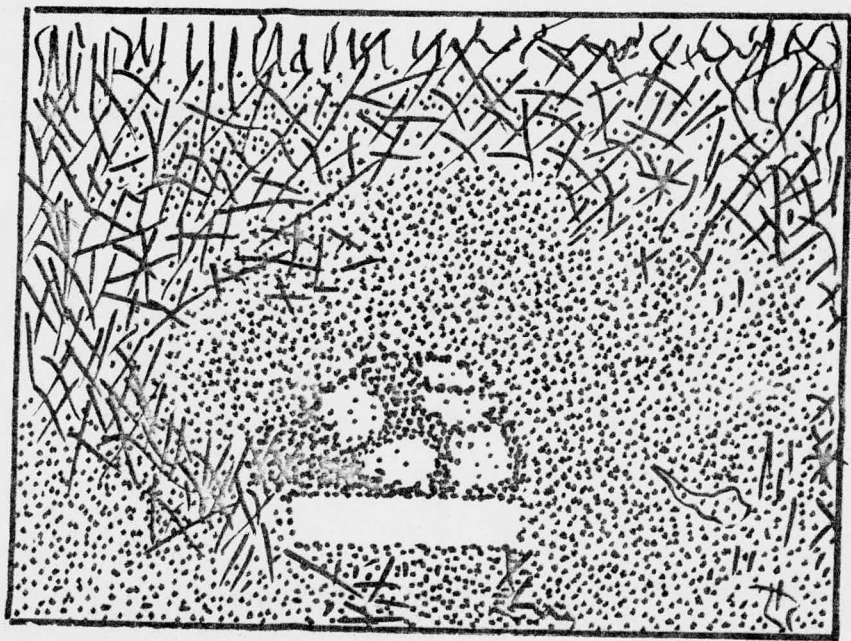


Fig. 18.- Montículo del nido de Acromyrmex (Moellerius) heyeri Forel. La regla indicadora esta a un lado de las cámaras y esta cubierta de hormigas y de jardines de hongos, los cuales es tan gobernados por hormigas. Uruguay. (52).

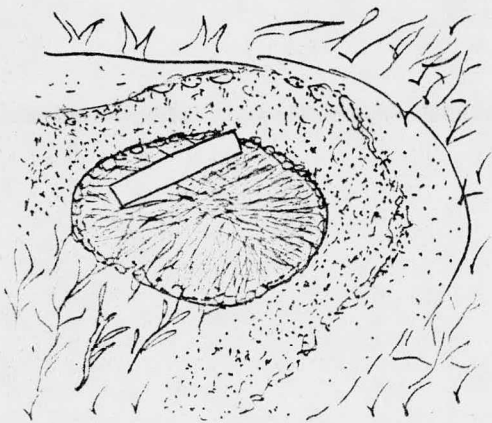


Fig. 19.- Indicación externa del nido de Trachymyrmex septentrionalis. Tiene la forma característica de la especie: un cráter lunar. La singular entrada es por el centro, mide 15 cm. Florida. (52).

Fig. 20.- Cráter de entrada al hormiguero de Mycetophylax conformis, característico del género en la costa de Trinidad.- El cráter mide 7 cm de diámetro. El constante soplar del viento y la lluvia hacen que se pierda la excavación de la tierra y que desaparezca, pero las hormigas reparan nuevamente la formación del cráter. (52).

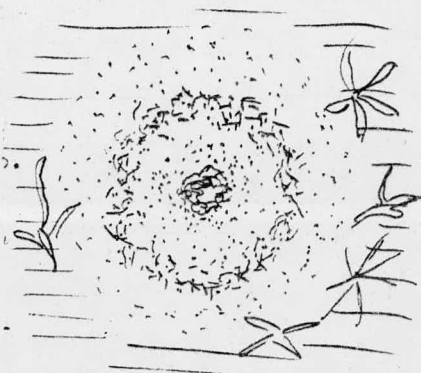
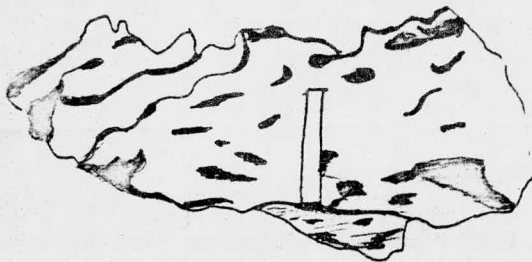


Fig. 21.- Jardines de hongos de Acromyrmex octospinosus representada con una regla. El jardín tiene alrededor de 31 cm de longitud y 11.5 cm de altura y está a una profundidad de 3 metros de longitud en una cavidad dentro de la arena. Trinidad. (52).



Los jardines más frágiles son los de las especies semejantes a Mycetophylax conformis (Fig. 25) y Acromyrmex (Moellerius) landolti los cuales usan las hormigas para sustrato. Las piezas son largas y relativamente estrechas, producen una malla irregular de células, y el micelio es escaso. El paso de hojas frescas como sustrato para construir un jardín de hongos (aproximadamente de 1200 cm^3 y un peso de 130 g) se ha determinado en Atta cephalotes (39). En una colonia joven y activa se usaron 670 g de sustrato, para construir un jardín en el curso de nueve meses. El segundo jardín fue construido en los tres meses siguientes, con un peso de sustrato de 2060 g , el primer jardín fue hecho afuera del nido y el segundo adentro. Se ha calculado que para un jardín de este tamaño se necesita 1 Kg de hoja fresca, lo demás es desperdicio. Es muy frecuente encontrar en la naturaleza jardines que tengan el doble volumen de este jardín y por tanto la colección de hojas y el trabajo de obreras será el doble.

Acerca de los factores de interrelación que rigen el mantenimiento de los jardines de hongos, se encuentran: la conducta fungistática, bacteriostática y quizás factores promotores del crecimiento. Estos son los lineamientos más comunes que se ha propuesto estudiar y que hasta ahora no se han llenado totalmente.

Al principio los investigadores de Atta describen la conducta de la colonia: cómo son sus primeras crías y cómo las transportan hacia las cámaras de los hongos (3,4). La

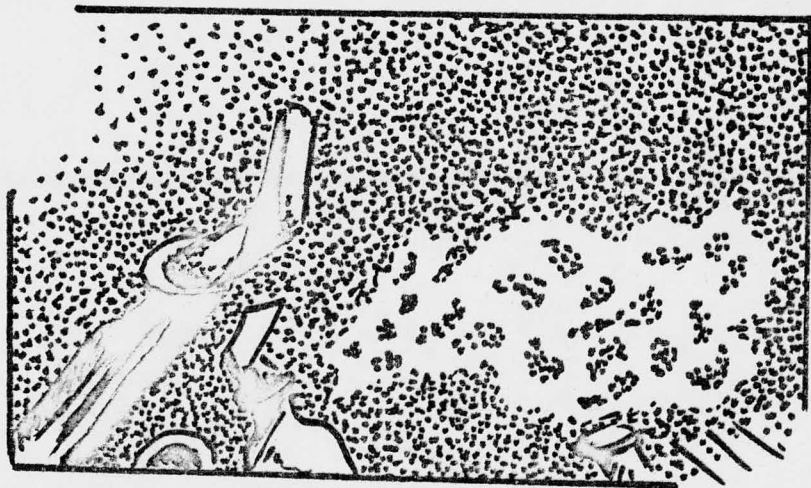


Fig. 22.- Jardines de hongos en el nido de Myrmicocrypta buen-zlii del tipo observado en 1934-35 en Trinidad. Esta observación consiste en marcar 2.5 cm de profundidad y tapar con un vidrio arriba y luego tomar la fotografía. (52).

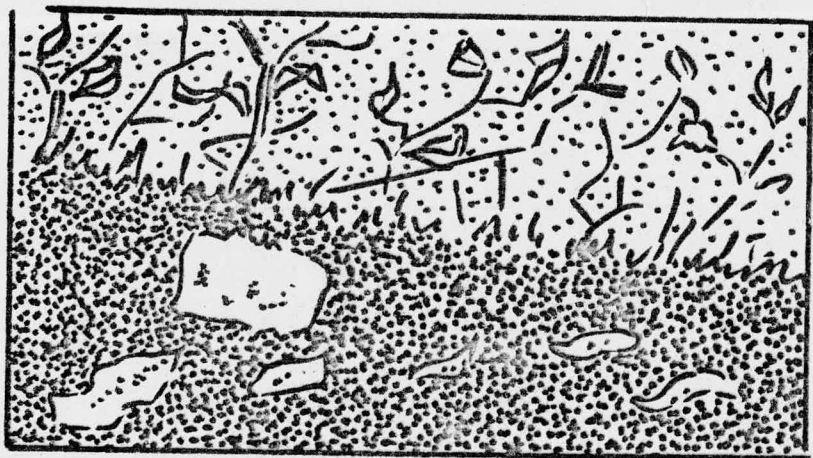


Fig. 23.- Jardines de hongos de Apterostigma dentigerum. El jardín está cubierto con su micelio y presenta un cierre sin-gular hecho por las hormigas, tiene 113 mm de longitud. (52).

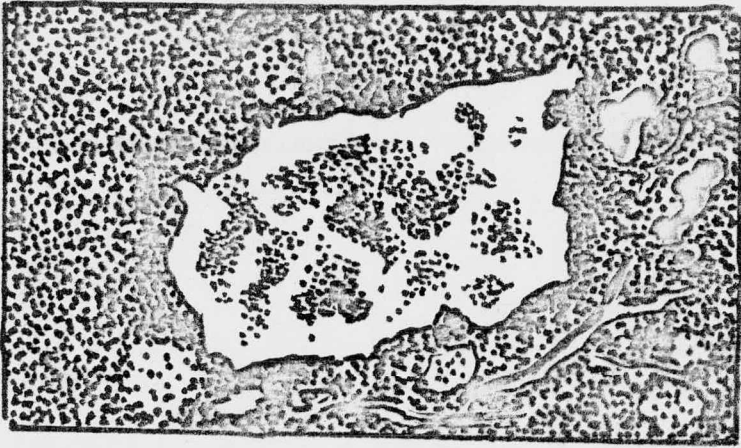


Fig. 24.- El jardín de la figura 23 con un velo adherido parcialmente alrededor formado de células muertas y excremento de insecto. Este velo cubre a los hongos de hormiga.

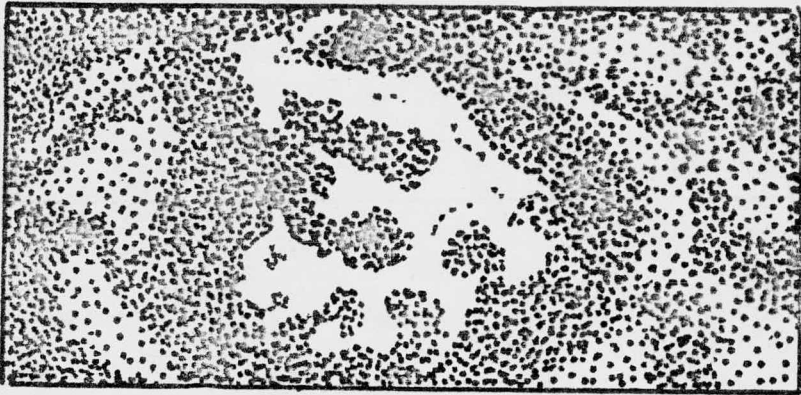


Fig. 25.- Jardín de hongos de Mycetophylax conformis después de su desarrollo sobre gránulos de almidón de yuca. Este jardín fue recolectado del tallo de yuca cuando la corriente marina lo arrojó a la playa. (52).

hembra da de comer a las crías continuamente casi cerca de los hongos con sus antenas y depositando gotas anales en el jardín. Esta conducta está universalmente a cargo de obreras Attine - (40).

Si las hormigas son cortadoras de hojas la procedencia son flores o árboles. Las secciones de hojas cortadas se encuentran dentro del nido. Estas secciones pueden ser colocadas en la base del jardín o pueden colocarse en las orillas o a los lados. Las hormigas cortadoras van hacia adentro del nido con pequeños pedazos de 1 ó 2 mm de diámetro. Antes o durante este proceso son lamidas las piezas por encima. Las hormigas prensan las piezas con sus afiladas mandíbulas a lo largo del borde de manera que humedezcan y que estén pulposos. -- Una hormiga puede tomar el pedazo de hoja y colocarlo a lo largo de su cuerpo, curvar la punta del abdomen y depositar ahí -- una gota anal clara, tras lo cual inserta el pedazo en el jardín. Las hormigas usan sus patas delanteras y con un movimiento lateral obligan al pedazo a entrar ayudándose con las mandíbulas. Luego la hormiga recoge porciones de micelio fúngico y los coloca a intervalos sobre el sustrato así preparado. La hifa crece en todas direcciones a partir del agrupamiento primitivo (41).

En las hormigas que no son cortadoras de hojas el proceso se puede diferenciar en detalles preliminares (29). El excremento de gusanos (ciempies) puede ser fragmentado -- en los primeros pedazos de hojas que entonces colocan en el --

jardín. En los pedazos de madera, desperdicios vegetales y granos de almidón de yuca que son arrastrados al jardín y en los que defecan para luego plantar allí el micelio.

Para poder ver cómo se forma el jardín algunos investigadores han teñido el almidón de yuca con rojo negro y nigrosina. Esto también se llena de crecimiento micelial. Pequeñas Attines pueden arrastrar esqueletos de insectos al nido y esparcir estos sobre el jardín (19,21,29). Los esqueletos de insectos también adquieren tierra de crecimiento micelial.

Todas las Attines tienen una forma similar de cuidar el jardín. Las hormigas caminan sobre las partes expuestas a la superficie, por abajo y entre las células, usando el ápice de las antenas para determinar las condiciones de los hongos. Luego se lamen la cola o cadera y ocasionalmente comen líquido anal. Después aparecen gotas que son depositadas normalmente en el jardín y a tal grado llega su dependencia que un fragmento de jardín con hormigas, en una caja de Petri con gelosa nutritiva podrá mantenerse vivo aunque los alrededores estén contaminados (Fig. 26).

El hecho de que solamente un hongo determinado, reconocido por las hormigas, esté presente en el jardín, indica que deben existir factores fungistáticos. Antiguamente se creía que la presencia de otros hongos impide el buen desarrollo del jardín, pero ahora se ha visto que esta idea es vá-

lida solamente en un grado limitado (40,42).

La represión del crecimiento de bacterias en — el jardín indica que existen factores bacteriostáticos selectivos, parecidos al factor fungistático. El crecimiento de algunos tipos de bacterias puede presentarse normalmente, en cambio otras son dañinas. Así se tiene que cuando las hormigas — son apartadas del jardín (18,29,40), el jardín degenera rápidamente y se presenta una enorme masa viscosa proveniente de — bacterias, o bién, aparece un exuberante sobrecrecimiento de — un hongo esporulado, que antes era ajeno a la colonia.

El crecimiento de hongos por hormigas indica — la presencia de " un factor pormotor de crecimiento " y en éste parecen tener influencia las crías y la materia inerte sobre la cual crecen los hongos, esta materia es parecida a restos esqueléticos de insectos muertos (19,21,29,37). Las crías permanecen siempre en el jardín y son lamidas continuamente — por las hormigas.

Parece ser probable que los productos de las — glándulas salivales y el goteo anal sean primordialmente importantes para generar el crecimiento del jardín (29,43,44) (Fig. 27). Estas secreciones son constantemente aplicadas a los jardines de todas las especies.

En el cuidado de la reina las hormigas aplican bastante saliva para protegerla (Fig. 28), y muchas de las veces las obreras se cuidan unas a otras lamiéndose de vez en cuando. La combinación de la secreción salival y anal son productos sumamente picantes y acres y dan un olor fácilmente perceptible al olfato. El olor de una colonia en un laboratorio—resultó ser fuertemente amoniacal. Las especies de Atta y Acromyrmex se diferencian completamente por el olor. El olor es tan penetrante que aún las hormigas preservadas en etanol por años conservan este olor. Una de las teorías acerca de hongos cultivados por hormigas es que no desarrollan las agrupaciones de hifas abultadas o infladas (Fig. 13)(a) (g) cuando hay ausencia de hormigas. Estas agrupaciones han sido producidas en un cultivo artificial en el laboratorio, en ausencia de hormigas y es así como se ha comprobado parcialmente la teoría — (18,29,43). Moeller hizo estudios cuidadosos y completos acerca de este cultivo de hongos que más tarde fueron duplicados — en Brasil, haciéndose más interesantes, pues la muestra para el cultivo fue tomada de un hormiguero natural.

2.4.4 Los Hongos .

A los hongos asociados con hormigas Attines se les han venido dando un gran número de nombres desde que Moeller describió el primero como Rozites gonglylphora en 1938 (46).— Este nombre incluye a los hongos Xylaria, Bargellinia, y Rhizomorpha. Locellinia, Poroniopsis, Lentinius y Tyridiomyces (Fig.-29) especies pertenecientes a los Ascomycetes, Basidiomycetes y hongos imperfectos.

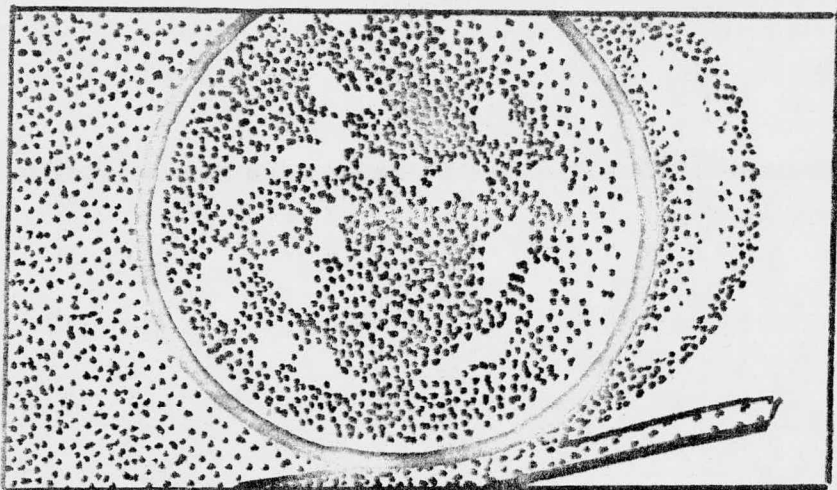


Fig. 26.- Fragmentos de un jardín de hongos de una colonia de Trachymyrmex septentrionalis en una caja Petri con agar nutritivo. Numerosas bacterias y hongos ajenos a la colonia crecen en el agar, pero no crecen en la vecindad del jardín. (52).

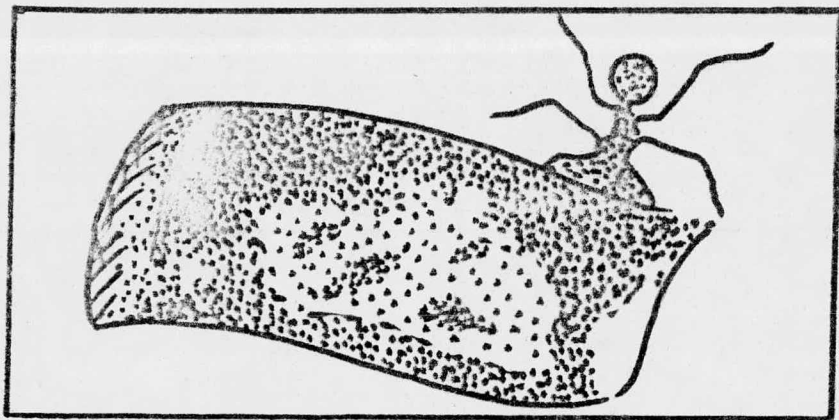


Fig. 27.- Respuesta de una obrera Atta sexdens a un cultivo de hongos de Trachymyrmex septentrionalis. El goteo fecal fue depositado rápidamente. (52).

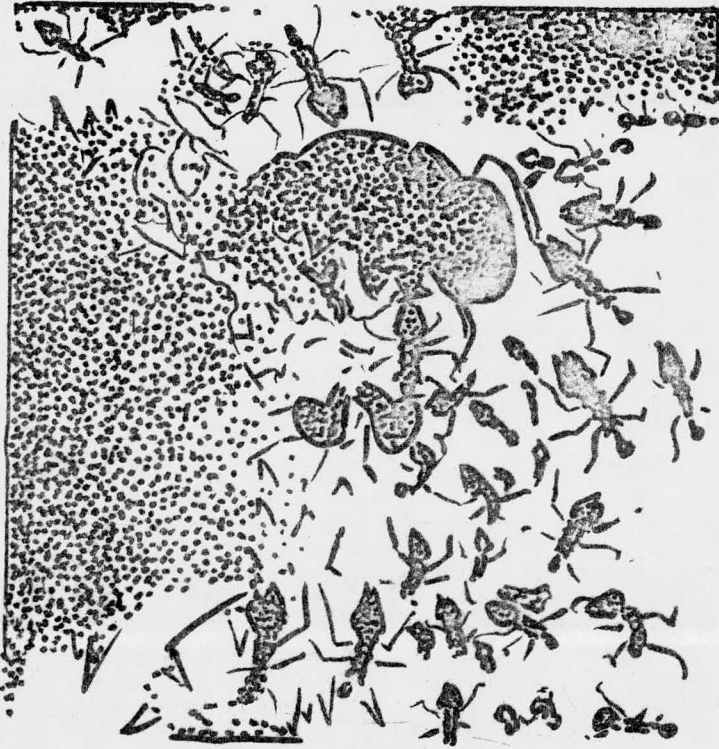


Fig. 28.- Reina de una colonia joven de Atta sexdens en su jardín de hongos. Las obreras mantienen a la reina húmeda -- lamiéndola constantemente. (52).

Algunos investigadores hicieron estudios acerca de los hongos y asumieron que los hongos Rozites gonglylophora de Moeller eran cultivados efectivamente por Acromyrmex y Atta pero que cada especie de hongo era específica para cada colonia de hormigas y para cada especie en particular. A esta teoría se opuso Jacoby (22) quien siguió los estudios en el laboratorio y observó que el hongo obtenido fue superficialmente muy semejante a los cultivados por hormigas; pero los experimentos de Jacoby, en los cuales él intercambia jardines de dos especies de hongos dieron por resultado la reintegración de cada uno de los hongos. Weber repitió nuevamente este experimento en 1934-1935 (19,37) con varias especies de Trinidad y de otros bosques. El hizo intercambio de jardines de hongos y concluye que la diferencia y especificidad de especies de hongos para cada especie de hormigas radica en las feromonas que cada especie de hormigas adiciona al jardín antes del intercambio; esta diferencia puede jugar un papel importante en el rechazo del hongo. Esta diferencia es eliminada por el uso de cultivos artificiales de hongos (19,21,29 36, 41,42). Estos estudios implican el aislamiento de otras colonias de hongos que puedan ser obtenidas en el laboratorio (27), y esto muestra la dificultad de que las formas conidiales raramente puedan desarrollarse artificialmente (Fig. 13, e y f).

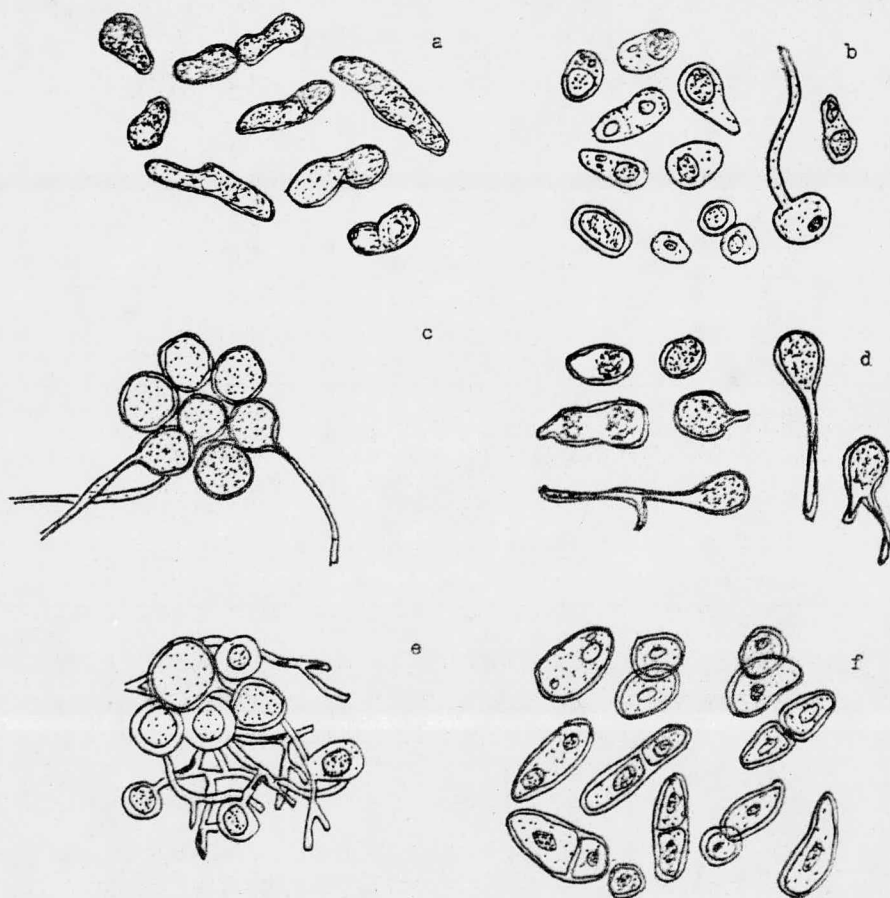


Fig. 29.- Los hongos de Cyphomyrmex rimosus Spinola crecen como una levadura en el jardín y presentan un micelio crecido — ya sea sobre las crías o en cultivo artificial. Las pequeñas células tienen 8 micrones de diámetro y el micelio mide 3 micrones de lado. (a) Forma típica de una levadura de un jardín de hormigas. (b) Células de levadura, se observa un micelio — extendido. (c) Conjunto de 7 células de levadura proveniente de la piel de una larva de hormiga, 3 de éstas presentan micelio. (d) Crecimiento de micelios y bifurcaciones de células de levadura. (e) Masa compacta de células y micelios crecidas sobre la piel de una larva de hormiga. (f) Crecimiento de células de levadura sobre gránulos de almidón de yuca dentro de un hormiguero activo. (52).

Los Roxites de Moeller han sido reexaminados taxonómicamente en años recientes y ahora se consultan para comprobarlos con Leucocoprinus gonglylophora (48). Mientras tanto Weber desarrolla el primer esporóforo o cuerpo fructífero de un jardín de hongos de hormigas que se produjo en el laboratorio (Fig. 13). Esto fue considerado por Locquin para crear nuevas especies de Lepiota. En 1965 W.J. Robbens y sus asociados obtuvieron aparentemente las mismas especies de Lepiota pero proveniente de un cultivo de diferente especie de hormigas. Heim (47) consideró primero que Lepiota era la misma que la de Moeller, aunque hay autores como Weber que piensan que esto nunca será posible, y afirman que si esto fuera posible entonces no se podría tener una especie de hongos característica cultivada por Acromyrmex discigera en el sur de Brasil, por ejemplo y tampoco otra especie de hongos cultivada por Cyphomyrmex costacus en Panamá y por Myrmicocrypta buenzi en Trinidad. Es más probable que las especies de hongos de Moeller pertenezcan a un grupo de especies similares a las cultivadas por Acromyrmex y Atta. Las pruebas efectuadas por Weber de cultivos de hongos de un número determinado de especies de Lepiota resultaron aceptables para ser comidas (pero no para ser cultivadas) por las diferentes especies de Attines (49).

En 1938 se estudió otro género de hongos de hormigas y se clasificó como sigue:

(i) Proniopsis bruch Spegazzini o Hypocreoden dron sanguineum P. Henning (50) procedente del sustrato que ha desechado Acromyrmex (Moellerius) heyeri y Atta vollenweideri.

No se ha demostrado que sea un hongo de hormiga. Otro sinónimo es Rhizomorpha formicarum Spegazzini cuyo nombre corresponde a hora a Discoxylaria mirmecophila Lindquist y Wright (51).

(ii) Otro hongo es Locellinia Mazzuchii Spegazzini proveniente de un hormiguero de Atta vollenweideri y se considera una especie de Agaricus (47). Esta es la misma categoría que Lentinus Atticolus. A pesar de los numerosos experimentos efectuados por Weber en 1938 no logró comprobar que éste fuera un hongo de hormigas, pero sin embargo crecieron sobre nidos de hormigas grandes setas o esporóforos. En realidad el crecimiento de las hifas se logró por el abandono de los jardines de hongos y por lo tanto, esto no concluye nada acerca de sí en realidad los jardines cuidados por hormigas presentaron el mismo crecimiento.

(iii) Otro tipo de hongo es Xylaria micrura de Spegazzini pero tampoco se ha comprobado que sea un hongo de hormiga.

(iv) Tyridiomyces formicarum Wheeler 1907 es todavía clasificado como un miembro de los hongos imperfectos.

(v) Cyphomyrmex rimosus Spinola (Fig. 29) presenta un estado hifal nuevo y hasta ahora no descrito.

Los hongos de hormigas que se han cultivado en nuevas experiencias son:

1) Los hongos cultivados desde 1957 por la colonia Panamian de Apterostigma se obtuvieron en un matraz con roble, el cultivo fue examinado por Lekh Batra y comprobado — por G.W. Martin. El reporte de fructificación dice que es Auricularia o A. polytricha (Mont) Sacc. pero como no maduró lo suficiente, su identificación no fue posible.

2) En hongos cultivados desde 1957 por la colonia Panamian de Myrmicocrypta enaella Man se tuvo un buen desarrollo del cultivo en una matraz con roble pero no maduró lo suficiente para su identificación.

3) Los hongos cultivados en 1957 por la colonia de Cyphomyrmex rimosus Spinola en Panamá desarrollaron una esclerocia masiva negra. El cultivo fue hecho en un matraz con medio de cultivo de trigo, esta esclerocia fue examinada por W. C. Denison y Lekh Batra y luego se pasó a G.W. Martin quien desarrolló más el cultivo y lo identificó como Xylaria con similitud a Daldinia. Los tres micólogos coincidieron en que los hongos son Ascomicetes.

En resumen, actualmente los nombres aplicables—

a los hongos de hormigas son los siguientes.

1) Leucoconrimus, Leucoagaricus o Agaricus gonglylophora (Moeller 1893).

Hormiga huésped:- Acromyrmex discinger posiblemente Atta.

2) Tyridomyces formicarum Wheeler 1907 (posiblemente Daldinia o Xylaria).

Hormiga huésped:- Cyphomyrmex rimosus.

3) Lepiota n. sp. (Weber 1957, Robinson 1965).

Hormiga huésped:- Cyphomyrmex costatus, Myrmecocrypta buenzlii.

4) Auricularia sp.

Hormiga huésped:- Apterostigma mayri.

CAPITULO 3

METODOLOGIACRIANZA DE HORMIGAS Y DESARROLLO DEL HORMIGUERO

3.1 Obtención y origen de hormigas que cultivan hongos.

Debido a la extensa zona de localización de hormigas cultivadores de hongos se vió la necesidad de delimitar su búsqueda a un determinado punto y las hormigas obtenidas -- para el presente estudio fueron originarias del estado de Guerrero, de un pequeño poblado llamado Santa Teresa. Figura (30).

Las características del nido original y el terreno donde habitan estas hormigas se muestran en las figuras (31, 32, 33 y 34).

Las hormigas citadas son llamadas comunmente -- "sontetas" por los nativos de la región y son consideradas -- como plaga peligrosa para la agricultura, y hasta la fecha inextinguibles en este lugar.

Debido al comportamiento hormonal de reconoci--

nimiento de cada miembro de la colonia y desconocimiento de los miembros ajenos a ella se vió la necesidad de que todas las hormigas destinadas a este trabajo pertenecieran a una misma colonia, y de esta cominidad obtener las diferentes castas que pudieran fundar una colonia completa y normal.

La cacería de hormigas fue hecha de noche, (aproximadamente de 9 a 12 de la noche), que es cuando estos insectos salen del nido a atacar los sembrados. Primeramente salen las hormigas soldados minor, rodean la entrada principal (figura 35) y vuelven a penetrar en el nido, después de un tiempo salen las hormigas soldados y obreras por millares y se enfilan en largas formaciones hacia los sembrados o copas de árboles (figura 36), regresando al poco tiempo con un pedazo de hoja auestas, la cual semeja un sombrero, penetrando con la carga nuevamente al nido. Esta tarea se repite una y otra vez durante horas avanzadas de la noche y la madrugada antes de amanecer.

Al mismo tiempo que las obreras trabajan y las soldados cuidan el nido, las hormigas nodrizas, que son de tamaño más pequeño, sacan las larvas que son observables a simple vista y que se ven como pequeños puntos blancos en la tierra..

La cacería de hormigas se hizo el 4 de julio de 1976 y se atrapó una cantidad considerable de insectos de to -

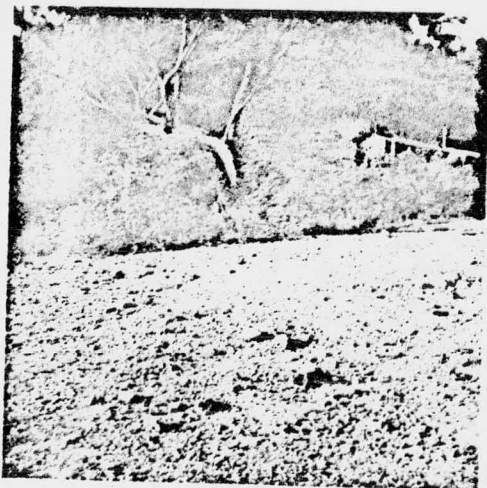


Fig. 30.-
Vista panorámica de la
región de donde son —
originarias las hormi-
gas Attine utilizadas-
en esta tesis. Santa -
Teresa, Guerrero.

Fig. 31.- Entrada prin-
cipal al nido de hormi-
gas antes de su recole-
cción. Santa Teresa.
Guerrero.





Fig. 32.- Salida de emergencia del nido de hormigas Attine Como se puede observar los hoyos se encuentran cubiertos con piedras y hojas. Santa Teresa, Guerrero.

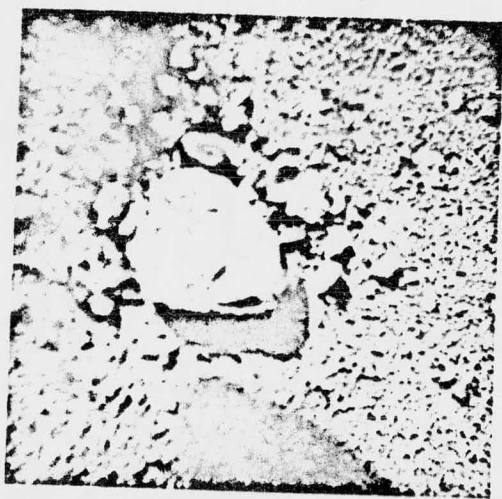


Fig. 33.- (Izquierda) Entrada y salida del hormiguero de Attine. Nótese que se trata de ocultar con piedras. Fig. 34.- (Derecha)- Otras entradas de emergencia al nido. Santa Teresa, Guerrero.

Fig. 35.- Entrada principal
al nido. Santa Teresa, Guer-
rero.

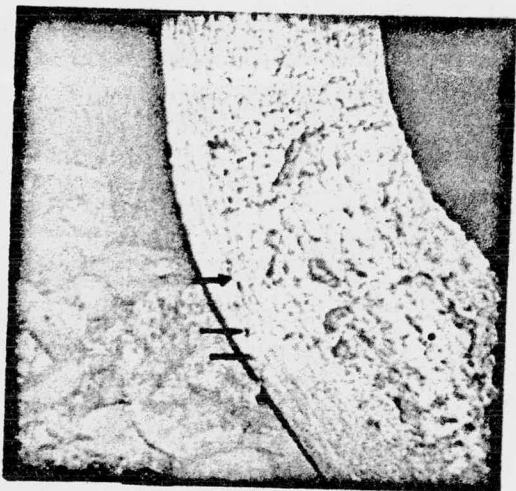
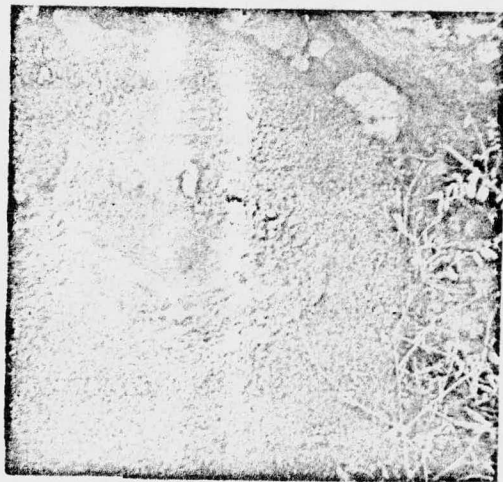


Fig. 36.- En la foto-
grafia se observa como —
suben las hormigas hacia —
la copa del árbol.-
Santa Teresa, Guerrero.

das las castas.

El motivo por el cual se hizo la cacería en esta fecha es el de que la reina "sonteta" realiza el vuelo nupcial durante los primeros días del mes de julio (el día de la primera lluvia del año) y sigue saliendo con regular frecuencia durante todo el mes y principios de agosto para después instalarse en el nido y no salir hasta el siguiente año, pero en la práctica no fue posible capturar a la reina durante todo el mes y se tuvo que instalar el hormiguero únicamente con los miembros de la colonia recolectados.

3.2 El hormiguero .

El hormiguero se construyó con paredes de madera y vidrio, que son materiales comunes, resistentes y no atacables por las hormigas. Las dimensiones se especifican en la Figura (37).

Como se puede observar en la Figura (38), el hormiguero en la parte superior tiene un cajón cuadrado cuya base y lados son de madera y en el cual se colocan diariamente hojas frescas de diferentes árboles frutales o cualquier tipo de hoja fresca vegetal. Este cajón va cubierto con dos vidrios, uno fijo y otro móvil (Figura 39) para facilitar el acceso al cambio de hojas y regular la humedad. En la base de este cajón y en el centro se encuentra comunicado por medio de una ranura la continuación del hormiguero, que será propiamente el lugar en donde las hormigas habitan. Este segundo cajón tiene dos ca

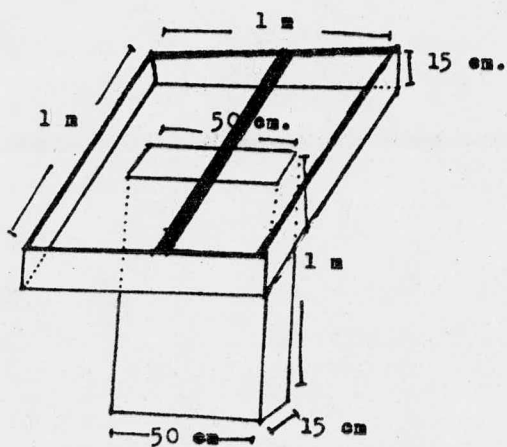


Fig. 37.- Esquema del hormiguero instalado en el laboratorio para la crianza de hormigas.

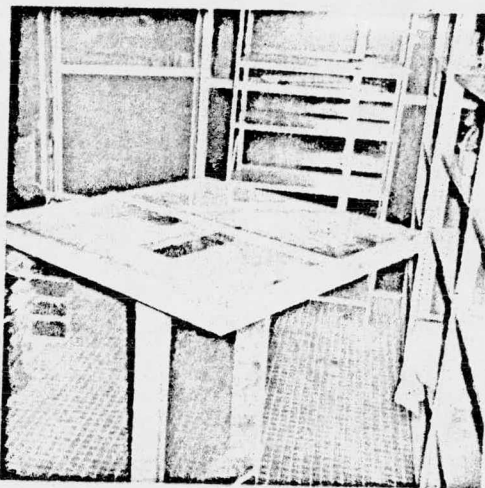


Fig. 38.- Fotografía del hormiguero utilizado en el experimento. Aquí se puede observar la comunicación que existe entre ambos compartimientos del hormiguero en la parte central del cajón superior.

ras de vidrio que son las más anchas y lo restante es de madera (Figura 40).

3.3 Desarrollo del hormiguero.

Para tener una instalación y desarrollo adecuado del hormiguero o nido se trató de que las condiciones fueran lo más semejantes posibles a las de la región de la cual eran originarias las hormigas, de esta manera se tendría una etapa de adaptación pequeña de parte de los insectos y no se correría el riesgo de que cambiara el metabolismo, en especial el sistema hormonal de síntesis de la sustancia promotora del crecimiento de hongos que es la que ocupa a esta tesis.

La tierra fue traída de Santa Teresa, Gro., y fue recogida a unos cuantos metros del hormiguero de donde se recolectaron las hormigas.

El hormiguero fue llenado en el laboratorio el 5 de julio de 1976 con esta tierra y en la superficie fueron depositadas las hormigas. Las caras laterales de vidrio del hormiguero fueron cubiertas con papel cartoncillo negro y fueron selladas perfectamente para evitar que penetrara la luz. El piso del cajón que se encuentra en la parte superior del hormiguero también se cubrió de tierra y se colocó una esponja humedecida para conservar la humedad del ambiente y aquí se de

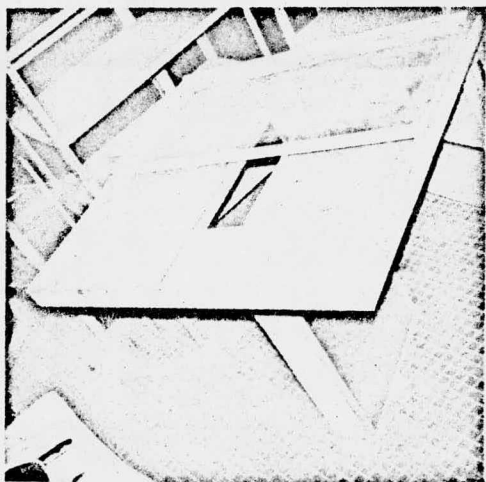
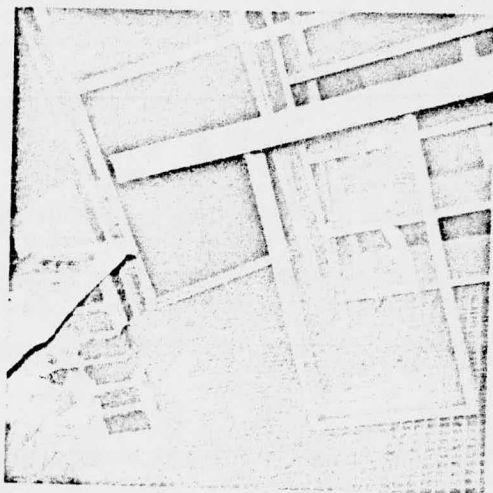


Fig. 39.- Hormiguero-
instalado en el labo-
ratorio en donde se
puede observar el vi-
drio corredizo por
donde se cambian las-
hojas y se regula la-
humedad.

Fig. 40.- Vista anterior
del hormiguero en donde
se muestran las caras de
vidrio que fueron cubier-
tas con papel cartonci-
llo negro.



positaron también hojas frescas de árboles, (trueno, jacaranda, colorín, higo, grandada, durazno, pirul, pasto, etc.), para que fueran cortadas por las hormigas. A partir de esta fecha — el hormiguero se cerró y solamente se abría cada tercer día la cara de vidrio corrediza para revisar la humedad y cambiar las hojas.

La primera revisión del hormiguero fue al mes de su instalación, el 3 de agosto, y se hizo la observación levantando un poco el papel cartoncillo que cubría una de las caras de vidrio.

En esta primera revisión se observó que las hormigas ya habían cavado celdas y túneles (Figura 41) y que habían avanzado aproximadamente 30 cm hacia el interior; a través del vidrio se podían observar micelios.

Una segunda revisión se hizo el 3 de septiembre y lo único que se observó fue el avance de las hormigas hacia el interior del nido, pero no se veía movimiento de éstas como en la ocasión anterior, lo que hizo suponer que habían cavado hacia el centro del cajón. La tercera revisión fue el 28 de septiembre, no se veía movimiento, pero sin embargo se observaba una gran cantidad de micelios adheridos a la superficie del vidrio — lo cual hizo suponer que las hormigas habían muerto y al no tener el jardín de hongos su cuidado empezaron a crecer gran cantidad de hongos diferentes a los cultivados por ella.

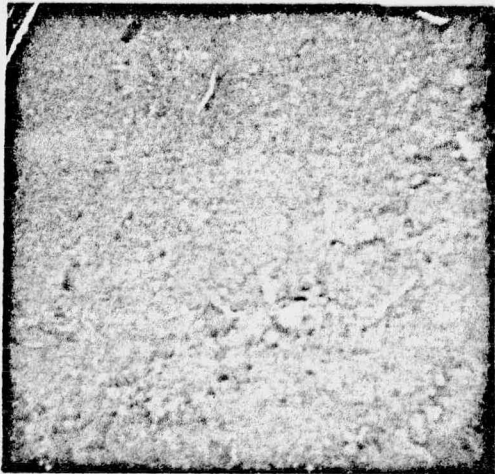


Fig. 41.- Fotografía referenta a la primera revisión del hormiguero en donde se pueden observar los túneles y celdas cavadas por las hormigas.

Finalmente el hormiguero se abrió el 4 de octubre y se tomaron varias muestras que se analizaron el día 11 del mismo mes.

C A P I T U L O 4

EXTRACCION DE LA SUSTANCIA PROMOTORA DEL CRECIMIENTO DE HCN
GOS.

4.1. F e r o m o n a s .

Siempre que se hace referencia al término "feromona" de antemano se comprende que se está hablando de una sustancia química de comunicación entre individuos de una misma especie dentro de la amplia gama del reino animal. Sin embargo en este trabajo se mencionará el término feromona para referir la sustancia hormonal promotora del crecimiento de hongos y que es secretada por hormigas.

Hasta la fecha este tipo de feromona fertilizante nunca se ha consignado en la literatura y únicamente se ha hablado de hormonas de comunicación en hormigas, y en ocasiones se han dado sus estructuras, estas feromonas son las de alarma y se muestran en la figura 42.

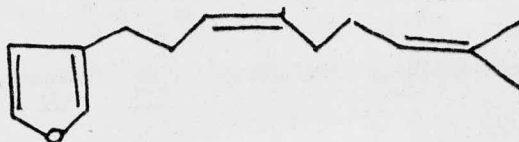
4.2 D e s a r r o l l o e x p e r i m e n t a l

Al abrir el hormiguero se fueron tomando muestras de las diversas capas de tierra (Figura 43). En las capas superiores no se observaron micelios ni hormigas, pero en las capas más profundas se encontró tierra de color rojo y se podían distinguir a simple vista fragmentos de hormigas, lo cual hece suponer que hasta este lugar había avanzado la ma -

yor parte de la colonia y las hormigas no pudieron seguir -- adelante debido a que murieron probablemente de hambre al no poder establecer los jardines de hongos que son la alimentación de estos insectos e incrementando la mortandad debido a que no se dejó una rampa para que pudieran salir con facilidad a cortar hojas. Se siguieron tomando muestras hasta finalizar la tierra.

Las muestras de tierra recolectada fueron observadas al microscopio. Los frotis fueron preparados poniendo la muestra de tierra en un portaobjetos y agregando una gota de lactofenol azul de algodón e inmediatamente después cubriendo con un cubreobjetos y observando al microscopio utilizando el objetivo seco fuerte (45 X).

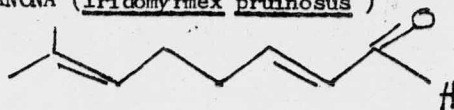
Fig. 42.- Feromonas de alarmas de hormigas.



DENDROLASIN (*Lasius fuliginosus*)



2-HEPTANONA (*Iridomyrmex pruinosus*)



CITRONELAL (*Acanthomyops cloviger*)

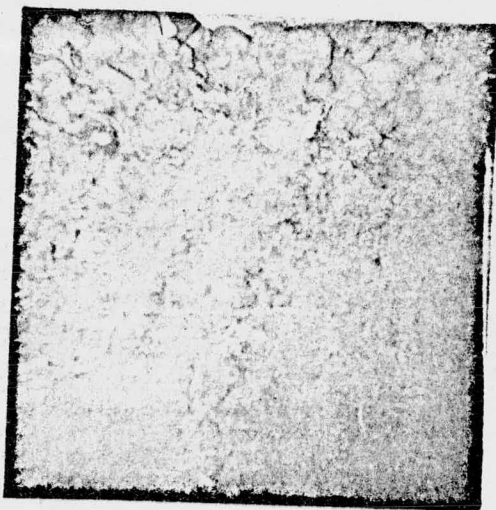


Fig. 43.- Esta fotografía corresponde a la abertura del hormiguero (4 de octubre). Aquí se pueden observar las celdas y túneles-cavados por las hormigas. En esta etapa se tomaron muestras de las diferentes capas de tierra.

CAPITULO 5

RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos en este trabajo no fueron satisfactorios debido probablemente a que las condiciones logradas en el laboratorio no eran del todo adecuadas y también a carencia del material específico como termómetros de tierra, medidores de humedad, etc.. Uno de los principales problemas que se presentó fue el de las dimensiones tan grandes del hormiguero. La práctica demostró que cuando se utiliza un lugar tan amplio para establecer una colonia es necesario tener una gran cantidad de hormigas y que entre éstas se encuentren gran cantidad de larvas, ya que muchas hormigas morirán en la recolección o al establecerse la colonia antes de adaptarse, otras hormigas estarán en su límite de vida, etc.. Cuando no se pueda tener una cantidad tan grande de hormigas es necesario tener la reina. Ambas situaciones son muy difíciles de satisfacer, por lo tanto, lo que se prefiere es hacer un hormiguero más pequeño cuyas dimensiones sean aproximadamente como se muestra en la (figura 44). Este hormiguero presenta la ventaja de ser más manuable y por tanto será más fácil la adaptación y establecimiento de la colonia puesto que las hormigas tendrán que cavar menos para establecer sus jardines y por tanto más rápidamente tendrán alimento disponible.

En las observaciones hechas al microscopio no se observaron micelios ni restos de hongos, por tanto en este punto se dió por terminado el trabajo.

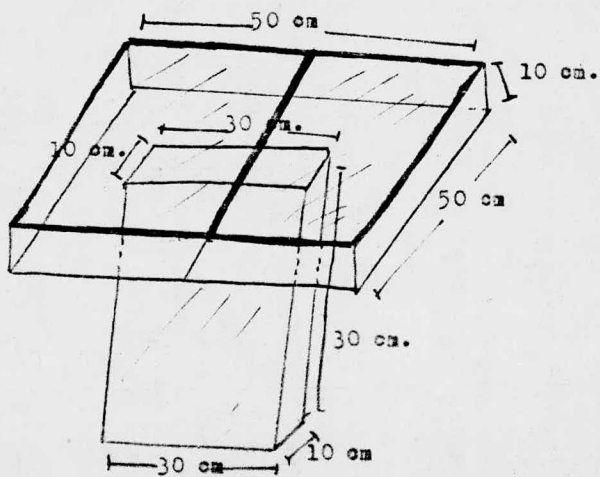


Fig. 44.- Hormiguero propuesto para el establecimiento de una colonia - de hormigas Attines.

C A P I T U L O 6

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- T. BELT. (1874). The Naturalist in Nicaragua. (Murray, London).
- 2.- A. MOELLER. (1893). Schimper 's Botan. Mitt. Tropen. 6, 127.
- 3.- I. HUBER. (1905). Biol. Centralbl.. 25, 606.
- 4.- E. GOELDI. (1905). Compt. Rend. Congr. Inter. Zool., 6th, Berne: 457-508.
- 5.- W.M. WHEELER. (1907). Bull. American Museum Nat. Hist..23, 69.
- 6.- E. WILLIAMS. (1963). Documents of West Indian History (PNM Publishing Co., Trinidad), 1, 1492-1695.
- 7.- Este número corresponde a una nota.
- 8.- L. F. BYARS. (1949). J. Econ. Entomol. 42, 545.
- 9.- C.R. GONCALVES. (1961). Dibulgate Agron. 1,2.
- 10.- N.A. WEBER. (1947). Bol. Entomol. Venezuela. 6, 143.

- 11.- Este número corresponde a una nota.
- 12.- Este número corresponde a una nota.
- 13.- M. AUTUORI. (1940). Entomol. 11, 215.
- 14.- H. EIDMANN. (1935). Entomol 22, 185.
- 15.- M. BAZIERE- BENAZET. (1957). Compt. Rend. 244,
1277.
- 16.- W. E. KERR. (1961). Brasil Biol.. 21, 45.
- 17.- A. A. BETANCOURT. (1941). Arquiv. Inst. Biol. Sao Paulo.
12, 229.
- 18.- G. STAHEL Y D. C. GEUJSKES. (1939). Entomol. 10, 27.
- 19.- N. A. WEBER. (1946). Entomol. 17, 114.
- 20.- W. WEYRAUCH. (1942). Bol. Direc. Gen. Agr. Peru. 15. 204.
- 21.- N. A. WEBER. (1941). Entomol. 12, 93.
- 22.- M. JACOBY. (1936). Entomol. 6, 100.
- 23.- N.A. WEBER. (1959).. Ecology. 40, 153.
- 24.- N.A. WEBER. (1937). Trop. Agr. Trinidad. 14, 223.

- 25.- J.C. MOSER. (1963). *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 56, 286.
- 26.- A.A. BENOTTO. (1959). *Min. Agr. Ganad., Santa Fe, Argentina*. 84, 154.
- 27.- W. GOESTCH. (1938). *Naturwissenschaften*. 28, 761.
- 28.- N.A. WEBER. (1955). *J. Wash. Acad. Sci.*, 45, 275.
- 29.- *Ecology* (1956). 37, 150.
- 30.- Este número corresponde a una nota.
- 31.- H. MARKL. (1965). *Science*. 149, 1392.
- 32.- E.O. WILSON. (1963). *Ann. Rev. Entomol.* 8, 345.
- 33.- J.C. MOSER Y M.S. BLUM. (1963). *Science*. 140, 1228.
- 34.- V.A. BUTENANDT. (1959). *Arch. Anat. Microscop. Morphol. Exp.*, 48, 13.
- 35.- E. AMANTA. (1965). Comunicación Personal a J. C. MOSER.
- 36.- N.A. WEBER. (1964). *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 57, 87.
- 37.- *Rev. Entomol.* (1945). 16, 1.
- 38.- W.M. WHEELER. (1937). *Mosaics and Other Anomalies in Ants.* (Harvard Univ. Press, Cambridge).

- 39.- Este número corresponde a una nota.
- 40.- N.A. WEBER. (1958). Proc. Intern. Congr. Entomol, 10th, Montreal. 2, 458.
- 41.- N.A. WEBER. (1956). Anat. Record. 125, 604.
- 42.- N.A. WEBER. (1957). Anat. Record. 128, 638.
- 43.- N.A. WEBER. (1955). Science. 121, 109.
- 44.- N.A. WEBER. (1954). Anat. Record. 120, 735.
- 45.- W.M. WHEELER. (1926). Ants. (Columbia Univ. Press. New York).
- 46.- N.A. WEBER. (1938). Rev. Entomol. 8, 264.
- 47.- R. HEIM. (1957). Mycol. 22, 293.
- 48.- R. SINGER. (1935). Comunicación Personal a N.A. WEBER.
- 49.- N.A. WEBER. Trabajo no publicado citado en : N.A. WEBER. (1966). Fungus-Growing Ants. Science. 153, 3736, 587-604.
- 50.- J.C. LINDQUIST Y J.E. WRIGHT. (1959). 11, 598.
- 51.- J.C. LINDQUIST Y J.E. WRIGHT. (1964). 13, 138.



- 52.- N.A. WEBER. (1966). Fungus-Growing Ants. Science. 153, 3736; 587-604.
- 53.- W.T. BATRA Y L. R. BATRA.(1967). The fungus garden of insect. Scientific American. 217,5; 112-120.
- 54.- E.O. WILSON. (1963). Pheromones. Scientific American. 208, 5; 100-114.
- 55.- E.O. WILSON. (1972). Animal communication. Scientific American. 207, 3: 52-60.

6.- NOTAS.

- 7.- Los diferentes nombres que se les da a las hormigas del género Atta son los siguientes: En Cuba, bibijagua; en México, sonteta y hormiga arreira; en América Central, sompopas; - en Panamá y Colombia, hormiga arriera o podadora; Venezuela, bachaco; en Trinidad, bachac; Guayana Británica, cuschi o acuschi; Surinam, parasolmierem; Brasil, saúva o saúba, - también hormiga mineira; Uruguay y Argentina, hormiga isaú.
- 11.- Esta nota la enfatiza N. A. WEBER en las "Actas de Primer Coloquio Latinoamericano de Biología del Suelo" (UNESCO, - Montevideo.)
- 12.- Este trabajo fue elaborado por estudiantes de Trinidad en 1964-1965 y fue patrocinado por "The National Science Foundation".
- 30.- Estas castas fueron producidas en el laboratorio. La temperatura fue de 24 a 26°C, y los jardines se mantuvieron frescos sobre la superficie del sustrato en que vivían.
- 39.- Esta publicación proviene de los laboratorios de Swarthmore.