



49
24
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

CRIA Y MOVIMIENTO DE ZANGANOS ENTRE
COLMENAS DE ABEJAS ITALIANAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I O L O G A

P R E S E N T A

MA. DE JESUS GUADALUPE DURAN DIAZ



FALLA DE ORIGEN

MEXICO. D. F.

OCTUBRE 1991



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 está 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.

CONTENIDO

	PAG.
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	4
2.1 Clasificación de la abeja <i>Apis mellifera</i>	4
2.2 Morfología y ciclo biológico	5
2.3 Reproducción y multiplicación de la colonia de abejas melíferas	6
2.4 Biología de los zánganos	11
2.5 Cría de zánganos	15
III. MATERIALES Y METODOS	19
3.1 Cría de zánganos	19
3.1.1 Obtención de los panales de celdas de zángano	19
3.1.2 Pruebas preliminares de cría de zánganos	21
3.2 Movimiento de zánganos entre colmenas del apiario	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	32
4.1 Distribución de la cría	32

	PAG.
4.2 Producción de zánganos	36
4.3 Movimiento de zánganos entre colmenas del apiario	42
V. CONCLUSIONES	48
VI. LITERATURA CITADA	50

RESUMEN .

El presente trabajo se realizó con el objetivo de obtener conocimientos preliminares de la cría de zánganos y del movimiento de éstos entre colmenas de abejas italianas.

La cría de zánganos se realizó en cuatro colmenas mediante tres pruebas consecutivas. La primera consistió en confinar a la reina con el panal de celdas de zángano en una jaula excluidora para su ovipostura, la cual se colocó en el segundo lugar de la cámara de cría; la segunda y tercera fueron sin confinamiento de la reina, colocando el panal de celdas de zángano en el noveno lugar y en el centro de la cámara de cría, respectivamente. A partir del inicio de las pruebas, cada 24 horas se cuantificó la cantidad de cría (huevos y larvas) del día 1 al 4, la de pupas del día 14 al 18 y la de adultos emergidos del día 24 al 28.

El movimiento de los zánganos entre las colmenas se evaluó marcando 25 zánganos en cada una de ocho colmenas. Posteriormente se muestrearon 10 colmenas (ocho con zánganos marcados y dos con zánganos sin marcar) y se registró el número de zánganos ajenos que éstas contenían.

Los resultados mostraron variación en la forma y la cantidad de ovipostura de las reinas en el panal de celdas de zángano ante las variantes de posición del panal en la cámara de cría. La forma del área de cría fue irregular a ambos lados del panal, pero simétrica en relación al plano central. La cantidad de cría generalmente se incrementó al aumentar los días de ovipostura de la reina, pero al final del período tendió a estancarse e incluso a reducirse en algunas colmenas. Las reinas confinadas produjeron gran cantidad de cría pero con el 69% de pupas de obrera en celdas de zángano, en cambio, sin confinamiento produjeron menor cantidad de cría y todas las pupas fueron de zángano. El mayor número de zánganos emergidos se obtuvo con reinas sin confinar, principalmente en el panal colocado en el centro de la cámara de cría.

El movimiento de los zánganos entre colmenas ocurrió en el intervalo de 1.29 a 11.5 m, y a una distancia promedio de 3.8 m. Del total de zánganos marcados, un mínimo de 14.5% se movió a colmenas ajenas, y de éstos el 48.3% lo hizo en el intervalo de 1.50 a 1.66 m. El movimiento mayor (89.7%) fue en la dirección Sur-Norte.

I. INTRODUCCION

Con la finalidad de mantener e inclusive incrementar la producción anual de miel en México, es necesario desarrollar una apicultura intensiva, que compense los altos costos de los productos apícolas y de mano de obra, así como los costos que está causando el problema de la abeja africana. El logro de este tipo de apicultura sólo puede ser posible mediante la investigación, que genere la tecnología apropiada, en aspectos de manejo apícola, control de plagas y enfermedades, mejoramiento genético de poblaciones, industrialización de la miel y otros.

Mediante el mejoramiento genético se pueden obtener abejas mejoradas especializadas en producir altos rendimientos de miel, de polen o de jalea real, o bien, especializadas en la polinización de cultivos agrícolas, y con gran adaptación al área ecológica en la que se explotan.

En el mejoramiento de abejas se ha puesto más atención en la selección del progenitor femenino, que es la reina, y poca al progenitor masculino, que es el zángano, por la dificultad de determinar los caracteres de éste que están más correlacionados con las buenas características de la colonia.

Una forma de solucionar este problema, ha sido utilizando las colonias seleccionadas por los criterios arriba mencionados, como productoras de zánganos, que se aparean con las reinas vírgenes procedentes de madres seleccionadas (Cervantes, 1985).

Afortunadamente existen metodologías bien desarrolladas de cría de reinas para la obtención de reinas vírgenes (Laidlaw, 1979), pero falta por perfeccionar el proceso de cría de zánganos, para que estos existan en cantidad y madurez apropiadas en el momento en que las reinas estén listas para la fecundación natural o artificial. Debido a que en los programas de mejoramiento genético la producción de reinas vírgenes es por períodos prolongados, la de zánganos se dificulta en épocas fuera de la reproductiva o de enjambrazón.

Un problema adicional en el mejoramiento genético es el movimiento de los zánganos entre colmenas del apiario (Rinderer *et al.*, 1985), que ocasiona que no todos los zánganos de una colmena sean propios, y con ello existe cierta probabilidad de error al efectuar los cruzamientos, principalmente cuando se realizan por fecundación artificial, por el riesgo de tomar algún zángano ajeno en la colmena selec -

cionada, además el movimiento de zánganos entre colmenas causa difusión de enfermedades y de plagas, como la loque y el ácaro traqueal, respectivamente, entre otras.

Con base en lo arriba expuesto se realizó el presente trabajo, con el siguiente objetivo: obtener conocimientos preliminares de la cría de zánganos y del movimiento de éstos entre colmenas de abejas italianas.

II. ANTECEDENTES

2.1 Clasificación de la abeja *Apis mellifera*

Según Borrór (1981), la clasificación taxonómica de la abeja doméstica es la siguiente:

<i>Phylum</i>	Arthropoda
<i>Subphylum</i>	Unirramia (= mandibulata)
Clase	Hexapoda (= insecta)
Subclase	Pterygota
División	Endopterygota
Orden	Hymenoptera
Suborden	Apocrita
Superfamilia	Apoidea
Familia	Apidae
Subfamilia	Apinae
Género	Apis
Especie	mellifera

2.2 Morfología y ciclo biológico

De acuerdo con McGregor (1987), una colonia de abejas se compone básicamente de varios miles de obreras, una reina y un número pequeño de zánganos. Las abejas se agrupan sobre varios panales de cera, cuyas celdas utilizan para la cría de abejas jóvenes y para el almacenamiento de recursos como miel y polen, que proporcionan a la colonia carbohidratos y proteínas, respectivamente.

Dentro de las abejas altamente sociales como *Apis mellifera*, existe una clara división de labores entre las dos castas de hembras (reina y obreras). La actividad de la reina está restringida a la postura de huevos que dan origen a hembras y machos. Las abejas obreras que son las más numerosas en la colonia, tienen actividades variadas de acuerdo con la edad, tales como la limpieza de las celdas, construcción y reparación de panales, la defensa de la colonia, la recolección de néctar, polen, agua y propóleo. La función de los zánganos es fecundar a la reina virgen (Michener, 1974).

Según Mace (1990), las abejas presentan metamorfosis completa (huevo, larva, pupa y adulto). La duración de este ciclo biológico varía en cada uno de los tres grupos que componen la colonia; en la reina es de 16 días, en las obreras de 21 y en los zánganos de 24.

La morfología externa difiere entre cada uno de los tres individuos (reina, obrera y zánganos) que componen el enjambre. La reina es la abeja más grande, presenta alas que son relativamente cortas en comparación con el abdomen que termina en punta, mide de 14 a 20 mm de largo y de 5 a 6 mm de diámetro. Las obreras son más pequeñas, miden 12 mm de largo y 4.5 mm de diámetro, la longitud de sus alas alcanza el extremo del abdomen. El zángano tiene 18 mm de largo y 5 mm de diámetro, alas anchas que sobresalen del abdomen, que es redondeado y cubierto de sedas, lo que le da una apariencia robusta (Aragón, 1945).

Considerando que la reina, obreras y zánganos, realizan distintas actividades en la colonia de abejas, Winston (1987) informa de algunas diferencias estructurales entre éstos integrantes de la colonia (Cuadro 1).

2.3 Reproducción de la abeja melífera y multiplicación de la colonia

La reproducción de la abeja melífera se lleva a cabo mediante el apareamiento de la reina virgen con varios zánganos para generar la nueva progenie, a la que se transmite el patrimonio genético de los progenitores (Koeniger, 1986).

Cuadro 1. Diferencias estructurales entre obrera, reina y zángano.

Características	Obrera	Reina	Zángano
<u>Sensoriales</u>			
No.de facetas de los ojos compuestos	4000-6900	3000-4000	7000-8600
Lóbulo óptico del cerebro	mediano	pequeño	grande
No.de órganos sensoriales	3000	1600	30000
Proporción relativa de superficie antenal	2	1	3
<u>Glandulares</u>			
Hipofaringeas	presente	vestigial	ausente
Mandibulares	grandes	muy grandes	pequeñas
Salivales de la cabeza	grandes	grandes	vestigiales
Cera	presente	ausente	ausente
Nasonov	presente	ausente	ausente
Alcalina (Dufour)	reducida	grande	ausente
Koshevnikov	ausente o reducida	presente	ausente
<u>Reproductivas y aguijón</u>			
Ovarios o testículos	ovarios reducidos	ovarios elongados	con testículos
No.de ovariolas	2-12	150-180	ninguna
Espermateca	rudimentaria	grande	ninguna
Lenguetas del aguijón	fuertes	muy pequeñas	sin aguijón
Placas del aguijón	ligeramente unidas	fuertemente unidas	ninguna
<u>Partes bucales</u>			
Mandíbulas	delgadas	robustas	pequeñas
Ranuras mandibulares	presentes	ausentes	ausentes
Probosis	larga	corta	corta
<u>Patas</u>			
Cepillos del polen	presente	ausente	ausente
Cestillo del polen	presente	ausente	ausente

Para que una reina pueda ser fecundada tiene que llegar a la madurez sexual, la cual alcanza frecuentemente entre el cuarto y el quinto día después de emergida, dependiendo de la estación del año y del estado de nutrición de la colonia. Los zánganos también necesitan madurar sexualmente para cumplir su misión fecundante, y la alcanzan 12 días después de emergidos (Root, 1984).

Una vez que la reina está lista para aparearse, inicia el vuelo de apareamiento, que realiza por la tarde de días soleados, coincidiendo con la actividad de vuelo de los zánganos. Estos vuelos de apareamiento entre reinas y zánganos ocurren en áreas de congregación, las cuales son sitios discretos en el aire, seleccionados por características que se desconocen (Hammann, Woyke *et al.* citados por Winston, 1987).

McGregor (1987) señala que la reina se aparee con 8 a 12 zánganos; éstos últimos mueren inmediatamente después del apareamiento. Woyke (1986) menciona que la reina regresa del vuelo de apareamiento con un promedio de 80 millones de espermatozoides en sus oviductos, de los cuales sólo 5 millones entran en la espermateca.

La reina inicia su ovipostura en los panales de la colmena 3 días después de haber sido fecundada y lo hace en for

ma circular a partir del centro del panal, cubriendo círculos cada vez más grandes hasta ocupar la mayor parte del panal, pero deja una franja superior para el almacenamiento de miel y polen (Root, 1984).

Una de las características que atraen mayor atención en la reproducción de la abeja melífera es el origen haplo-diploide de los dos sexos. Los machos (zánganos) son haploides, se originan de óvulos sin fecundar. Las dos castas de hembras (reina y obreras) se originan de óvulos fecundados (Michener, 1974).

La reina salvo raras excepciones, siempre pone los huevos fecundados en celdas de reina y obreras, y aquellos sin fecundar en celdas de zánganos (Koeniger, 1986).

Por otra parte Koeniger (citado por Michener, 1974) menciona que la reina inspecciona las celdas con las patas de lanteras para determinar si pone un huevo para hembra o bien para macho.

Sepúlveda (1980) señala que mediante el mecanismo de apertura o cierre de la válvula sigmoidea que se encuentra entre la espermateca y el oviducto medio, la reina puede re-

gular el paso de los espermatozoides al oviducto donde se en cuentra a los óvulos en su paso al exterior.

Laidlaw y Eckert (1950) señalan que la reina pone hue - vos que darán origen a obreras o zánganos en forma sistemáti ca, debido a la influencia de las condiciones ambientales en la colonia. La reina generalmente pone huevos de zángano al avanzar la primavera, y bastantes al aproximarse el período de enjambrazón, porque es necesario que haya zánganos de ma - durez apropiada durante la época de apareamiento de las rei - nas vírgenes. Además, una reina recién fecundada parece po - co dispuesta a poner huevos para zángano pero unas semanas después cuando es confinada en panal de celdas de zángano ovipositará huevos los cuales producirán larvas hembras.

La reproducción de las abejas melíferas también se rea - liza mediante la multiplicación o división de la colonia, a través de la enjambrazón. Primero se crían obreras en gran - des cantidades, luego viene un período notable por la crian - za tanto de abejas obreras como de zángano. Posteriormente se almacenan en la colonia grandes cantidades de polen y né - ctar. Esto atesta el nido de cría y restringe el número de huevos que la reina es capaz de poner. Se producen de 10 a 50 celdillas de reina y, poco después de que la primera que - de sellada, la reina vieja con una parte de las obreras y

zánganos abandona la colmena formando un enjambre (McGregor, 1987). Mientras tanto, en la colmena abandonada por el enjambre nace la nueva reina la cual, ayudada por las obreras, elimina matando con el aguijón a otras reinas vírgenes, que serían las futuras aspirantes a permanecer en la colonia (Bartolini, 1983).

2.4 Biología de los zánganos

Los zánganos son producto de óvulos no fecundados (haploides) que son puestos por las reinas en celdas de zángano. El tiempo promedio de desarrollo de los zánganos desde huevo a adulto es de 24 días, pero en las áreas periféricas donde generalmente se crían es de 25 días. Las fluctuaciones en la duración probablemente son causadas por variaciones en la temperatura del nido de cría (Fukuda *et al.* citados por Currie, 1987).

Aunque la reina es la principal productora de zánganos, en colonias sin reina es probable que haya obreras ponedoras, las cuales ponen huevos no fecundados en celdas de obrera, de los que emergen zánganos pequeños pero con esperma viable (Prost, 1981).

Woyke (1967) señala que existen zánganos diploides que se desarrollan de huevos fecundados, los cuales son homocigóticos en los alelos sexuales, pero pocas horas después de eclosionadas, las larvas son detectadas y comidas por las obreras.

Örözi (1959) considera que los zánganos no contribuyen a la producción de cría de su colonia, a la polinización y producción de miel, ni en actividades de limpieza y de defensa de la colonia. Su función es la de fecundar reinas vírgenes en zonas de congregación. Sin embargo, Prost (1981) menciona que se ha observado que los zánganos realizan actividades de calentamiento de la cría; mediante el suministro a la colonia de un jarabe con néctar marcado con un elemento radiactivo, encontró que los zánganos toman el néctar y lo distribuyen a las obreras que se encuentran a su alrededor. Un zángano distribuye el néctar a 50 obreras aproximadamente.

Según Mace (1990), durante los primeros días de vida adulta, los zánganos son alimentados por obreras de 3 días de vida, pero después de 7 días de edad tienden a alimentarse por sí mismos, consumiendo miel directamente de las celdas.

Free *et al.* (citados por Winston, 1987) señalan que el comportamiento de los zánganos en la colmena varía según su edad. Cuando son jóvenes se encuentran en el centro del nido de cría sobre panales que contienen cría, donde las temperaturas son altas y existen abundantes abejas disponibles para alimentarlos; cuando son de mayor edad frecuentemente se encuentran en panales periféricos, donde la miel es almacenada o bien cerca de la entrada del nido de cría.

El promedio de vida de los zánganos es de 23.5 días, con un máximo de 59 días. Sengele, citado por Prost (1981), señala que la duración de vida de los zánganos varía entre 28 y 62 días. McGregor (1987) menciona que durante la temporada activa los zánganos adultos viven cerca de ocho semanas, pero pueden morir a cualquier edad durante el otoño.

Los factores que afectan la longevidad de los zánganos son la intensidad de actividad de vuelo, las condiciones ambientales externas o internas de la colonia. Las temperaturas frías, los vientos fuertes, los nublados y las heladas reducen la actividad de vuelo de los zánganos e incrementan su duración de vida (Currie, 1987).

Según Ruttner (citado por Winston, 1987) cuando los zánganos tienen cerca de 8 días de edad adulta y aún son in-

maduros sexualmente, inician sus vuelos de orientación o ubi cación de la colmena, con duración de pocos minutos, ya madu ros realizan vuelos de apareamiento a las áreas de congrega- ción con duración promedio de 25 a 32 minutos. Tanto los vuelos de orientación como los de apareamiento ocurren fre - cuentemente entre las 14:00 y 16:00 horas, pero pueden cam - biar de acuerdo a los patrones diarios del tiempo.

Ruttner *et al.* (citados por Currie, 1987) mencionan que los zánganos pueden volar hasta 7 km de distancia de su propia colonia, sin embargo, el número de zánganos que regre sa decrece conforme la distancia a su colmena se incrementa.

Según Levenets (citado por Washington, 1967) los zánganos cometen errores frecuentemente durante sus vuelos de orientación, pues al regresar entran a colmenas ajenas en donde son aceptados fácilmente. Las colonias más débiles o enfermas tienden a perder mayor número de zánganos. El desplazamiento de los zánganos entre colmenas e inclusive hasta a colmenas de otros apiarios, no tiene efecto directo en la producción de miel, sin embargo, si lo tiene en la difusión de enfermedades (cría ensacada, noseimiasis) y parásitos (*Acarapis* y *Varroa*).

Butler (1939), Levenets y Witherell (citados por Currie, 1987) mencionan que la cantidad de zánganos que se mueven a colmenas ajenas es de 0 a 12%, y Currie, Free y Goetze (citados por Currie, 1987) señalan que es de 50 a 80%.

Por otra parte Rinderer *et al.* (1985) mencionan que los zánganos africanizados de abejas melíferas (*Apis mellifera*) se mueven o migran a colonias de abejas europeas en grandes cantidades en donde son fácilmente aceptados, pero las colonias africanizadas sólo raramente hospedan a zánganos de otras colonias.

Debido a que se desconocen las señales de orientación que utilizan los zánganos para ubicar sus colmenas, las medidas tomadas para reducir el desplazamiento de las obreras entre las colmenas del apiario (como la colocación de las colmenas en herradura, los diferentes colores de las colmenas y las colmenas apareadas) no reducen enormemente el intercambio de zánganos. Probablemente en su movimiento está implícito el efecto de la dirección del viento y la posición del sol (Jay, 1966).

2.5 Cría de zánganos

Según Laidlaw y Eckert (1950), la producción de zánganos es estacional y depende de las condiciones de la colonia,

normalmente las colonias comienzan a criar zánganos a fines de la primavera o comienzos del verano, dependiendo de la lo calidad.

Para inducir la cría de zánganos, es común suministrar a la colonia seleccionada panales con celdas sólo de zángano o panales normales de celdas de obreras que contengan sectores de celdas de zángano. Estos panales se colocan en el centro de la cámara de cría de la colonia criadora (Dadant e hijos, 1975).

Según Allen (1965) normalmente la producción de zánganos está supeditada a las necesidades de la colonia, y para que ocurra se requiere que la colmena cuente con panales de celdas de zángano y esté sujeta al impulso de la enjambrazón, el cual es promovido por una sobrepoblación en la colmena, como resultado de la abundancia de polen y néctar.

Koeniger (1986) menciona que una buena colonia productora de zánganos se debe alimentar adecuadamente con polen y miel; además, dice que una reina virgen puede ser inducida a poner huevos de zánganos con un tratamiento por tres minutos de CO₂ durante 3 días consecutivos, o simplemente, enjaulándola en un panal de celdas de zángano.

Según Darchen *et al.* (citados por Currie, 1987), la cantidad de cría de zánganos en la colonia durante el año puede ser afectada por las temperaturas, por la reducción en el acopio de polen y néctar, y por las propias obreras, quienes regulan el número de zánganos de la colonia, determinando la cantidad de panal de celdas de zángano construido, o bien comiéndose los huevos, larvas y ocasionalmente, pupas de zánganos. A fines de verano cuando el néctar es escaso, las obreras impiden a los zánganos alimentarse de las reservas de miel y polen de la colonia, y eventualmente los expulsan de ésta, muertos de hambre y frío.

Free y Williams (1975) señalan que probablemente el factor más importante para la exclusión de los zánganos de las colonias es la cantidad y tipo de alimento colectado y almacenado; además, mencionan que la cantidad de cría de zánganos y el número de zánganos adultos está positivamente correlacionado con el número de obreras de las colonias, pues la cantidad de cría de zánganos se incrementa con el tamaño de la población de ésta.

La producción de zánganos es un factor importante en la cría de reinas y en la inseminación artificial. En los programas de mejoramiento genético de abejas, es fundamental la selección de los progenitores masculinos y femeninos, general

mente mediante las buenas características de productividad, comportamiento y sanidad de las colmenas, las cuales se toman como productoras de zánganos y de reinas vírgenes, de cuyo cruzamiento natural o artificial se obtiene la nueva generación (Cervantes, 1985).

III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en colonias de abejas de raza italiana (*Apis mellifera ligustica* Spin.), pertenecientes al Centro de Genética del Colegio de Postgraduados, situado en Montecillo, Estado de México, y consistió en efectuar pruebas preliminares de cría de zánganos y en evaluar el movimiento de los zánganos entre las colmenas del apiario. Los trabajos de campo se realizaron de agosto a noviembre de 1990.

3.1 Cría de zánganos

La cría de zánganos se realizó con reinas confinadas y sin confinar, en panales de celdas de zángano colocados en diferentes lugares de la cámara de cría de cada una de cuatro colmenas.

3.1.1 Obtención de los panales de celdas de zángano

Debido a que no se tenía cera estampada propia para celda de zángano, se provocó la construcción de panales de celdas de zángano en la forma siguiente:

Se eligieron seis colmenas bastante pobladas, con capacidad de construir panales en corto tiempo. En estas colmenas se introdujeron dos bastidores de cámara de cría alambrados y con una tira de cera estampada de celdas de obrera de 5 cm de ancho, pegada en la parte superior del bastidor; uno de los bastidores se colocó en el segundo lugar y el otro en el noveno de la cámara de cría de la colmena, cuyas posiciones fueron de 1 a 10.

Las colmenas se alimentaron con jarabe preparado de miel y agua en partes iguales, para estimular la construcción de los panales de celdas de zángano.

Cuando los panales en construcción tenían huevos, se extrajeron de la colmena por 1 ó 2 días para que muriera la cría, y se regresaron a la colmena para concluir su construcción. Posteriormente, los panales se volvieron a extraer de la colmena para la muerte de la cría y se regresaron a la misma por 1 ó 2 días para ser limpiados por las abejas. Los panales que tenían miel se dejaron al aire libre para que las abejas se la extrajeran. En esta forma, los panales quedaron limpios y listos para las pruebas de cría de zánganos

3.1.2 Pruebas preliminares de cría de zánganos

Se realizaron tres pruebas, con cuatro repeticiones cada una, constituidas éstas por cuatro colmenas. Todas las colmenas estaban aparentemente sanas, con reinas de 1 a 3 meses de edad. Una prueba fue con una reina confinada y dos sin confinamiento de la reina. En las tres pruebas se usaron las mismas cuatro colmenas. La Prueba 2 se inició 7 días después de iniciada la Prueba 1, y la Prueba 3, 4 días después de iniciada la Prueba 2. En todas las pruebas se contó primeramente el número de celdas con cría (huevos y larvas), posteriormente el número de celdas con pupas y finalmente el número de zánganos emergidos.

Prueba 1. Consistió en confinar cada una de las cuatro reinas en una jaula que contenía el panal de celdas de zángano limpio. La jaula fue de tela de alambre galvanizado de cinco cuadros por pulgada y midió 46 cm de largo, por 28 cm de alto y 4.5 cm de ancho; en su cara superior tenía una tapa de la misma tela, atada con alambre galvanizado del número 28 (Figura 1). La jaula con la reina adentro, se colocó en el lugar del segundo panal de la cámara de cría de la colmena de donde procedió la reina respectiva (Figura 2). A través de las paredes de la jaula podían pasar las abejas obreras, pero no la reina.

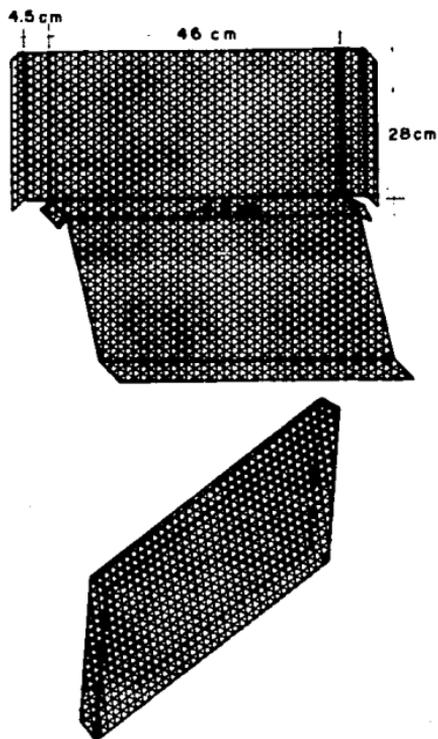


Figura 1. Esquema de la jaula de alambre galvanizado utilizada para el confinamiento de la reina durante su ovipositora en panel de celdas de zángano.

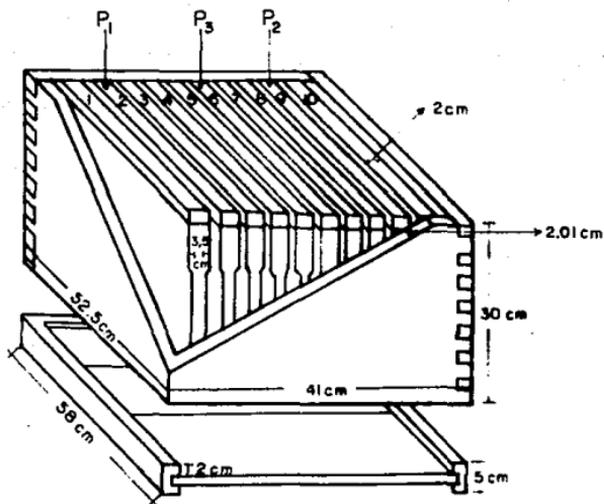


Figura 2. Esquema de la cámara de cría mostrando las diferentes posiciones del panel de celdas de zángano para las Pruebas 1 (P₁), 2 (P₂) y 3 (P₃), durante la cría de zánganos.

El número de celdas con cría (huevos y larvas) se conta ron durante 4 días consecutivos, a partir de 24 horas posteriores al inicio del confinamiento de la reina (Figura 3). El conteo diario se realizó a partir de las 8:00 horas, con intervalos aproximados de 30 minutos entre colmenas y duración de 20 minutos por colmena. Durante el conteo la reina se guardó dentro de la colmena en una caja portareinas, y al término de éste, la reina y el panal se volvieron a introducir a la jaula y ésta a la colmena. Al finalizar el conteo del cuarto día se extrajo la jaula, el panal se regreso al mismo lugar de la colmena y la reina se dejó libre dentro de ésta.

El número de celdas con pupa se contaron durante 5 días consecutivos a partir del catorceavo día posterior al inicio de la prueba (Figura 3). Se contaron el número de celdas operculadas en forma abombada y de operculadas en forma plana, las cuales se clasificaron como pupas de zángano y obrera, respectivamente.

El conteo de celdas con cría (huevos y larvas) y de cel das con pupas, se hizo con el auxilio de un marco de madera de 42 cm de largo por 24 cm de ancho, dividido con hilo en rectángulos de 5 cm de largo por 4.5 cm de ancho (Figura 4A). Para el conteo, el cuadro se colocó sobre el panal de prueba,

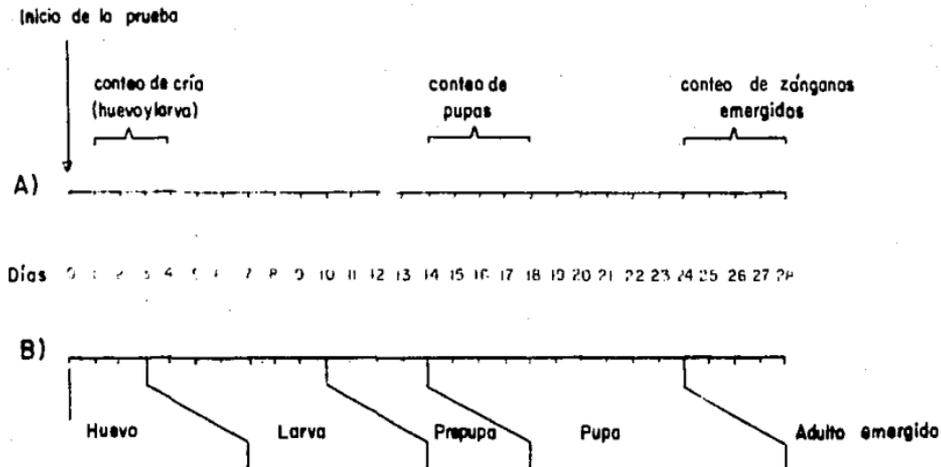
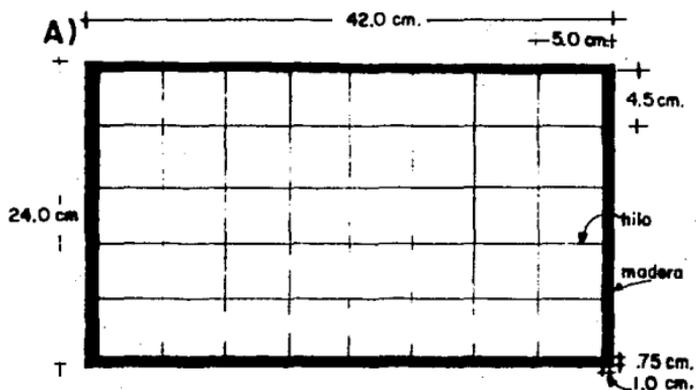


Figura 3 Secuencia del conteo de cría (huevo y larva), de pupas y de zánganos emergidos (A) en cada una de las pruebas en relación a los estados de metamorfosis de los zánganos (B).



B)

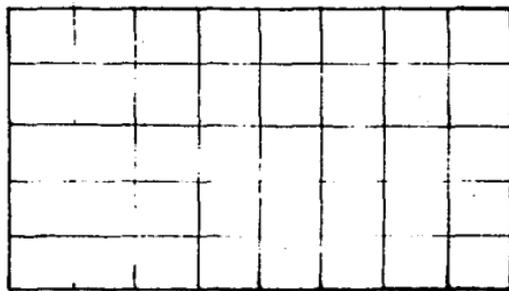


Figura 4. Marco de madera para el conteo de celdas con cría (huevos y larvas) y con pupas (A). Formato de registro del número de celdas ocupadas en cada conteo (B).

y las celdas ocupadas en cada rectángulo se marcaron con una X en el formato de la Figura 4B.

El número de zánganos emergidos se contó durante 5 días consecutivos, a partir del día 24 después del inicio de la prueba (Figura 3). Un día antes del inicio de este conteo se enjauló el panal de prueba en la colmena, para evitar que los zánganos emergidos se dispersarán en la misma.

En esta forma, las celdas ovipositadas el último día de conteo de huevo tuvieron el tiempo suficiente para que su cría llegará a contarse en el estado de pupa, así como en el estado de zánganos emergidos (Figura 3).

Prueba 2. Se realizó sin confinamiento de la reina, para ello únicamente se introdujo un panal de celdas de zángano limpio, en el noveno lugar de la cámara de cría de la colmena, para ser ovipositado por la reina (Figura 2).

Prueba 3. Se realizó sin confinamiento de la reina. Un panal de celdas de zángano limpio y sin jaula se colocó en el centro de la cámara de cría de la colmena, para que la reina ovipositará en él (Figura 2).

El conteo de celdas con cría (huevos y larvas), con pupas y de zánganos emergidos en las Pruebas 2 y 3, se realizó en forma similar a la Prueba 1, con la diferencia de que durante el conteo diario, la reina permaneció libre en su propia colmena.

A partir de la información anterior se obtuvo:

1. Distribución de la cría. La distribución de la cría (huevos y larvas) en ambos lados del panal de celdas de zángano, se obtuvo para cada uno de los 4 días de conteo, en las cuatro colmenas de cada una de las tres pruebas. Las celdas ocupadas se registraron en el formato de la Figura 4B. En ésta se delimitaron las áreas y subáreas ocupadas.
2. Cantidad de cría. Correspondió al número de celdas ocupadas en cada una de las cuatro colmenas durante cada uno de los 4 días de conteo de cría. Los tres primeros días contenían huevos, y al cuarto día, huevos y larvas.
3. Cantidad de pupas. Comprendió el número total de pupas (de zánganos y de obreras) en cada colmena durante cada uno de los 5 días de conteo de pupas.

4. Cantidad de pupas de zángano. Correspon*dió* al número de pupas de zángano en cada colmena obtenido el último día de conteo de pupas.
5. Cantidad de pupas de obrera. Número de pupas de obrera en celdas de zángano obtenido el último día de conteo de pupas.
6. Porcentaje de error en ovipostura. Es el porcentaje de pupas de obrera ocupando celdas de zángano, en relación al número total de pupas (obrero y zángano), obtenidos en cada colmena el último día de conteo de pupas.
7. Porcentaje de pupas de zángano. Se calculó como el porcentaje de pupas de zángano en relación al número de celdas con cría y pupas, obtenidos el último día de conteo de pupas y de cría, respectivamente.
8. Cantidad de zánganos emergidos. Número total de zánganos adultos emergidos durante los 5 días de conteo de éstos.
9. Porcentaje de zánganos emergidos. Es el porcentaje de zánganos emergidos en relación al número de celdas ocupadas el último día de conteo de cría.

3.2 Movimiento de zánganos entre colmenas del apiario

Se eligieron ocho colmenas (de las 20 que formaron el apiario) y en cada una de éstas se marcaron 25 zánganos de edad desconocida. El marcaje consistió en poner una marca de pintura vegetal en el dorso del tórax de cada zángano. Se usó un color para cada colmena.

Para evaluar el movimiento de zánganos entre colmenas, en diez colmenas del apiario (incluyendo las ocho en las que se marcaron zánganos) se efectuó el conteo de zánganos ajenos marcados. En las colmenas de zánganos marcados, los ajenos fueron aquellos con color diferente al asignado en el marcaje y en las colmenas sin zánganos marcados, los ajenos fueron los que tenían cualquier color.

Las observaciones frente a las colmenas se realizaron entre las 12:30 y 15:00 horas del día durante 15 minutos en cada colmena. Se contó el número de zánganos ajenos que salían de la colmena. El conteo se inició al siguiente día de que se marcaron los zánganos y se repitió durante 4 días consecutivos por colmena.

Se hizo un plano de localización de las diez colmenas en las que se contaron los zánganos ajenos. En éste se mi -

dió la distancia en metros entre colmenas a partir del centro de cada colmena y la distancia de éstas a las dos hileras de árboles más próximas entre las cuales se encontraba el apiario. En el plano se trazaron las líneas de movimiento de los zánganos entre las colmenas, incluyendo el número total de zánganos que durante los 4 días se movió de una colmena a otra.

Posteriormente, se calculó el porcentaje de zánganos que se movieron a diferentes distancias de la amplitud del intervalo de desplazamiento obtenido; así como, la distancia promedio del desplazamiento de los zánganos de cada colmena, y la distancia promedio general de desplazamiento de los zánganos. Asimismo, se calculó el porcentaje de zánganos que se movieron hacia los cuatro puntos cardinales.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Distribución de la cría

En la Figura 5 se presentan las formas de las áreas de cría en los panales de celdas de zángano, durante los primeros 4 días de las Pruebas 1 a 3 en las cuatro colmenas. Según esta figura, la ovipostura de la reina se localizó en el área central e inferior de cada lado del panal, cubriendo áreas casi de la misma magnitud a ambos lados y casi simétricas en relación al plano central del panal. Las formas de las áreas de cría fueron irregulares y variables entre colmenas, pero en una misma colmena generalmente tendieron a ser similares a través de los conteos de cada prueba y de las diferentes pruebas.

En la Prueba 1, con la reina confinada en el panal experimental en el segundo lugar de la cámara de cría, las colmenas C₁ y C₂ tuvieron áreas de cría muy irregulares distribuidas en pequeñas subáreas a ambos lados del panal; en cambio, las colmenas C₃ a C₄ tuvieron áreas compactas y menos irregulares.

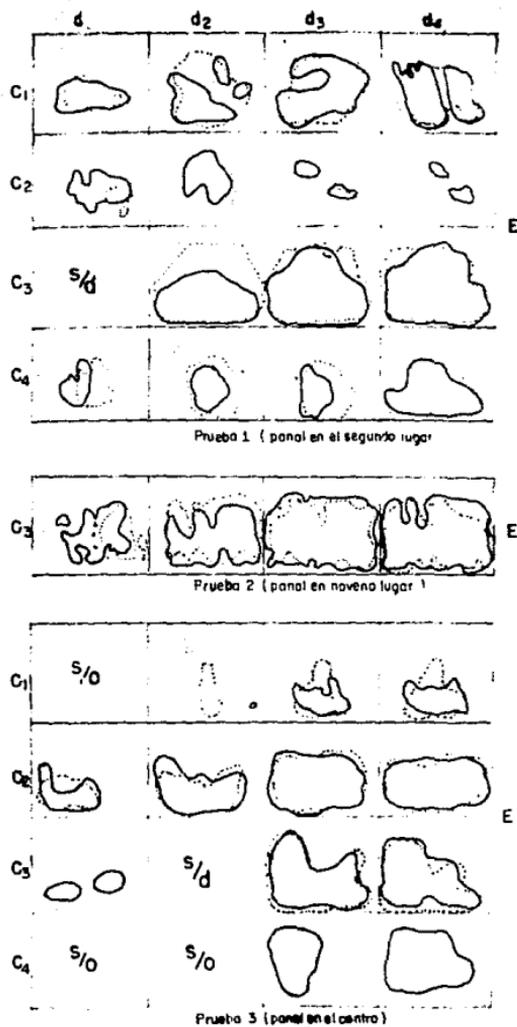


Figura 5. Formas del área de cría de los panales de celdas de zángano durante los primeros cuatro días (d_1 a d_4) de las Pruebas 1 a 3 en las colmenas C_1 a C_4 — lado izquierdo, ... lado derecho del panel. E = Entrada de la colmena, s/d = sin datos, s/o = sin ovipositar.

En la Prueba 2, con la reina sin confinar y panal experimental en el noveno lugar de la cámara de cría, la única reina que ovipositó fue la de la colmena C₁, con gran área de cría como en la prueba anterior.

En la Prueba 3 con reina sin confinar y panal experimental en el centro de la cámara de cría, todas las reinas ovipositaron, pero a diferencia de la Prueba 1, las áreas de las colmenas C₁ y C₂ fueron más compactas, principalmente la de esta última.

Las formas de las áreas de cría de las colmenas a través de las Pruebas 1, 2 y 3, que fueron consecutivas, indica que existieron reinas cuya uniformidad de ovipostura varió de acuerdo con la posición del panal de celdas de zángano en la cámara de cría, como la de las reinas de las colmenas C₁ y C₂, que en el panal en el segundo lugar (Prueba 1) tuvieron ovipostura dispersa (en subáreas), en el panal en el noveno lugar (Prueba 2) no ovipositaron y en panal en el centro (Prueba 3) ovipositaron en una área compacta. En cambio, la reina de la colmena C₃ ovipositó en áreas de forma y tamaño similar en las tres posiciones del panal, y una situación similar ocurrió en la colmena C₄, excepto que no ovipositaron en el panal del noveno lugar. El hecho de que tres reinas no ovipositaron en el panal del noveno lugar, pudo deberse a

que las colonias no estuvieron dispuestas a extender su área de cría hacia ese lado de la colmena y en especial con cría de zánganos, ya que si lo hicieron en el panal del centro.

La presencia de subáreas de cría que generalmente se observó en el primer conteo de cada prueba, y que se mantuvo en los conteos posteriores, en las colmenas con menos cantidad de ovipostura, señala que las reinas no iniciaron la ovipostura a partir de una celda y la continuaron en espiral hacia el exterior, como lo hacen en la ovipostura de panales de obrera, sino que la iniciaron a partir de diferentes celdas (o núcleos de concentración) que dieron lugar a las subáreas. Esto pudo deberse a que los panales de celdas de zángano no fueron construidos uniformemente, si no en secciones verticales que finalmente fueron unidas, dando lugar a celdas de tamaño irregular en las líneas de unión, o bien, a que las reinas no están adaptadas a ovipositar exclusivamente en panales con celdas de zángano, pues normalmente producen machos en pequeñas subáreas en la parte inferior del panal.

La variación entre reinas en la forma del área de cría en el panal de celdas de zángano y la cantidad de ovipostura ante las variantes de posición del panal, puede atribuirse a la variabilidad genética entre las mismas, así como entre las poblaciones de obreras.

4.2 Producción de zánganos

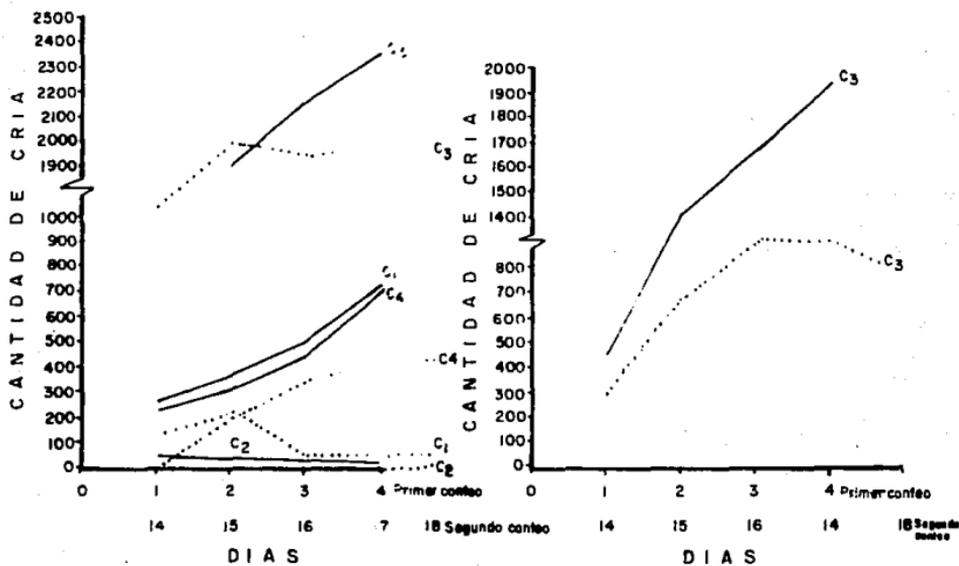
En la Figura 6 se observa que la cantidad de cría (número de huevos y larvas) aumentó durante los primeros 4 días de conteo después de iniciadas cada una de las pruebas, excepto en la colmena C₂ que tuvo un decremento a partir del primer día en la Prueba 1 y a partir del tercer día en la Prueba 3, así como, la falta de cría en las colmenas C₁, C₂ y C₃ en la Prueba 2. La colmena C₃ fue sobresaliente por su mayor cantidad de cría en las tres pruebas, en comparación con las otras colmenas, y la colmena C₂ que en la Prueba 1 tuvo los valores más bajos, en la Prueba 3 fue casi similar a la colmena C₃.

La cantidad de cría que llegó al estado de pupa fue bastante baja en relación a la cantidad inicial (Figura 6), y generalmente cambió en forma similar a ésta durante el período de conteo. El número de pupas aumentó al principio del período y al final del mismo se mantuvo casi sin cambios en la Prueba 3, pero en las otras pruebas hubo decremento en algunas colmenas, el más notable fue en la colmena C₁ de la Prueba 1.

En el Cuadro 2 que contiene la cantidad de cría en estado de huevo y larva y en estado de pupa, así como el número de zánganos emergidos en el último día de cada uno de los

Prueba 1 (panal en segundo lugar)

Prueba 2 (panal en noveno lugar)



Prueba 3 (panal en el centro).

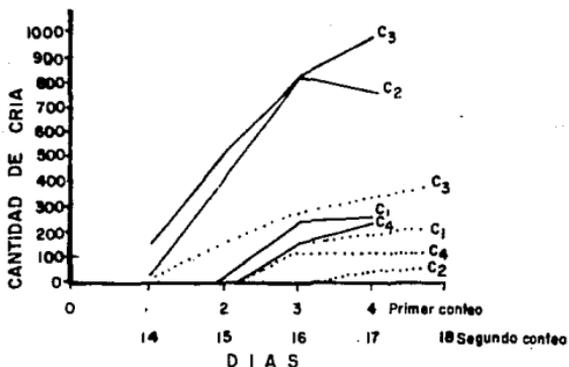


Figura 6 Cantidad de cría en estado de huevo y larva (—), y de pupa (.....) durante el primero y segundo período de conteo, respectivamente, de las Pruebas 1, 2 y 3 en las colmenas C₁ a C₄.

Cuadro 2. Número y promedio de celdas con cría (huevo y larva) y de pupas de zánganos y de obrera del último día de conteo de cría y de pupas respectivamente, y número total de zánganos emergidos por colmena, en las Pruebas 1, 2 y 3.

Prueba	Colmena	Número de celdas con cría	Número de pupas de zángano	Número de pupas de obrera	Total de pupas	Número de zánganos emergidos
P ₁	C ₁	747	40	6	46	15
	C ₂	18	0	17	17	0
	C ₃	2362	62	1200	1262	8
	C ₄	729	138	292	430	29
	Promedio	964.0	60.0	378.7	438.7	13.0
P ₂	C ₁	0	0	0	0	0
	C ₂	0	0	0	0	0
	C ₃	1951	826	0	826	330
	C ₄	0	0	0	0	0
	Promedio	487.7	206.5	0	206.5	82.5
P ₃	C ₁	252	217	0	217	216
	C ₂	769	59	0	59	30
	C ₃	999	380	0	380	106
	C ₄	248	135	0	135	130
	Promedio	567.0	197.7	0	197.7	120.5

tres períodos de conteo, se observa que la reina confinada (Prueba 1) ovipositó casi el doble que cuando estuvo sin confinamiento (Pruebas 2 y 3), en promedio produjo 964 huevos y larvas en el primer caso y 487.7 y 567.0 en los dos últimos, los cuales llegaron a estado de pupa más o menos en la misma relación, pero en cantidades menores a la mitad de la cantidad inicial. Sin embargo, el número de pupas de zángano obtenido bajo confinamiento de la reina en ovipostura, en promedio fue solo de 60, inferior en casi un tercio al obtenido con la reina sin confinamiento.

El Cuadro 3 indica que la reina bajo confinamiento tuvo errores en la ovipostura al poner huevos de obrera en las celdas de zángano, en porcentajes que varían de 13 a 100%, con un promedio de 69%; en cambio, las reinas no confinadas no cometieron ningún error, ya que todas las celdas ovipositadas correspondieron a pupas de zángano. Hubo una gran reducción en la cantidad de pupas con respecto al número de cría en estado de huevo y larva, y del número de pupas al número de zánganos emergidos; el 42.3 y 46.5% llegaron en promedio al estado de pupa en las Pruebas 2 y 3, respectivamente, y sólo el 6.7% en la Prueba 1, debido a que en ésta hubo un alto porcentaje de error en la ovipostura de la reina confinada. Únicamente emergieron como zánganos adultos 1.6, 16.9 y 38.1% en las Pruebas 1, 2 y 3, respectivamente. El

Cuadro 3. Porcentajes de error en ovipostura, de pupas de zángano y de zánganos emergidos por colmena, en las Pruebas 1, 2 y 3.

Prueba	Colmena	Error en ovipostura (%)	Pupas de zángano (%)	Zánganos emergidos (%)
P ₁	C ₁	13.0	5.3	2.0
	C ₂	100.0	0.0	0.0
	C ₃	95.1	2.6	0.3
	C ₄	68.0	18.9	4.0
	Promedio	69.0	6.7	1.6
P ₂	C ₁	-	0.0	0.0
	C ₂	-	0.0	0.0
	C ₃	0.0	42.3	16.9
	C ₄	-	0.0	0.0
	Promedio	0.0	42.3	16.9
P ₃	C ₁	0.0	86.1	85.7
	C ₂	0.0	7.6	3.9
	C ₃	0.0	38.0	10.6
	C ₄	0.0	54.4	52.4
	Promedio	0.0	46.5	58.1

decremento que se obtuvo de la cantidad de cría inicial al número de zánganos emergidos puede atribuirse a la presencia de enfermedades, enfriamiento de la cría y regulación en la producción de zánganos en la colonia, como ocurrió con la reducción de la cantidad de cría en estado de huevo y larva de

la colmena C₂ durante el primer conteo de las Pruebas 1 y 3 (Figura 6).

Los resultados del Cuadro 2 indican que con la reina sin confinar (la forma más similar a la natural) se produjo un mayor número de zánganos (82.5 y 120.5 en promedio en las Pruebas 2 y 3, respectivamente) que con la reina confinada, ya que con ésta sólo se produjeron 13 zánganos en promedio.

Asimismo existieron diferencias entre colmenas y entre las posiciones del panal de celdas de zánganos en la cámara de cría. Cuando el panal estuvo colocado en el noveno lugar las reinas de las colmenas C₁, C₂ y C₄ no produjeron zánganos y en el segundo lugar la reina de la colmena C₂ tampoco los produjo. La mejor colocación del panal fue la del centro de la cámara de cría, pues en ésta todas las colmenas produjeron zánganos, debido posiblemente al mejor control de la temperatura y de la alimentación por parte de las abejas nodrizas, por estar en el centro del nido de cría.

Las diferencias entre colmenas muestran que algunas tienen gran habilidad para producir zánganos, como la colmena C₃, que lo hizo en las tres diferentes posiciones del panal, con el total más alto de 444 zánganos; en cambio, otras tie-

nen poca habilidad, como la colmena C₂ que sólo produjo zánganos en el panal del centro.

Durante el conteo de pupas de la Prueba 3 (habiendo sido consecutivas las Pruebas 1, 2 y 3, con intervalo de 4 a 7 días) se encontraron celdas reales, 12 aproximadamente en cada una de las colmenas C₁ y C₃, que fueron las que produjeron el mayor número total de zánganos. A este respecto, Allen (1965) encontró que al inducir la cría de zánganos algunas colmenas tienden a enjambrar.

4.3 Movimiento de zánganos entre colmenas del apiario

En el Cuadro 4 se presentan las distancias de desplazamiento de los zánganos marcados entre colmenas, así como la cantidad y porcentaje de éstos. En diez colmenas muestreadas (ocho con zánganos marcados y dos con zánganos sin marcar) de las 20 que formaron el apiario, se encontraron 29 zánganos ajenos pertenecientes a los 200 marcados en las ocho colmenas, los cuales representaron un 14.5% del total de los marcados. Sin embargo el porcentaje de zánganos que se desplazó a colmenas ajenas debió ser mayor, ya que no se muestrearon todas las colmenas del apiario y en las muestreadas pudo haber zánganos que no se identificaron. De manera que el porcentaje de desplazamiento de zánganos entre colmenas fue superior al 12% encontrado por Butler (1939), Levenets y

Cuadro 4. Número de zánganos de cada colmena que se desplazó a colmenas ajenas localizadas a diferentes distancias y porcentajes de desplazamiento.

Distancias en metros de colmenas receptoras

Colmena de origen	1.29	1.30	1.50	1.66	1.72	1.77	1.84	2.21	3.26	4.12	4.41	8.72	9.18	9.93	10.40	10.61	11.15	total	%
C ₅	1											1	1	1		1		5	20.0
C ₆				1														1	4.0
C ₇					1	1					1							3	12.0
C ₈			7	4				1	1									13	52.0
C ₉		1																1	4.0
C ₁₀							1			1								2	8.0
C ₁₁															1		1	2	8.0
C ₁₂			2															2	8.0
SUMA	1	1	9	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29	
%	3.4	3.4	31.0	17.2	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	14.5	

Witherell (citados por Currie, 1987), y probablemente similar al encontrado por Currie, Free y Goetze (citados por Currie, 1987), que fue de 50 a 80%.

El desplazamiento de zánganos hacia colmenas ajenas ocurrió en el intervalo de 1.19 a 11.5 m y a una distancia promedio de 3.8 m (Cuadro 5). El mayor porcentaje de 48.3 se desplazó a colmenas cercanas (intervalo de 1.55 a 1.66 m), principalmente a las colmenas C₁₂, C₈ y C₆, las cuales tuvieron abundantes reservas de miel y gran cantidad de zánganos.

Asimismo, los resultados de los Cuadros 4 y 5 señalan que hubo diferencias entre colmenas en los porcentajes de zánganos que se desplazaron y en las distancias promedio de desplazamiento de éstos. La colmena con mayor porcentaje de zánganos que se movió fue la C₈ con 52.0% que se desplazó a una distancia promedio de 1.7 m, la siguió la C₅ con 20.0% que se desplazaron a 7.9 m; en cambio, los de la colmena C₁₁ se desplazaron a una distancia promedio mayor que fue de 10.8 m, pero su porcentaje sólo fue de 8.0.

El registro del movimiento de los zánganos entre colmenas se esquematiza a escala en la Figura 7. En la dirección Sur-Norte se movió el 89.7% de los zánganos (Cuadro 6), y de éstos, el 58.6% se movió hacia el Norte y el 31.1% hacia el

Cuadro 5. Distancia promedio de desplazamiento de los zánganos de cada colmena a colmenas ajenas.

Colmena	Distancia (m)
C ₅	7.9
C ₆	1.7
C ₇	2.6
C ₈	1.7
C ₉	1.3
C ₁₀	3.0
C ₁₁	10.8
C ₁₂	1.5
Promedio	3.8

Cuadro 6. Porcentaje de zánganos que se movio hacia los cuatro puntos cardinales.

Movimiento	Porcentaje
Dirección Sur-Norte	89.7
Hacia el Norte	58.6
Hacia el Sur	31.1
Dirección Este-Oeste	10.3
Hacia el Oeste	6.9
Hacia el Este	3.4
Total	100.0

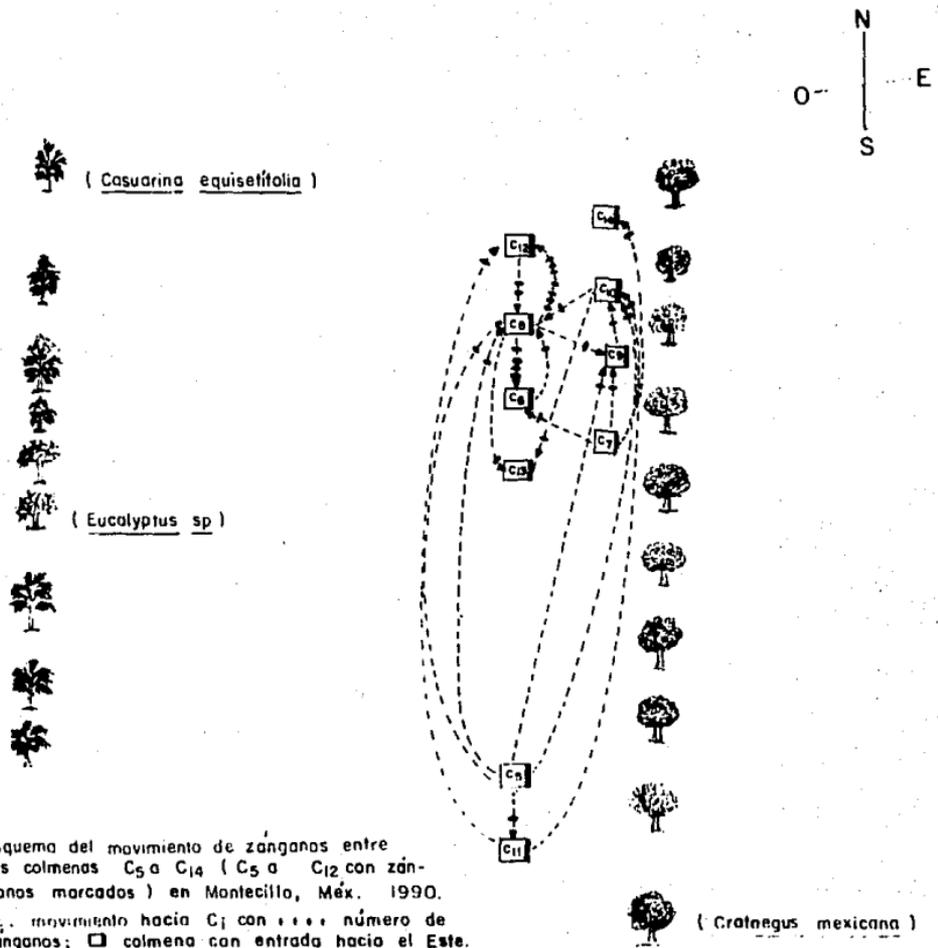


Figura 7 Esquema del movimiento de zanganos entre las colmenas C₅ a C₁₄ (C₅ a C₁₂ con zanganos marcados) en Montecillo, Méx. 1990.
 ... movimiento hacia C₁ con ... número de zanganos; □ colmena con entrada hacia el Este.

Sur; en cambio, en la dirección Este-Oeste se movió el 10.3%, de los cuales el 6.9% se movió hacia el Oeste y el 3.4% hacia el Este. Probablemente el mayor movimiento de zánganos en la dirección Sur-Norte, pudo deberse a la disposición en filas de las colmenas, las cuales se encontraron entre dos hileras de árboles (Figura 7); éstas quizá formaron un corredor para los zánganos en el que podían moverse fácilmente.

Los resultados anteriores muestran que la fidelidad de los zánganos a permanecer en su propia colonia es variable, y que los existentes en una colmena no todos son zánganos propios; de manera que para realizar un determinado cruzamiento por inseminación artificial es necesario marcar los zánganos al momento de su emergencia, o bien mantener colmenas a distancias superiores a 1.72 m que fue la distancia a la cual el porcentaje de desplazamiento disminuyó.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y el ambiente en que se desarrolló el presente trabajo, se concluyó lo siguiente:

1. La forma irregular del área de cría en el panal de zánganos pudo deberse a la costumbre de la reina de poner huevos de zángano en pequeñas áreas en la parte inferior del panal de obreras o en cualquier otra parte donde existen celdas de zángano.
2. El incremento no continuo y decremento posterior en la cantidad de cría de zánganos fue debido a: la regulación de la propia colonia para no producir un exceso de zánganos, a la muerte de huevos, larvas y pupas por enfriamiento y enfermedades, por ser los zánganos generalmente más susceptibles que las reinas y obreras.
3. La reina confinada tuvo un alto porcentaje de error en su ovipostura en el panal de celdas de zángano, probablemente por que al estar confinada se encontró en "stress" y esto afectó su comportamiento de ovipostura, y sin con

finamiento el error fue cero por la facilidad de ovipositar en celda de obrera o zángano según lo requería.

4. La mejor forma de criar zánganos fue sin confinamiento de la reina por ser lo más similar a la forma natural, y con el panal en el centro de la cámara de cría por haber mejor control de la temperatura y de la alimentación.
5. El mayor porcentaje de movimiento de zánganos entre colmenas ocurrió en la dirección Sur-Norte, a lo largo de las dos hileras de árboles, posiblemente porque éstas fungieron como señal de orientación.
6. Los zánganos se desplazaron principalmente a colmenas muy cercanas y con mayor frecuencia a algunas de éstas, atraídos probablemente por las abundantes reservas de miel, por la gran cantidad de zánganos o bien por la mayor aceptación de dichas colmenas.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

VI. LITERATURA CITADA

- Allen, M.D. 1965. The effect of plentiful supply of drone comb on honey bees. *Journal of Apicultural Research*. 4(2): 109-119.
- Aragón L.,P. 1945. *Apicultura moderna*. Ed. Bartolomé Trucco. México, D.F. 407 pp.
- Bartolini, C.A. 1983. *Cría rentable de las abejas*. Ed. De Vecchi S. A. Barcelona, España. 191 pp.
- Borror, D.J. and D.M. DeLong. 1981. *An introduction to the study of insects*. Holt Rinehart and Winston. New York, Chicago, San Francisco, Toronto, London. 827 pp.
- Butler, C.G. 1939. The drifting of drones. *Bee World*. 20: 140-142.
- Cervantes S.,T. 1985. Modelo teórico sobre el mejoramiento genético de abejas por selección masal: *Agrociencia* 62: 102-104. México.
- Currie, R.W. 1987. The biology and behaviour of drones. *American Bee Journal*. 6(3): 129-143.
- Dadant e hijos. 1975. *La colmena y la abeja melífera*. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 936 pp.
- Free, J.B. and I.H. Williams. 1975. Factors determining the rearing and rejection of drones by the honey bee colony. *Animal Behaviour*. 23: 650-675.

- Jay, S.C. 1966. Drifting of honey bees in commercial apiaries. II. Effect of various factors when hives are arranged in rows. *Journal of Apicultural Research*. 5(2): 103-112.
- Koeniger, G. 1986. Reproduction and mating behavior. In *bee genetics and breeding*. Ed. Rinderer T. Academic Press. New York, U.S.A. p. 225-275.
- Laidlaw, H.H. Jr., and J.E. Eckert. 1950. Queen rearing. Dadant and Sons, Inc. Illinois. U.S.A. 147 pp.
- Laidlaw, H.H. Jr. 1979. Contemporary queen rearing. Dadant and Sons. Hamilton, Illinois. 199 pp.
- Mace, H. 1990. Manual completo de apicultura. Ed. CECSA. México, D.F. 239 pp.
- McGregor, S.E. 1987. La apicultura en los Estados Unidos. Ed. Limusa. México, D.F. 150 pp.
- Michener, C.D. 1974. The social behavior of the bees: A comparative study. Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Mass. 404 pp.
- Örösi, P.Z. 1959. The behavior and nutrition of drones. *Bee World*. 40(6): 141-146.
- Prost, J.P. 1981. Apicultura. Ed. Mundiprensa. Madrid, España. 551 pp.
- Rinderer, T.E., R.L. Hellmich, R.G. Danka and A.M. Collins. 1985. Male Reproductive Parasitism: A factor in the Africanization of European Honey-Bee Populations. *Science*. 228. pp. 1119-1121.

- Root, A.I. 1984. ABC y XYZ de la apicultura. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 723 pp.
- Sepúlveda G.,J.M. 1980. Apicultura. Ed. Aedos. Barcelona, España. 418 pp.
- Washington, R.J. 1967. Drones. American Bee Journal. 107(1): 7-9.
- Winston, M.L. 1987. The biology of the honey bee. Harvard University Press. London, England. 281 pp.
- Woyke, J. 1967. Diploid drone-sustance cannibalism. XXI. International Apicultural Congress. University of Maryland, U.S.A. p. 471-472.
- Woyke, J. 1986. Sex determination. In bee genetics and breeding. Ed. Rinderer.T. Academic Press. New York, U.S.A. p. 91-115.