



72
24

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

**ESTUDIO DE ANATOMIA Y FISILOGIA DE LA
ABEJA DOMESTICA
(APIS MELLIFERA)**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

ROGELIO MENDEZ SANCHEZ

ASESOR: MVZ. LIBORIO CARRILLO M.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1992



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 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.

INDICE.	Pág.
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	2
I DESARROLLO Y METAMORFOSIS.....	3
1 Formas juveniles.....	3
1.1 El huevo.....	3
1.2 La larva.....	7
1.2.1 El proceso de la muda.....	9
1.2.2 Los estadios de crecimiento.....	9
1.2.3 La pupa.....	13
II ANATOMIA EXTERNA Y FISIOLOGIA.....	16
1 El exoesqueleto	16
2 Segmentación y tagmas	18
2.1 La cabeza	18
2.1.1 Las piezas bucales	20
2.1.2 Las antenas	24
2.1.3 Los ojos y la visión	27
2.2 El tórax	31
2.2.1 Las patas	32
2.2.2 El aparato recolector y la canasta de polen	36
2.2.3 Las alas	36
2.3 El abdomen.....	41
2.3.1 Las glándulas cereras	45
2.3.2 La glándula odorífera	47

III ANATOMIA INTERNA Y FISILOGIA	49
1 Aparato Digestivo y Organos Anexos	49
1.1 Aparato Digestivo	49
1.1.1 Faringe	50
1.1.2. Esófago	50
1.1.3 Estómago	51
1.1.4 El proventrículo	51
1.1.5 El ventrículo	53
1.1.6 El intestino	54
2.2 Organos Anexos	54
2.2.1 Glándulas	55
2.2.2 Papilas Rectales	58
2.2.3 Tubos de Malpighi	58
2 Aparato Respiratorio	58
3 Sistema Muscular	62
3.1 Músculos esqueléticos	62
3.2 Músculos viscerales	62
3.3 Bandas segmentarias	62
4 Sistema Nervioso	64
4.1 El cerebro	64
4.2 La cadena nerviosa ventral	65
4.3 El sistema neuroendócrino de la abeja	68
4.3.1 Las células secretoras del cerebro	68
4.3.2 Las glándulas protorácicas	70
4.3.3 Las glándulas retrocerebrales	70

5 Sistema Circulatorio	70
6 Sistema Defensivo	73
6.1 Las feromonas	73
6.2 Similitudes entre el aguijón y el ovopositor	74
6.3 El estilete y sus lancetas	75
6.3.1 El canal del veneno	75
6.3.2 La glándula y la bolsa del veneno	78
6.3.3 La producción del veneno	78
6.3.4 La composición química del veneno	80
7 Aparato Reproductor	80
7.1 Aparatogenital del macho	84
7.2 Los testículos	85
7.3 Las vesículas seminales	85
7.4 Las glándulas mocus	85
7.5 El conducto eyaculador	87
7.6 El pene	87
7.7 La espermatogénesis	87
7.8 El espermatozoide	89
7.9 Organos genitales de la hembra	90
7.9.1 El tracto genital	90
7.10 Los ovarios	90
7.11 Los oviductos	90
7.12 La cámara genital y la válvula	92
7.13 La espermoteca y sus glándulas	92
IV BIBLIOGRAFIA	94

I N T R O D U C C I O N

La domesticación de diferentes especies de abejas, con el objeto de obtener algunos de sus productos, es una actividad muy antigua. Y, hoy, en la actualidad para la fabricación de cosméticos, cremas, medicamentos, etc., ha encaminado al hombre a tener un conocimiento más profundo de la Apicultura lo anterior a llevado a algunos países potencialmente apícolas (entre ellos México) a desarrollar de manera significativa la investigación de materias especializadas, sobre el manejo, la zootecnia, y aún de otras más específicas como Reproducción e Inseminación Artificial, Anatomía, Fisiología, etc. (8)

Todo lo anterior aunado a la llegada de la abeja africanizada a nuestro país nos lleva a un conocimiento razonable de la Anatomía y Fisiología de este insecto con su manejo. Por ejemplo: la producción de Jalea real, miel, cera y polen, la reacción de las abejas a los diferentes colores, a las perturbaciones en el manejo, a los cambios en el medio ambiente, etc. No son más que los resultados de actividades Fisiológicas de los diversos órganos que intervienen. (6)

México es un país el cual se encuentra entre los principales productores de miel a nivel mundial debido a sus diferentes tipos de vegetación y a sus excelentes y muy variadas condiciones climáticas que encontramos en nuestro territorio, por lo tanto tenemos grandes posibilidades para mejorar aún más el desarrollo de la Apicultura, la que es una Fuente significativa de ingresos para muchos ciudadanos.

O B J E T I V O S .

Desarrollar un estudio el cual permita integrar el conocimiento de las estructuras Anatómicas y Fisiología de la Abeja Doméstica (Apis mellifera).

Presentar un documento de apoyo para los estudiantes de la Apí - cultura e interesados en el área.

I DESARROLLO Y METAMORFOSIS.

Por Anatomía entendemos: La completa organización de las diferentes partes estructurales que componen a un organismo y que es capaz de desarrollarse, alimentarse y perpetuarse, luego entonces una abeja contiene: aparato locomotor, órganos de alimentación, digestión, un sistema de respiración -- otros más para distribuir los alimentos, un sistema excretor, un sistema nervioso, y un sistema reproductor.

Para poder entender porque un animal fué hecho como es, estudiamos su estructura y su función, por lo tanto la abeja melífera, como todo animal comienza su vida como una sólo célula.

1 Formas Juveniles.

1.1 El huevo.

El huevo es una pequeña masa cilíndrica, un poco curva, que mide poco más de 1.5 mm. de largo, por 0.3 mm. de diámetro máximo y que pesa aproximadamente 0.13 mg, tienen extremos redondeados y es de color blanco translúcido. En el extremo superior se encuentra el micropilo, lugar por donde penetra el espermatozoide, el cual lo hace sobre algunos huevos y sobre otros no, los huevos que llegan a ser fertilizados se convierten en abejas hembras, mientras los no fertilizados serán machos. (1, 2, 5, 6, 15)

El extremo superior del huevo es un poco más grueso que el inferior y representa la cabeza del insecto adulto, y mientras la curvatura exterior corresponde al abdomen, la interior al dorso. (Fig.1)

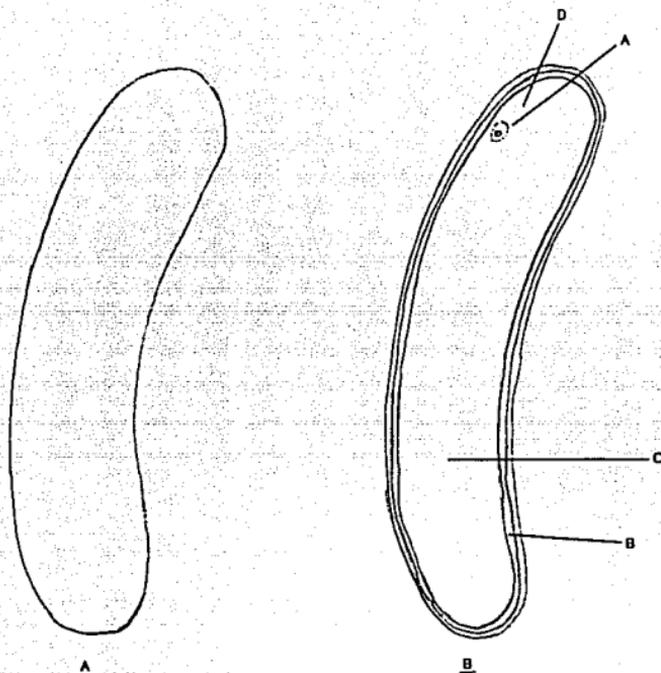


Fig. 1.- A.- HUEVO
B.- SECCION.

- A) NUCLEO
- B) ENVOLTURA DEL HUEVO
- C) VITELO NUTRITIVO
- D) MICROPILLO

(Eckert, 1984).

La membrana vitelina o membrana celular, es delicada y recubre totalmente el corión, el cual encierra las siguientes estructuras:

El citoplasma: Es la sustancia viva general del huevo.

La yema: Es el material alimenticio sin vida y su composición química consiste en lípidos, proteínas, carbohidratos y otras sustancias nutritivas

El núcleo: Contiene la cromatina, la cual a intervalos de tiempos regulares forma los cromosomas, éstos están compuestos de moléculas gigantes de DNA, que en su conjunto constituye los genes y son los portadores de las características hereditarias. (15, 18, 23) (Fig.2)

El desarrollo comienza con la división del núcleo, el resultado será entonces un sin número de células que migran hacia el citoplasma, donde formará el blastómero poco tiempo después la parte inferior del blastómero se hace más gruesa formando la llamada banda de germen, mientras el blastómero dorsal se hace más delgado. (6, 14, 15, 16, 19, 23)

La banda del germen da lugar al embrión, sus bordes crecen en todas direcciones, esto hace que el blastómero dorsal desaparezca totalmente; por la masa y el espacio que ocupa la banda del germen, que por su parte se comienza a diferenciar, las láminas laterales y ventrales que darán lugar a la epidermis y al mesodermo respectivamente, a este nivel el alimento del embrión, serán las células endodermales.

En general, se puede decir que el mesodermo dará lugar a la formación de los órganos internos, como son los músculos, órganos genitales, co-

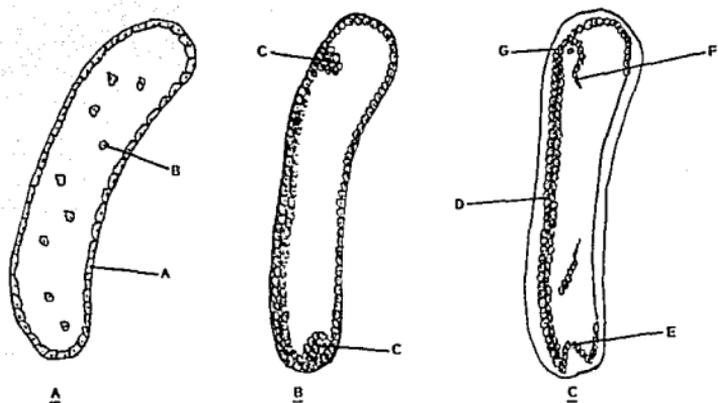


Fig. 2.- DIVISION CELULAR DENTRO DEL HUEVO; A).- BLASTODERMO; B).- RESTO DE CELULAS EN EL VITELO; C).- INTESTINO EN FORMACION; D).- ECTORDEMO; E).- INTESTINO GRUESO; F).- INTESTINO MEDIO; G).- INTESTINO ANTERIOR (Eckert, 1984).

razón, hemolinfa, células grasas, etc., y por el contrario, el ectodermo o envoltura exterior del embrión formará la piel, tráquea, sistema nervioso, intestino anterior, intestino grueso, piezas bucales, etc.

Las patas, alas, aguijón aparecerán hasta el estadolarvario como unos abultamientos repartidos en la epidermis de la larva.

La posición que guarda el huevo con respecto a la celda; en el primer día es vertical, al segundo día inclinado a 45 grados y el tercer día totalmente horizontal. (5, 15, 19, 23)

1.2 La larva.

Las larvas de las abejas son protegidas y alimentadas en el nido y son casi totalmente inactivas, ciegas y sin extremidades funcionales, las piezas bucales sólo les permiten succionar alimentos semilíquidos, su medida es apenas de 2 mm de longitud y en nada se parecen a su madre y hermanos. Para entonces las abejas nodrizas han depositado en el fondo de la celda una gota de jalea real que será su alimento durante los primeros tres días, este alimento es tan nutritivo que el aumento de tamaño, según Strauss, es de 10 veces el primer día; 100 veces, el segundo día y mil veces para el tercer día. Las abejas obreras y zánganos reciben jalea real sólo los tres primeros días y posteriormente miel y polen, mientras que la futura reina y madre de una colmena recibirá jalea real a partir de este momento y hasta los últimos días de su vida. (1, 5, 6, 14, 15, 18, 23)

En el período larvario, el intestino medio es el más desarrollado y está separado del intestino grueso por medio de una pared, por lo que la lar

va no puede expulsar sus excretas, formadas en su mayoría por envolturas de granos de polen, estos desechos son expelidos en estado de ninfa.

Las abejas nodrizas no dan alimento de boca a boca sino que lo colocan a libre disposición en el fondo de la celda.

El corazón por su parte bombea la hemolinfa al resto del cuerpo y está situado en la región dorsal, formado a su vez por 12 cámaras seguidas unas de otras.

El sistema traqueal está formado por 10 estigmas que pone en contacto el tronco principal con las tráqueas que desembocan al exterior del cuerpo, proporcionando así el oxígeno necesario.

El sistema nervioso está formado por el cerebro el cual envía una cadena ganglionar a todo el organismo y cuando el desarrollo larvario se termina los ganglios torácicos se unen a los abdominales.

Entre la cadena ganglionar y el intestino existen unos canales llamados glándulas hileras, las cuales desembocan en la parte interior de la boca y por medio de ellas se formará el capullo, estas glándulas se transformarán en las glándulas salivales.

Entre el corazón y el intestino existe una masa granulosa que dará lugar a los ovarios en las hembras y a los testículos en los machos.

Las larvas de abeja se componen de 13 anillos, que se mueven por medio del sistema muscular para poder ingerir y buscar su alimento dentro de

la celda, otros movimientos permiten que los estigmas aspiren el oxígeno suficiente para sobrevivir, además hay movimientos cardíacos y circulatorios.

Según A. Koehler, la larva cambia su capa quitinosa y no elástica

5 veces. (1, 2, 5, 6, 14, 15, 16, 18, 19, 23) (Fig. 3)

1.2.1 El proceso de la muda.

Para entender este proceso explicaremos algunos conceptos.

A cada período de crecimiento se le denomina estadio y la forma que toma una larva en un estadio, se llama instar; la regulación de fases de crecimiento y muda es efectuada por glándulas endócrinas. (15)

1.2.2. Los estadios de crecimiento.

1) Cuando la cutícula vieja se afloja para formar un espacio entre éstas y las células epidérmicas, se le denomina apolisis, el espacio antes mencionado es cubierto por un líquido que contiene principalmente lípidos.

2) En el siguiente proceso se forma parte de la nueva epicutícula sobre las células epidermales.

3) Se secretan enzimas en el espacio antes mencionado, el líquido se activa y comienza a digerir la vieja endocutícula.

4) Las células epidérmicas comienzan a secretar la nueva cutícula.

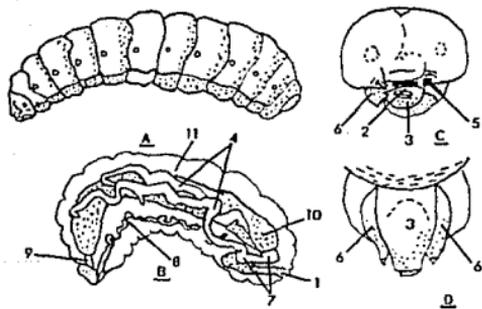


Fig. 3.- A).- LARVA MADURA, B).- TUBO DIGESTIVO, CON TUBO DE MALPIGHI y GLANDULAS DE SEDA DEL LADO IZQUIERDO, C).- CARA ANTERIOR DE CABEZA, - - D).- VISTA VENTRAL Y POSTERIOR DE CABEZA.

1).- ANO, 2).- HIPOFARINGE, 3).- LABIO, 4).- TUBOS DE MALPIGHI, - - 5).- MANDIBULA, 6).- MAXILAR, 7).- PROCTODEO, 8).- GLANDULAS DE SEDA, 9).- ESTOMODEO, 10).- VENTRICULO, 11).- CORAZON

{ Sondgrass, 1979 }.

5) La cutícula digerida es aprovechada en un 15% para engrosar la nueva cutícula.

6) Cuando la nueva cutícula está a punto de ser completa, ciertas células epidérmicas descargan sus contenidos encima de la nueva cutícula, esta secreción forma la última capa serosa de la epicutícula.

7) Cuando la nueva cutícula está totalmente formada, el insecto deberá salir de la vieja cutícula, entonces los líquidos son absorbidos antes o en esta fase, por lo tanto el espacio entre la piel vieja y nueva puede estar seco.

8) Después de la ecdisis, la nueva cutícula está plegada y blanda por lo que el cuerpo se estira acomodándose a la nueva cutícula de acuerdo al tamaño alcanzado.

9) Ya alcanzada la completa formación, la nueva cutícula se vuelve impermeable. (15) (Cuadro 1).

Después de la cuarta ecdisis, la larva agrega el 40% de su peso por cuestión de crecimiento y 2 días después, opercula su celda; el tubo digestivo se comunica por primera vez y las excreciones entran entonces al intestino posterior, la larva defeca en el fondo de la celda, para entonces cambia su posición; se estira a lo largo de la celda con la cabeza en el opérculo hila su capullo, terminando dicho trabajo 24 horas después de la operculación, permaneciendo inmóvil por otro día. En esta fase de reposo la larva completa su muda prepupal. Entonces la cabeza y las partes bucales se remodelan, el aguijón comienza a tener forma, todos estos cambios ocurren de la vieja cutícula larvaria.

CUADRO I.- Estadios, Instares y Ecdisis de una obrera de Apis mellifera.

Estado	Instar No.	Duración/días/estadio	Ecdisis No.
Huevo	-	3	Ecdisión
	1	.5 - .75	1
	2	1	2
	3	1	3
	4	1	4
	5	2	
	Prepupa	2	5
Pupa	6	8	6
Imago	7	-	-

(Alemany, 1979).

1.2.3 La pupa.

La pupa aparece en el momento de la quinta ecdisis y con ella las características internas de un insecto adulto a excepción de las a las que se observan como pequeñas bolsas comprimidas, por otro lado la pupa es suave y de color blanco.

Durante esta muda, el epitelio del intestino, tráquea, glándulas y todos los músculos, excepto el corazón, se desintegran, formando líquidos y células grasas en suspensión, pero 8 días después de este instar, los ojos se tornan rosados, luego púrpura y finalmente café, el resto del cuerpo, por su parte pasa por varias tonalidades de oscuro hasta alcanzar su color característico de un insecto adulto.

Las vísceras, entonces se vuelven a reintegrar a excepción de ovarios y testículos, los cuales continúan su desarrollo. (17, 18, 23) (Fig. 4)

La última ecdisis (sexta), ocurre entre el octavo y noveno día después de la quinta ecdisis. (4.5, en la reina y 7.5-8, en el zángano) (Cuadro 1)

Luego entonces, la abeja joven remueve la tapa de la celda mordiendo con sus mandíbulas e inmediatamente emerge. En este caso, los ciclos de vida de abejas europeas y africanas se distinguen en el cuadro II.

(15, 19, 23).

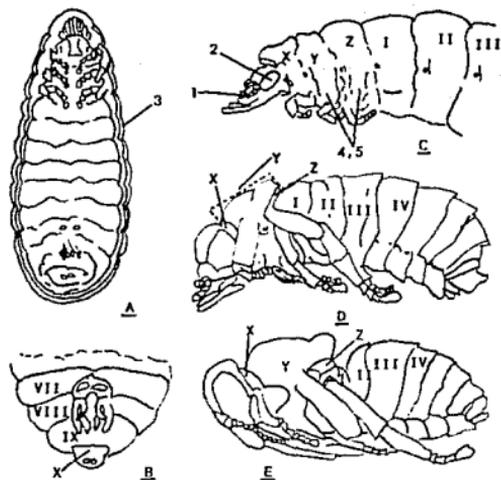


Fig. 4.- DESARROLLO DE LA PUPA. A).- PUPA JOVEN EN SU CUTICULA (SIN MADURAR); B).- PORCION CAUDAL DEL ABDOMEN CON DE AGUIJON (PARTE VENTRAL); - - C).- IGUAL (PARTE LATERAL); D).- ULTIMA PORCION DEL ESTADO DE PUPA; E).- PUPA MADURA.

1).- ANTENA, 2).- OJO COMPUESTO, 3).- CUTICULA LARVAL, 4,5).- ALAS DEL MESO Y META-TORAX; X,Y,Z).- SEGMENTOS TORACICOS; I-X).- SEGMENTOS ABDOMINALES

(Eckert, 1984).

Casta

tiempo de desarrollo (días).

Hasta eclosión

Hasta operculación

Hasta emergencia

E

A

E

A

E

A

Zángano

3

3

10

10

24

24

Obrera

3

3

8

7.8

+21

19-20

Reina

3

3

8

8

16

15-16

CUADRO II.- Ciclos de vida de las distintas castas que conforman la Colonia de Abejas Europeas (Butler, 1975) y Africanizadas (Wiere, 1970).

(E= Europeas)

(A= Africanizadas).

(Morales, 1989).

II ANATOMIA EXTERNA Y FISIOLOGIA.

1 El exoesqueleto.

Existen algunas semejanzas entre el organismo de una abeja en comparación de la alta organización humana, pero hay diferencias marcadas. En el caso de las abejas, tienen un revestimiento quitinoso que forma una envoltura y que tiene como función proteger las partes blandas. Este por ser externo se le denomina exoesqueleto.

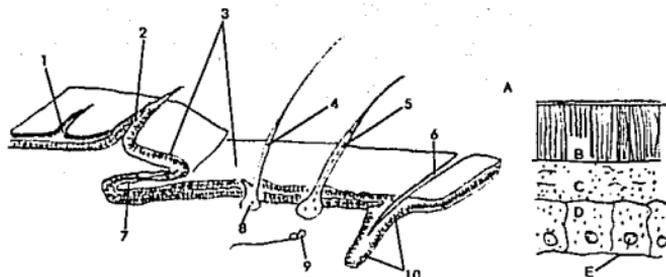
Este tegumento exoesqueleto está formado por tres capas: La cutícula, la hipodermis y la membrana basal.

La cutícula formada a su vez por la endocutícula y la exocutícula. En este sentido podemos decir que la composición de esta capa, es a base de esclerotina y quitina, que cubriendo a ambas se encuentra una capa repelente al agua, sirviendo al mismo tiempo como retén de la hemolinfa, ésta delgada, pero grasosa cortina es llamada epicutícula, la cual mide un micrón.

La hipodermis por su parte, es una capa compuesta de células vivas, en cambio la cutícula sólo posee células muertas, es decir, la hipodermis genera a la cutícula.

Por último la membrana basal, dónde se insertan los músculos; es la capa que da origen a la hipodermis y cutícula. (Fig. 5)

Una gran porción del exoesqueleto, se halla cubierto por pilosidades constituidas también de quitina, el recubrimiento es más abundante en las zonas centrales y más débil y flexible en las proximidades de las articulaciones, así como en las zonas de unión de los segmentos.



1. ESPINA HUECA
2. ESPINA SOLIDA
3. CUTICULA ESCLEROTIZADA
4. PELO O SEDA
5. PELO SENSORIAL
6. SUTURA
7. CUTICULA MEMBRANOSA
8. CELULA TRICOGENA
9. CELULA SENSORIAL
10. APODEMA

- A. EPICUTICULA
- B. EXOCUTICULA
- C. ENDOCUTICULA
- D. EPIDERMIS
- E. MEMBRANA BASAL

Fig. 5.- SECCION DIAGRAMATICA DE LA PARED DEL CUERPO DE UN INSECTO.
(López, 1986).

La finalidad del exoesqueleto y las pilosidades son las siguientes:

- A) Medio de protección para músculos, órganos internos y nervios
- B) Aislante del medio interno con el externo,
- C) Conservar el calor,
- D) Armas defensivas,
- E) Limpieza,
- F) Retener el polen.

(1, 2, 3, 5, 9, 10, 14, 15, 20, 22).

2. Segmentación y tegmas.

Las tres partes de las abejas están bien definidas, son libres y con movimientos independientes la primera y la tercera y se unen al tórax por medio de un punto articulado, estas porciones son: cabeza o prosoma, tórax o mesosoma y abdomen o metasoma, todas estas divisiones muestran diferencias marcadas en la obrera, zángano o reina. (2, 8, 10, 11, 12, 16, 18) (Fig. 6)

2.1 La cabeza.

La cabeza o prosoma, es la unidad más pequeña de todos los segmentos que componen el cuerpo, por la vista facial es triangular, achatada por su cara caudo-facial, algo cóncava en la superficie caudal, en la cabeza se encuentran dos antenas, los ojos compuestos, las piezas bucales y tres ojos simples; también llamados ocelos, se encuentra unida al tórax por el foramen del cuello que comunica el tórax y la cabeza.

Por este foramen circulan los tubos respiratorios, conducto sali-

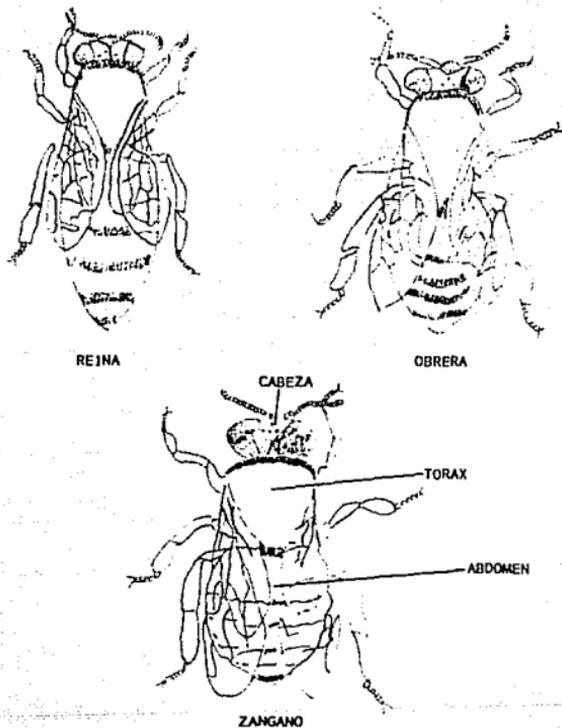


Fig. 6.- Morfología externa de las tres castas.

(Robles, 1987).

val, músculos, vasos sanguíneos, esófago y nervios. Debajo de este foramen, se halla la fasa de la probóscide, donde están implantadas las bases de los maxilares y el labio; en la cabeza, también se encuentra la glándula hipofaringea y su fin es el de producir jalea real, en obreras de uno a tres días de nacidas, y sirve para alimentar a las larvas jóvenes. (Fig.7)

El prosoma es algo distinto en cada uno de los individuos de la colmena, amoldada a cada cual a las funciones que desempeñan, así en el macho es redondeado, subpiramidal en la obrera y burdamente triangular en la reina. (1, 15, 16, 23, 24) (Fig. 6 y 8)

2.1.1. Las piezas bucales.

Situada en el vértice inferior de la cabeza, consta del labio superior o labro, dos mandíbulas y labio inferior, que en su conjunto forman un sistema de tipo masticador-lamedor-succionador.

Una característica de los himenópteros en cuyo orden se incluyen las abejas, su alimentación es de sustancias azucaradas, teniendo la lengua muy desarrollada para alcanzar los jugos en el interior de las flores y frutas

El labio superior, pieza impar, de forma cuadrangular, está provisto por su parte inferior de órganos sensoriales, gustativos y es de reducido tamaño.

Las mandíbulas de tamaño aún más pequeño que el labio superior, están soldados entre sí para formar una nueva pieza y tienen los siguientes cometidos: sujetar fragmentos, basura, elaborar la cera, someter enemigos, masticar, abrir los opérculos de las abejas que están a punto de nacer, ade-

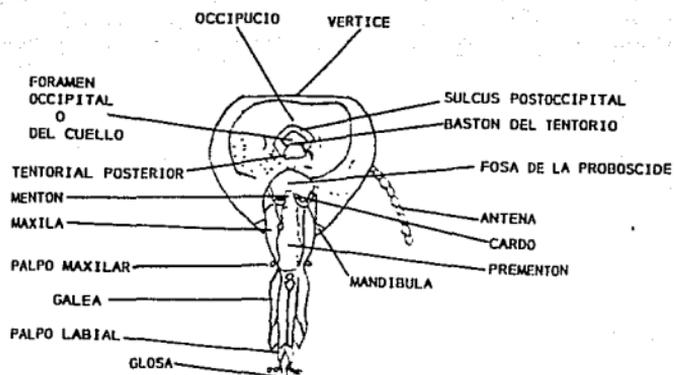
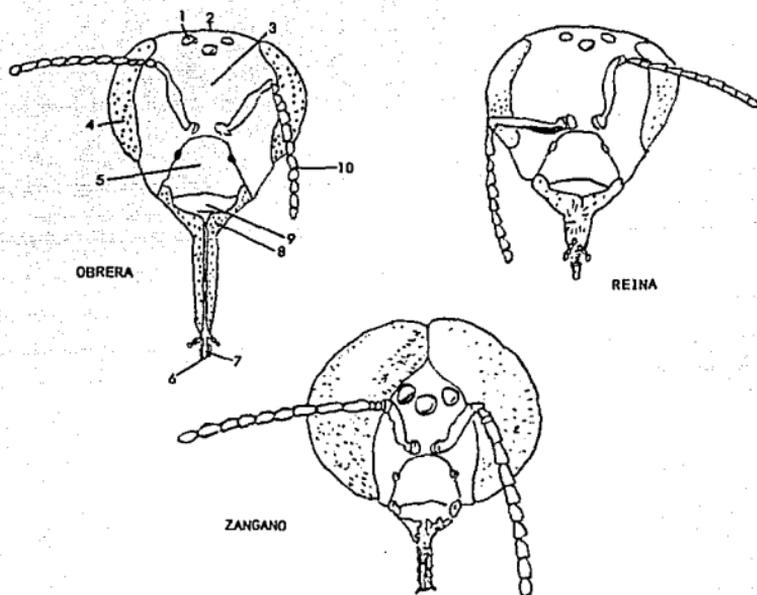


Fig. 7.- VISTA POSTERIOR DE LA CABEZA.

(Organismo, 1987).



1. OCELO

2. VERTEX

3. FRENTE O FRONS

4. OJO COMPUESTO

5. CLIPEO

6. FLABELO

7. GLOSA

8. MANDIBULA

9. LABRO

10. ANTENA

Fig. 8.- VISTA FRONTAL DE LA CABEZA DE LAS TRES CASTAS.

(Roshel, 1981).

más de ser instrumentos amasadores.

Parte de las piezas bucales lo componen también, la glándula mandibular que segrega un líquido claro que no se conoce su finalidad, pero se supone que ablanda la cera. Las glándulas mandibulares son mayores en la reina y medianas en el zángano.

Por otra parte, las maxilas y el labio que constituyen un segundo par de maxilares unidos, que forman en su conjunto a la probóscide, el cual no es un órgano funcional permanente. Se improvisa temporalmente al juntar las partes libres de los maxilares y el labio, estos dos órganos en su conjunto forman un tubo largo para ingerir los líquidos (néctar, miel o agua).

Los componentes maxilares y labiales de la probóscide se encuentran íntimamente ligados a sus bases, suspendidas en la parte trasera de la cabeza. La base del labio medio incluye una parte distal larga cilíndrica llamada prementón y una parte proximal triangular que es el postmentón.

El prementón lleva en su extremo la lengua que es fina y pilosa, un par de lóbulos cortos, la paraglosa abrazando la base de la lengua, y un par de palpos labiales finos, cada palpo consta de dos segmentos basales largos y dos segmentos apicales cortos y que pueden moverse individualmente por medio de un músculo que sale del prementón. En cada maxilar, la placa basal principal es el estípite que se encuentra suspendido por una varilla fina, el cardo se articula con una protuberancia sobre el margen de la fosa de la probóscide, los extremos distales de los dos cardos se encuentran acoplados al postmentón del labio por medio de un esclerito en forma de "U" llamado lorum. Cada estípite lleva un lóbulo largo libre, que se afina en forma de espada,

llamada galea y saliendo lateralmente un palpo muy pequeño.

Cuando la probóscide no está en uso, sus partes bucales se levantan por detrás de la cabeza, girando sobre los cardos, en que están articulados, mientras que las partes distantes se doblan hacia atrás, contra el prementón y los estfpides. (2, 6, 15, 18) (Fig.7 y 9)

2.1.2 Las antenas

Son dos apéndices delgados, cilíndricos y con libre movimiento, cada antena se divide en tres porciones y son desde el punto de articulación; - llamado tórulo comandado por cuatro músculos, hasta el último punto libre; el escapo, el pedicelo y el flagelo. (4, 7, 11, 15, 16, 18, 23)

El escapo constituye la cuarta parte de la longitud de la antena.

El pedicelo es sólo un punto de articulación entre el escapo y el flagelo.

Por su parte el flagelo se divide a su vez en artejos, once en la obrera y reina y doce en el zángano. (2, 6, 7, 9, 15, 23) (Fig. 10)

Cada antena es recorrida internamente por el nervio antenarío conduciendo al cerebro los impulsos de los diferentes órganos sensoriales de las antenas que a continuación se describen: sensilas placoides (órganos sensibles a los aromas), en número se estiman de 3600 a 4000 en cada antena de la obrera, 3000 en la reina y más de 3000 en el zángano. (1, 2, 3, 7, 10, 15)

Las sensilas tricoides, parecen sensibles a las vibraciones del

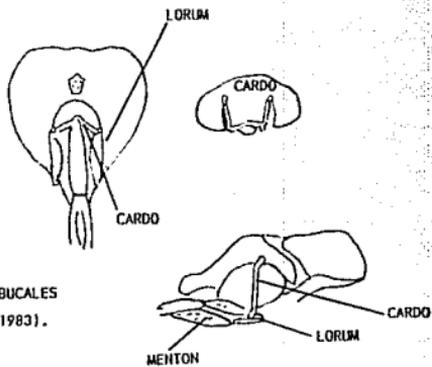
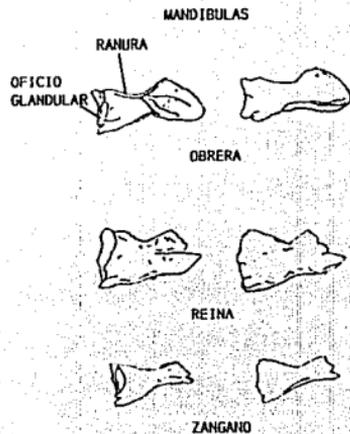
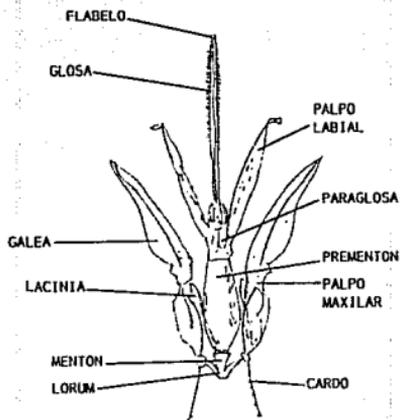
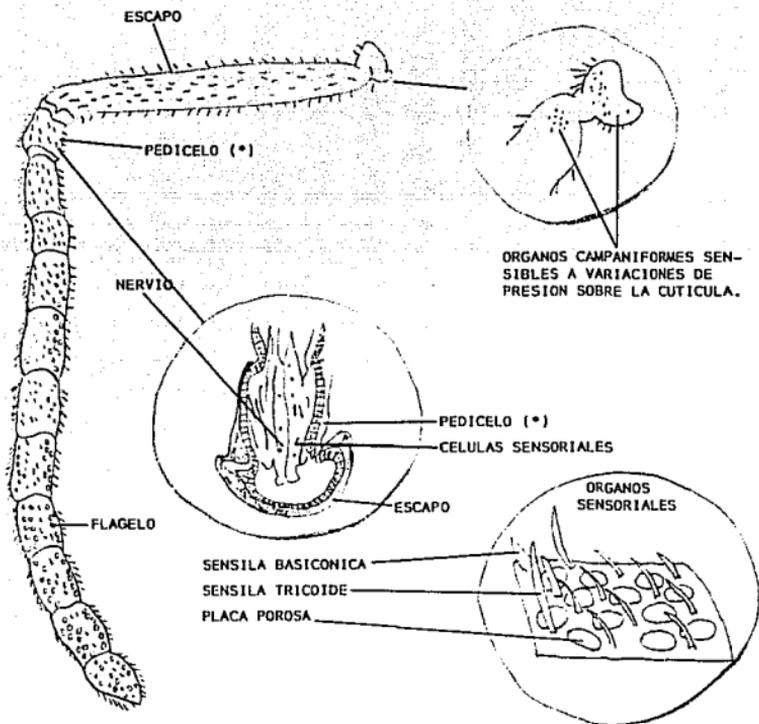


Fig. 9.- PARTES BUCALES
(Mace, 1983).



(*) EL PEDICELO CONTIENE EL ORGANISMO DE JOHNSTON, REPRESENTADO AQUI EN CORTES Y AJUSTADO, EL CUAL REGISTRA LOS MOVIMIENTOS DEL FLAGELO.

Fig. 10.- Morfología de la antena.
(López, 1986).

aire, variaciones de temperatura, sustancias químicas. Estas terminaciones nerviosas se encuentran en los cinco artejos terminales de cada antena. (3, 16).

Las sensilas basiconicas se encuentran sobre el tercero y décimo segmento antenarío. Hay aproximadamente 150 por antena, ellas serán sensibles también a los aromas.

Aunque el sentido del oído no se sabe de que sensilas es dependiente, cabe mencionar que se encuentra en los últimos artejos. (15)

El tacto de las abejas se encuentra localizado en su mayor parte en los pelos o vellos que cubren casi su totalidad a la antena, aproximadamente en la obrera y reina 14000 y sólo 2000 en el zángano, este sentido se encuentra regido por las sensilas placoides y basiconicas. (2, 4, 6, 7, 10, 16) (Fig. 11)

Otra función de las antenas es establecer comunicación entre los individuos de la colonia, cuando una abeja solicita alimento de otra, las antenas quedan en contacto permanente y parecen transmitir una información, también gracias a sus antenas, pueden dirigirse en la oscuridad de la colmena.

Privada de las antenas, una abeja no puede sobrevivir, porque ella pierde el contacto prácticamente el contacto con el medio exterior.

2.1.3 Los ojos y la visión.

Los órganos en la visión están formados por dos tipos de ojos.

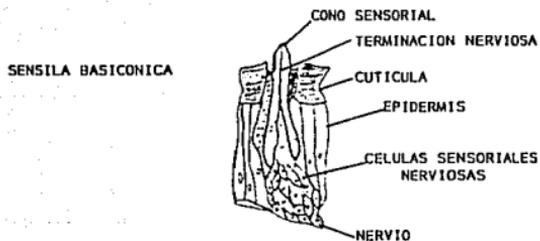
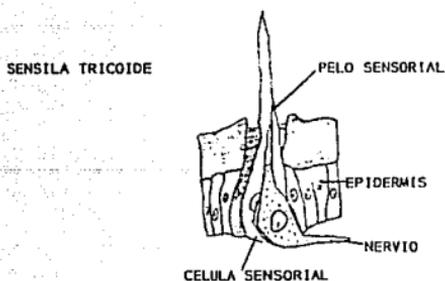
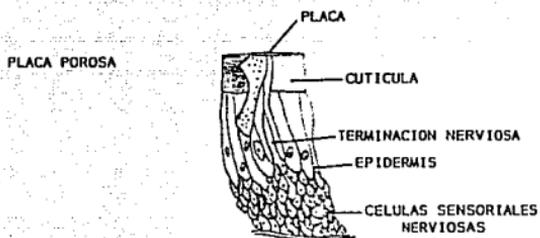


Fig. 11.- Organos sensoriales de las antenas.
(Bartoloni, 1983).

A) Dos compuestos o facetados.

B) Tres simples u ocelos.

(2, 6, 10, 11, 15, 18, 19, 22, 23)

Ojos compuestos o facetados. Estos se encuentran en ambos lados de la cabeza, su función principal es la de percibir objetos a distancia, se les denomina de esta manera por estar constituidos de numerosas unidades llamados omatidios y se presentan en forma de facetas exagonales, cada una es la córnea de un omatidio.

En la reina hay 3000 a 4000 omatidios, en la obrera 4500 y en el zángano de 8000 o más.

Este tipo de unidad visual carece de pupila, iris y cristalino, pero les permite alejarse hasta 6 kilómetros sin perder el sentido de la orientación. En la reina estos ojos sólo se utilizan una sola vez, cuando ésta sale a su vuelo nupcial o de fecundación. (24)

Cada omatidio está rodeado de 8 células sensibles a la luz que al mismo tiempo abraza al cono y cristalino por su parte caudal, en esa misma zona existen también las células pigmentarias que envuelven cada omatidio, excepto para la córnea. El pigmento regula la cantidad de luz. (Fig.12)

Los ojos simples o facetados; en la obrera y reina se encuentran en vértice de la cabeza en forma triangular, entre otras funciones sirven para la construcción de las celdas y visión a corta distancia. Por otro lado, la parte exterior de los ocelos está compuesta por una córnea, también perciben la intensidad, longitud de onda, duración del haz de luz y no dan una imagen

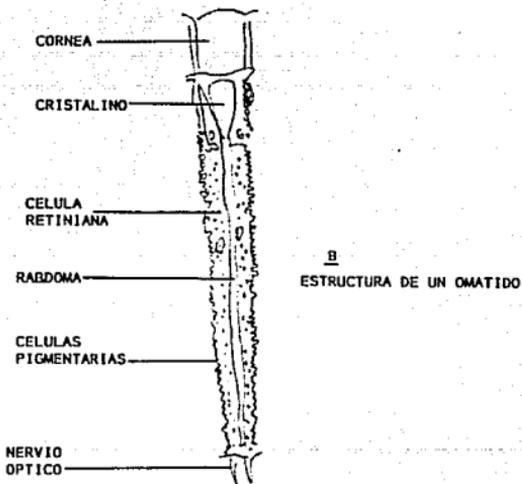
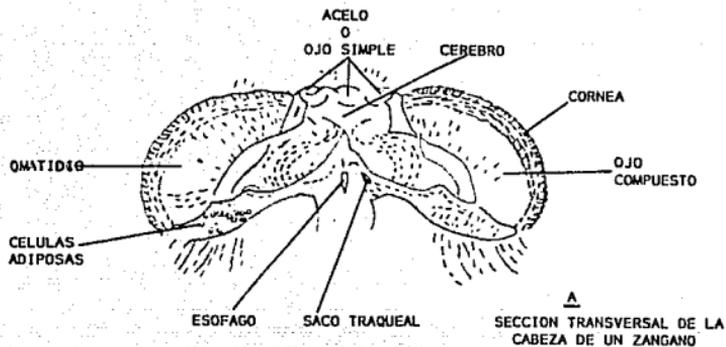


Fig. 12.- Ojos compuestos y omátidos.
(Organismo, 1987).

nítida, pero distinguen el color; rojo, negro y el ultravioleta, además de percibir 300 imágenes por minuto.

Los ojos del zángano por su parte, son más grandes en proporción a los ojos de la obrera y la reina. (2, 6, 11, 15, 18, 19, 22, 23) (Fig.6)

2.2 El tórax.

También llamado mesosoma, va cubierto de numerosos pelos, los cuales disimulan los segmentos, el tórax está unido a la cabeza a través del cuello que es delgado y corto.

El segundo segmento del cuerpo está dividido en tres porciones:

protórax, mesotórax y metatórax, formado cada uno por cuatro partes: la lámina dorsal, una ventral y dos laterales, siendo estas últimas las llamadas pleuras

El protórax lleva en su borde posterior (uno por cada lado) la fijación del primer par de patas, además del primer respiradero tráqueal.

El mesotórax toma en su parte posterior la forma de escudillo y en este segmento encontramos el primer par de alas situadas en cada lado, esta porción es la más desarrollada.

El metatórax es el tercer segmento del tórax y lleva lateralmente dos prolongaciones que sirven de soporte para los procesos alares del segundo par de alas, así mismo, posterior y lateralmente están las cavidades para la inserción del tercer par de patas.

Hay también en el metatórax, el segundo par de espiráculos tráqueales. (2)

2.2.1 Las patas.

Son 6, divididas en tres pares; anteriores, medias y posteriores o traseras; formada cada una de ellas por una serie de segmentos articulares, - los cuales son: coxa o cadera, trocánter, fémur o muslo, tibia y tarso, este último se prolonga en 4 pequeños artejos o tarsómeros, el último de los cuales termina en dos uñas bilobuladas y una ventosa o almohadilla, mediante las uñas y las ventosas la abeja puede mantenerse sobre superficies lisas o rugosas, las patas sirven también para la recolección del polen y limpiar las antenas. (2, 3, 6, 7, 9) (Fig. 13 y 14)

Los segmentos de cada pata se mueven pero limitadamente por lo tanto, todos los individuos de la misma especie en este caso Apis mellifera prácticamente desarrollan en forma idéntica los mismos movimientos, pero la limitación de éstos, es compensada por el número de artejos de cada una de las patas.

Cada pata está unida al cuerpo de la abeja sobre un eje transversal en forma oblicua, por lo tanto sólo gira hacia adelante y hacia atrás.(23)

Entre la coxa y el trocánter, el movimiento se realiza dando vuelta hacia arriba y hacia abajo en un plano de ángulo recto con respecto al plano no de movimiento de toda la pierna, los músculos en este caso suben y bajan la articulación coxo-trocánter, pero si las patas están apoyadas, la totalidad del cuerpo es el que sube y baja. (15, 18, 20, 22, 23)

La articulación entre el fémur y la tibia es la rodilla en el húmero

A. PATA DELANTERA

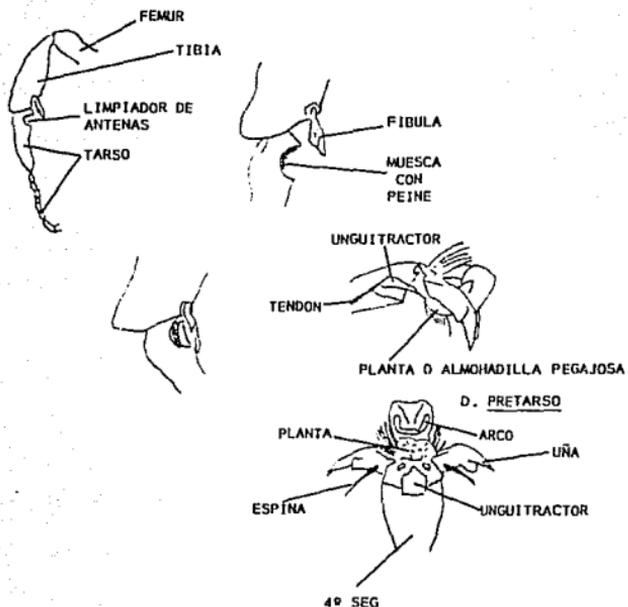
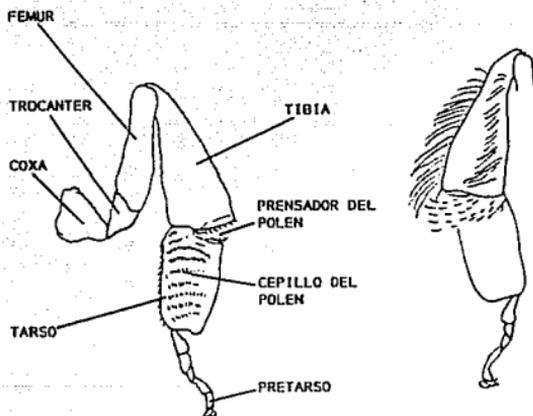


Fig. 13.- Morfología de las patas.
(Gojmerac, 1981).

B. PATA POSTERIOR DE OBRERA (VISTA INTERNA)

C. PATA POSTERIOR DE OBRERA (VISTA EXTERNA).



E. PRENSADOR DEL POLEN

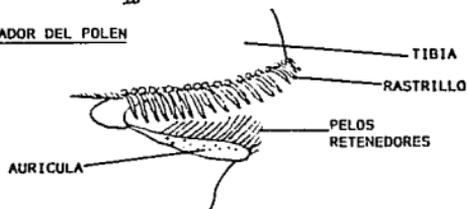


Fig. 14.- MORFOLOGIA DE LAS PATAS (CONTINUACION).
(Gojmerac, 1981).

mano, esta articulación tiene la facilidad de doblarse y extenderse.

Por su parte a nivel del tarso su porción es la llamada planta

La unión tibio-tarsal es diferente a las demás articulaciones porque permite mayor libertad de movimiento al tarso, el cual tiene tres músculos fijados al basitarso.

Básicamente la función de las patas es la de la locomoción, existiendo otros movimientos, por ejemplo: los cepillos de pelos duros en las superficies interiores de los segmentos largos del tarso y son usados para limpiar el polen u otras partículas en la cabeza, ojos y partes bucales.

Así, también los atrsos peludos del segundo par de patas sirven como cepillos para limpiar el tórax. se dice que los largos espolones en los extremos de la tibia son usados para soltar las bolitas de polen de los cepillos ubicados en la parte trasera, así como para limpiar a los espiráculos y escamas de cera, pero la función más interesante a nivel del aparato locomotor son los limpiadores de antenas que se encuentran debajo de las articulaciones tibio-tarsal. Anatómicamente es un semicírculo, en el basitarso acompañado de un pequeño lóbulo, ésta concavidad está bordeada por una fila de pelos en forma de peine, para limpiar la antena dobla la articulación tibio-tarsal con movimientos propios ejerciendo una abertura de dicha porción anatómica y al quedar prensada la antena, ésta es retirada raspando contra el peine de pelos que en dicha parte se encuentra. (6, 7, 18, 20, 23) (Fig.13)

2.2.2 El aparato recolector y la canasta de polen.

En el tercer par de patas, las obreras tienen las canastas de polen que en la reina y zángano no existen, señalando la parte anatómico-funcional de este aparato sería: el basitarso y la tibia. El basitarso es una pieza cuadrada que en su parte inferior lleva aproximadamente 10 filas en forma de cepillo donde se colocan los granos de polen que son recogidos con el primer par de patas, con el segundo par recogen lo que se adhiere al tórax procediendo a su limpieza y colocación en el cepillo del tarso. (Fig.14)

El propóleo, también se transporta en la canasta del polen pero no pasa por el cepillo del tarso. (6, 7, 9, 10)

2.2.3. Las alas.

Se mencionará que toda la Anatomía y Fisiología de Apis mellifera es de suma importancia, pero las alas reciben una especial atención ya que a nivel del laboratorio se pueden diferenciar razas italianas con africanizadas por sus diferentes medidas morfométricas y de hecho las utilizan los Entomólogos para clasificarlos. (Cuadro III, IV y V)

Las alas formadas por dos partes anteriores y posteriores son membranosas, en forma subtriangular, las atraviesan numerosas nervaduras y ganillos que le confieren solidez, su superficie está cubierta por una infinidad de pelos cortos.

Las alas anteriores, están fijadas al segundo anillo del tórax y son mayores que las posteriores, las cuales se articulan en el tercer anillo,

CUADRO III.- Características morfométricas de mayor importancia en

Apis mellifera (italiana)

Características	X mm.	Entre	Entre
		Provincias	Muestras
Longitud trompa (mm)	5.50+-0.019	74.17	9.79
Longitud flabelo (mm)	2.66+-0.006	27.60	2.40
Longitud basitarso 3 (mm)	2.20+-0.006	43.15	3.85
Anchura basitarso 3 (mm)	1.11+-0.003	22.86	14.80
Número filas vellos	11.90+-0.014	681.73	29.13
Longitud ala ant.(mm)	3.02+-0.008	134.91	18.12
Índice cubital	2.37+-0.019	34.73	18.08
Longitud Tergito 3+4 (mm)	3.70+-0.008	124.04	27.75
Delgadez esternita 6	86.00+-0.003	32.62	11.37
Porcentaje color			
tergita 3	71.36+-0.003	46.07	22.25

(Rasel, 1981).

CUADRO IV.- Medidas de 7 características de *Apis mellifera scutella*, comparadas con las de otras cinco.

	Yemenitica	Litorea	Adansoniti	Scutella	Intermissa	Monticula
Trompa en mm	-0.47	-0.07	-0.17	5.86	+ 0.20	+ 0.52
Pata posterior (mm)	-0.48	-0.30	-0.10	7.58	+ 0.10	+ 0.54
Longitud ala anterior (mm)	-0.56	-0.26	-0.21	8.66	+ 0.19	+ 0.52
Longitud tergito 3 + 4 (mm)	-0.28	-0.25	-0.16	4.17	+0.0	+ 0.26
Coloración tergita 4 escala que va de 0.0= muy oscuro de 9.0= completamente amarilla	+1.06 -0.26	+0.21 -0.27	+0.35 -0.21	4.00 2.52	- 1.41 - 0.18	- 2.90 + 3.30
Índice cubital ángulo de la nervadura alar 1-16	+0.21	-1.09	-2.55	92.40	- 6.00	- 0.30

(Rashel, 1981).

CUADRO V.- Comparación de medidas morfométricas en tres razas diferentes de *Apis mellifica*

	<i>Apis mellifica andosis</i>						<i>Apis mellifica carnica</i>		<i>Apis mellifica lingüística</i>		
	Hardenii		Tabora		Mt Merv		Bonn	Germani	Bologna	(Prana)	Italy
	X	S	X	S	X	S	X	X	X	X	
Largo ala anterior	8.30+-0.17		8.61+-0.11		9.02+-1.23		9.45 +- 0.18		9.34 +- 0.16		
Largo ala Posterior	5.76+-0.15		6.09+-0.10		6.16+-0.12		6.71 +- 0.16		6.49 +- 0.19		
Indice cubital	2.05+-0.65		2.62+-0.43		2.12+-0.60		2.83 +- 0.19		2.35 +- 0.34		
Número	50		50		50		10		10		

(Crane, 1976).

éstas se unen de un mismo lado para convertirse en una misma superficie de vuelo, gracias a los ganchillos llamados hámulos. (2, 3, 6, 7, 9, 10, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 23)

La longitud varía como se dijo anteriormente entre razas y aún entre los mismos individuos de la colmena y así tenemos: las alas de la reina son tan largas como en las obreras pero las del zángano son anchas y sobresalen del abdomen con la extremidad posterior redondeada, además de estar cubierta de pelos aún más gruesos que en los otros individuos. (1, 2, 6, 9, 15, 23)
(Cuadro III, IV, V)

Según Magnan (1957), las abejas golpean las alas 250 veces por segundo y tienen una velocidad de vuelo de 4.7 Km, por hora con una amplitud de vuelo de 18 Km, haciendo vibrar las alas, la abeja produce un zumbido característico idéntico al sonido de las vibraciones de los anillos del abdomen. En cuanto a la reina, emite un sonido también característico cuando ésta se dispone a enjamburar.

Las alas se mueven en forma indirecta, es decir, los músculos no están adheridos directamente a las alas, pero existen dos músculos transversales y dos horizontales, los cuales provocan una dilatación y contracción del tórax, respectivamente y al estar insertadas las alas a la unión de los esternos y tergitos efectúan los movimientos hacia arriba y hacia abajo, la unión del ala está protegida de la suciedad por una pieza quitinosa llamada tégula. (9)

Las alas también cuentan con oxígeno por lo tanto viajan a lo largo de ellas una especie de "venas" por las cuales circula la hemolinfa en una forma rápida que pasa inadvertida al observador, estas "venas" se conectan a

otra que proviene directamente, según Gerardi-Magaldi, de la aorta torácica y posee la misma fuerza de contracción rítmica que el corazón, este aparato de locomoción cuenta con "la vena" principal, que forma el borde directriz del ala anterior, la segunda "vena" en orden de importancia es el conducto arterial que se nota hacia afuera, ésta es pequeña y contiene un vaso pulsátil, formado por pequeñas tráqueas y tráqueolos.

El flujo de retorno de la hemolinfa, se produce por estas dos "veces principales. (9, 23) (Fig 15)

Cuando las alas están en reposo, éstas se encuentran dobladas hacia atrás, sobre el abdomen por lo tanto, además del mecanismo el vuelo, debemos diferenciar los movimientos de flexión y extensión de cada ala. (9)

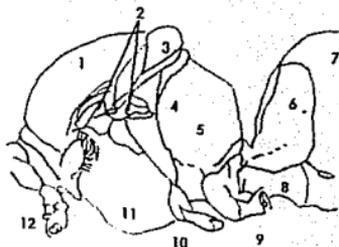
2.3 El abdomen.

Formado por 9 segmentos, donde el primero está ubicado sobre el tórax, así parece como si el abdomen de la obrera tuviera placas tergaes y esternales. (9) (Fig.16)

El abdomen está conectado con el tórax por medio del peciolo adqui riendo así su alto grado de movilidad sobre el tórax, por otro lado los músculos que mueven el abdomen como un todo, son los intersegmentarios. (10)

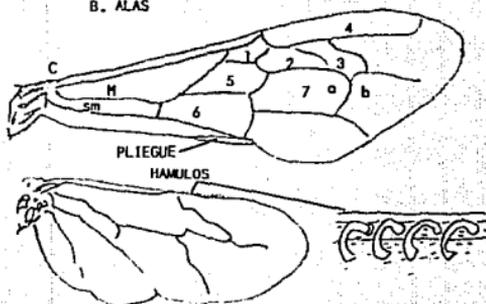
El metasoma contiene las principales vísceras del insecto, tales como el estómago, intestino, órganos reproductores y sistemas defensivo, ausente en el macho. (Fig 17).

A. MESOSOMA



1. SCUTUM
2. PUNTOS INSERCIÓN ALAS
3. SCUTELLUM
4. ESTIGMA O ESPIRÁCULO
5. TERGUM (1er. TERGITO ABDOMINAL)
6. 2do. TERGITO ABDOMINAL
7. 3er. PAR DE PATAS
10. 2do. PAR DE PATAS
11. STER (MESOTERNUM)
12. 1er. PAR DE PATAS

B. ALAS

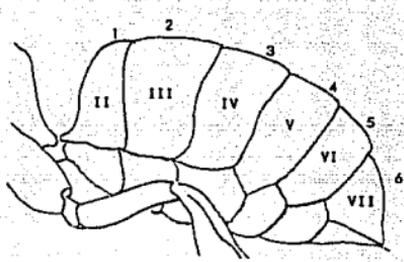


PLIEGUE



- 1, 2 y 3 CELDAS SUBMARGINALES ($\frac{a}{b}$ = INDICE CUBITAL).
4. CELDA MARGINAL
- 5, 6 y 7. CELDAS DISCOIDALES
- C, M y Sm. CELDA COSTAL, MEDIA Y SUBMEDIA.

Fig. 15.- ESTRUCTURA DEL TORAX Y LAS ALAS
(Prost, 1985).



II-VII
Segmentos Anatómicos

1-6
Segmentos funcionales

A. VISTA LATERAL EXTERNA

B. VISTA LATERAL INTERNA



- 1. TERGITO
- 2. ESTERNITO
- 3. ESTIGMA
- 4. GLANDULA CERA
- 5. GLANDULA NASSANDV
- 6. MEMBRANA INTERSEGMENTARIA

Fig. 16.- ESTRUCTURA DEL ABDOMEN
(Ordex, 1976).

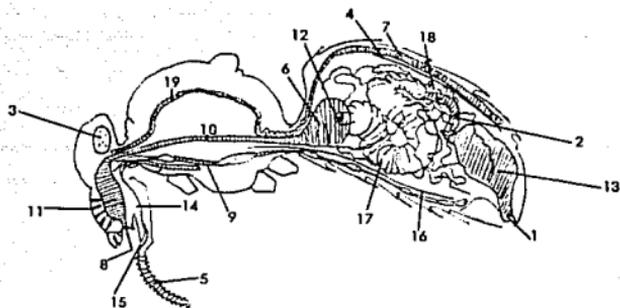


Fig. 17.- APARATO DIGESTIVO Y OTROS ORGANOS INTERNOS DE LA ABEJA. 1) ANO, 2) INTESTINO ANTERIOR, 3) CEREBRO, 4) DIAFRAGMA DORSAL, 5) LENGUA, 6) BUCHE MELARIO, 7) CORAZON, 8) BOCA, 9) CADENA NERVIOSA, 10) ESOFAGO, 11) BOMBA DE SUCCION, 12) PROVENTRICULO, 13) RECTO, 14) DUCTO SALIVAL, 15) ORIFICIO SALIVAL, 16) DIAFRAGMA VENTRAL, 17) VENTRICULO, 18) TUBOS DE MALPIGHI, 19) AORTA.

[Sondgrass, 1979].

Su forma general externa es simple con la cabeza y el tórax, así también tenemos la presencia de las glándulas cereras, con sus placas de cera, la glándula odorífera y el aguijón. En el zángano existen además dos pequeñas placas relacionadas con la apertura genital. (17)

Entre el quinto y sexto segmento abdominal, se encuentra el orificio genital y en el séptimo segmento se encuentra el orificio anal.

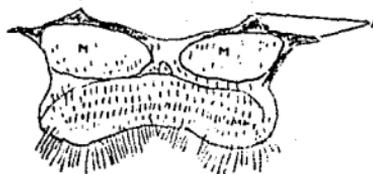
En la parte central de los cuatro últimos segmentos abdominales, la abeja posee los aparatos secretores de la cera, que consisten en cuatro pares de superficie lisas llamadas espejos. (3, 9) (Fig. 16)

2.3.1 Las glándulas cereras.

Estas glándulas sólo se encuentran en la obrera, en los esternitos IV, V, VI y VII, los cuales se dirigen hacia adelante escondidos siempre bajo el esternito precedente, este campo anatómico se llama espejo de cera o placa cerera y son ovaladas, transparentes y muy finas. (Fig.18)

Existen 8 de estas placas o espejos de cada una sobremontada por una glándula epidérmica. Encima de cada glándula se encuentra cargada un montículo de grasa que será removida al momento de la secreción de cera, la cual es líquida que al ponerse en contacto con el aire se solidifica, el modo fisiológico para desprender la cera del cuerpo; es tirado hacia el exterior por medio de los cepillos del tercerpar de patas, para luego ser llevada a las mandíbulas. (2, 3, 9, 14, 15, 22, 23)

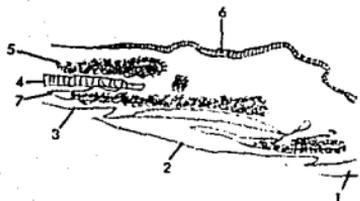
El trabajo de construcción del panal de cera se realiza a nivel de



APODEMAS

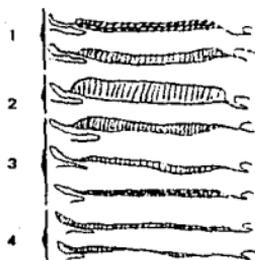
M = ESPEJO DE CERA

A = VISTA VENTRAL DEL ESTERNITO



B. CORTE LONGITUDINAL VERTICAL

- 1.- ESTERNITO DEL SEGMENTO IV
- 2.- ESTERNITO DEL SEGMENTO V
- 3.- ESTERNITO DEL SEGMENTO VI
- 4.- GLANDULA DE CERA Y ESPEJO
- 5.- CELULA DE RESERVA GRASA
- 6.- DIAFRAGMA VENTAL
- 7.- MEMBRANA INTERSEGMENTARIA



C. DESARROLLO Y DEGENERACION

- 1.- ABEJA NACIENTE, GLANDULA BIEN FORMADA PERO NO SECRETA CERA
- 2.- ABEJA 12-19 DIAS MAXIMO DESARROLLO DE LAS GLANDULAS.
- 3.- DEGENERACION PROGRESIVA
- 4.- DEGENERACION TOTAL EN ABEJA PE-COREADORA.

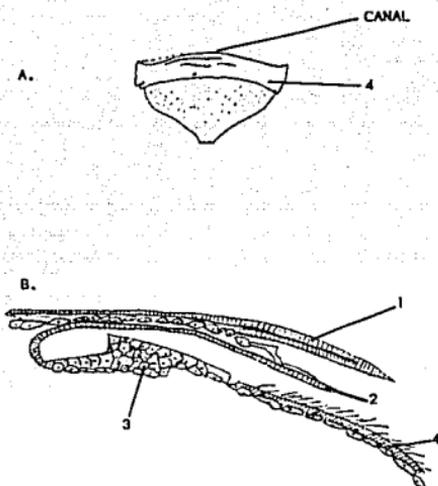
Fig. 18.- GLANDULAS DE CERA.
(Sondgrass, 1979).

las piezas bucales, una escama peso 0.8 mg y es necesario 1250000 escamas para obtener un kilogramo de cera pura. (15)

2.3.2 La glándula odorífera.

También llamada glándula de Nassanov, su función es la de producir un aroma característico que las demás obreras pueden percibir a varios metros y así cada colmena tiene su propio olor y se encuentra a nivel VII segmento abdominal. Las obreras pueden exponer dicha glándula apartando los tergito VI y VII al mismo tiempo que ventilan energicamente para que el aroma sea difundido permitiendo la cohesión de las abejas. (23) (Fig 19)

La demostración del análisis químico ha demostrado que su principal componente es el geraniol, citrol y ácido geránico. El aroma también es perceptible para el humano. (15)



- 1.- TERGITO DEL SEGMENTO VI
- 2.- MEMBRANA
- 3.- GLANDULA DE NASSANOV
- 4.- TERGITO DEL SEGMENTO VII

- A. VISTA DORSAL
- B. VISTA LATERAL INTERNA

Fig. 19.- GLANDULA DE NASSANOV
(Eckert, 1984).

III ANATOMIA INTERNA Y FISILOGIA.

La abeja contiene los sistemas necesarios para poder sobrevivir: nerviosos, reproductor, glandular, circulatorio, digestivo, muscular, etc.

Este organismo multicelular necesariamente es organizado por todos los sistemas anteriormente mencionados.

1 Aparato Digestivo y Organos Anexos.

Se le llama digestión al desdoblamiento que sufren los alimentos, por ejemplo: los carbohidratos en almidones y posteriormente en glucosa, las protefmas en aminoácidos y las grasas en monoglceridos, ácidos grasos y glicerol. La digestión ocurre en el interior del tubo digestivo por lo tanto, los productos del alimento totalmente digeridos son absorbidos por las células epiteliales que cubren el intestino, pudiendo contribuir a los procesos de síntesis y división celular, existen también algunas otras sustancias, por ejemplo: las vitaminas que actúan como coenzimas interviniendo en los procesos celulares. También los minerales y el agua son esenciales, pero son absorbidos directamente sin sufrir digestión. (15)

1.1 Aparato Digestivo.

En cualquier animal existe un canal alimenticio, formado desde boca hasta ano con algunas variantes de la especie de la cual se trate. En Apis el tubo digestivo en orden es el siguiente:

A) Faringe.

B) Esófago.

C) Estómago de miel o buche melario.

D) Proventrículo.

E) Ventrículo

F) Proctodeo

1) Intestino anterior o delgado.

2) Intestino posterior o recto.

G) Ano

Organos Anexos.

1) Glándulas.

2) Papilas rectales.

3) Tubos de Malpighi.

1.1.1 Faringe

Consiste en un órgano de aspiración accionado por músculos muy potentes, es la primera parte del sistema digestivo y se une al esófago, está formado por una cavidad anterior llamada labro y en la parte posterior por la base de la lengua, mientras que lateralmente por la base de la mandíbula. (2), 3,6, 9, 14, 15, 23)

1.1.2. Esófago.

Es un canal simple pero largo y principia inmediatamente después de la faringe, atravesando la totalidad del tórax. El esófago es una invaginación de la pared del cuerpo e histológicamente se compone de la siguiente manera, de la luz a la capa externa; capa cuticular, capa epidermal, músculos

1.1.3. Estómago.

Su principal acción es la de cargar y transportar el néctar de las flores hacia la colmena. La bolsa melaria soporta como máximo 100 mg de néctar, pero una abeja lleva de 30 a 40 mg cada viaje (Dade, 1962), y es una continuación del esófago, por lo tanto sea cualquiera el alimento que la abeja ingiere, después de la labor de los órganos bucales para apropiárselo ha de pasar por el esófago y ser depositado en el buche, dónde el insecto lo retiene, para darle paso a otros órganos digestivos, si se le emplea como alimento o para devolverlo por el esófago y la boca, pero sí se destina a convertirse en miel cuyo mecanismo se compone de dos fases: transformación química de la sacarosa y la subsiguiente concentración del néctar luego de la transformación de los carbohidratos, el cual en un principio contiene de 75 a 80% de agua, luego la materia azucarada es más bien diluida, experimenta principalmente en el buche una concentración que lo hace perder agua. Esta por procesos osmóticos pasa a la sangre, se filtra a través de los tubos de Malpighi dónde se elimina por la parte final del intestino en forma de pequeña nube de vapor. (2, 9, 15, 18)

1.1.4 El proventrículo.

Se localiza entre la bolsa melaria y el ventrículo, posee una cruceta en forma de "X", con un diámetro aproximado de 1 mm, esta apertura tiene pelos quitinosos y trabaja como filtro (Sondgrass, 1949). (Fig.20)

Si el órgano está cerrado, hace de barrera entre el buche melario

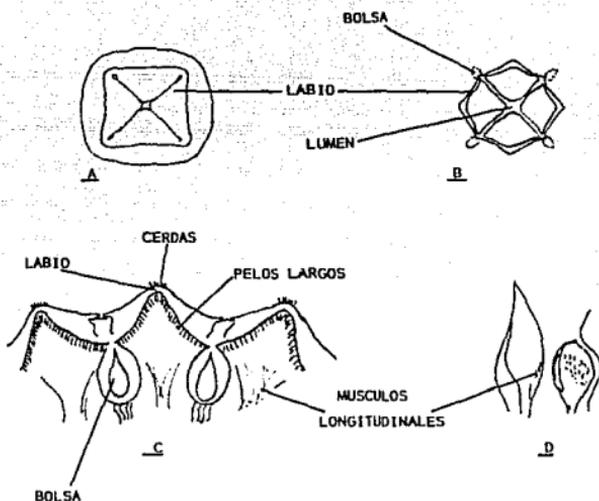


Fig. 20.- EL PROVENTRICULO. A) ASPECTO ANTERIOR LABIOS CERRADOS, B) ASPECTO ANTERIOR LABIOS ABIERTOS, C) SECCION LONGITUDINAL DEL PROVENTRICULO, D) SECCION LONGITUDINAL DEL PROVENTRICULO (DETALLE DEL LABIO Y BOLSA).

[Orgonismo, 1987].

y el ventrículo, permitiendo almacenar el néctar y luego por movimiento de concentración, el néctar pasa a la boca y de ahí es depositado en la celda del panal. En cambio, si el órgano está abierto, deja pasar una porción de néctar para poder llevar a cabo las principales actividades de la abeja. (9, 10, 15, 23).

1.1.5. El ventrículo.

También llamado mesenterón o estómago verdadero y es donde se realiza la digestión propiamente dicha, mediante las células que componen una gruesa capa, la cual contiene numerosos pliegos cruzados, éstos no sólo aumentan la extensión de la superficie digestiva, sino que además permite su expansión.

Fuera de la pared celular, se encuentra en primer lugar; una capa de músculos circulares y otra más de forma longitudinal. (23)

Dicha capa de células se desprende de la pared estomacal formando una masa gelatinosa que contiene enzimas que ayudan a la digestión de los granos de polen. Estas secreciones se van acumulando en forma de granulaciones en el ápice de dichas células y finalmente son liberadas en el lumen del ventrículo (Trapmann, 1923; Songgrass, 1956). Cabe mencionar que en este epitelio se produce el ataque de Nosema apis destruyendo gran cantidad de células. (9)

El epitelio ventricular, además de secretar el líquido digestivo sirve también como órgano excretor, particularmente de calcio. Células epiteliales conteniendo partículas de carbonato de calcio, fueron observadas por Koheler, 1920; Songgrass, 1956 y Fyg, 1923. (15)

1.1.6 El intestino.

También llamado proctódeo, se divide en dos partes: el intestino delgado e intestino grueso o recto. (15)

El intestino delgado es fino y corto, está a continuación del estómago que se encuentra a partir de los tubos de Malpighi, de esta porción del proctódeo, cualquier materia no digerida pasa por el intestino grueso, para despedir el material de desecho y llevar a cabo la absorción de agua, pero el recto también es una cámara de retención de materia fecal y en efecto las abejas sanas no defecan dentro de la colmena, por eso es que en invierno podemos ver el recto muy distendido ocupando una gran porción de la cavidad abdominal.

Este órgano es semejante a una bolsa cuando llena, se expande abruptamente a partir del punto donde se une al intestino delgado, posteriormente él se torna más estrecho, formando un tubo que abre en el ano, dorsalmente al agujón, el epitelio del ano presenta numerosos pliegues longitudinales que lo capacitan a extenderse y contraerse.

Los tubos de Malpighi por su parte, no son glándulas digestivas, sino órganos de excreción que quitan los residuos del metabolismo de la sangre incluyendo tanto sustancias nitrogenadas, como sales y en número se cuentan más allá de cien. (15, 23)

2.2 Organos anexos.

También la abeja posee otros órganos que de alguna manera u otra ayudan a la digestión de los alimentos.

2.2.1 Glándulas.

Las principales glándulas existen en la cabeza y en el tórax, compuesto de tres pares racimales, dos de los cuales se localizan en la cabeza

De los dos pares; uno compuesto por un número mayor de glándulas no existen en la cabeza de las reinas, ni en el zángano. Mientras tanto situado en la parte anterior del tórax, existe en los tres miembros de la colonia. (8)

Comenzando por las llamadas glándulas supracerebrales, que vierten su secreción directamente a la faringe, éstas producen la papilla o la leche de las abejas. Dichas glándulas están muy desarrolladas en las obreras jóvenes de 7 a 14 días, mientras que en las obreras adultas aparecen atrofiadas (3, 15)

La secreción de las glándulas torácicas contienen principalmente: péptidos, aminoácidos y lípidos, asimismo ayudan a la digestión de los alimentos. (15) (Fig.21)

En las glándulas postcerebrales o también llamadas occipitales, que están emplazadas a la derecha e izquierda de la parte superior de la cavidad craneal; su función es la de apartar la saliva que sirve a las abejas para transformar el néctar en miel. (3)

Encontramos también, las glándulas hipofaríngeas, presentes únicamente en la obrera, forman un par de estructuras localizadas a cada lado de la faringe y en la parte media anterior de la cabeza, contiene numerosos alveolos asidos por un sin fin de canales a un ducto excretor axial (Cruz-Lan-



Fig. 21.- GLANDULAS DE LA CABEZA Y TORAX DE UNA ABEJA OBRERA. A) CORTE VERTICAL DE LA CABEZA MOSTRANDO LAS GLANDULAS DE ALIMENTACION (1) LADO DERECHO. B) SUPERFICIE INFERIOR DE LA LAMINA ORAL, MOSTRANDO LAS LAMINAS DE ALIMENTACION. C) VISTA GENERAL DEL SISTEMA SALIVAL INCLUYENDO LAS GLANDULAS DE LA CABEZA. (2) - GLANDULAS TORACICAS (3) CONDUCTOS Y JERINGA SALIVAL (4) D)-DETALLE DE LAS GLANDULAS DE LA CABEZA. 5.- PLIEGUE EN FORMA DE BABERO DEL LABIO INFERIOR DE LA BOCA 6.- BOCA, 7.- LABRO, 8.- BOCA, 9.- ESOFAGO, 10.- LAMINA ORAL EN EL FONDO DE LA BOCA, 11.- BOMBAA DE SUCCION, 12.-RESERVARIO DE DE LAS GLANDULAS TORACICAS, 13.- CONDUCTO SALIVAL, 14.- ORIFICIO DEL CONDUCTO SALIVAL.

(Sandgrass, 1979).

din, 1967), existe un mecanismo que permite abrir y cerrar la salida de la secreción de modo que las dilataciones de la placa hipofaríngea funcionan como depósitos de reserva, en medida las glándulas hipofaríngeas sobrepasan 1 cm - de longitud. (15)

Su tamaño y actividad varía proporcionalmente a la edad de la abeja las glándulas son mayores y más activas, cuando la obrera es nodriza, su componente principal es la fracción proteica de la jalea real, recordemos que en este momento es cuando las nodrizas alimentan a las larvas de tres días de edad, en tanto que la reina es alimentada con jalea real durante toda la vida.

La glándula mandibular es grande, en forma de saco se encuentra encima de las mandíbulas, en orden de tamaño descendente son mayores en la reina, mientras en la obrera y en el zángano son reducidas a pequeñas vesículas. Dichas glándulas segregan un líquido claro que reblandece la cera, el propóleo y el revestimiento grasoso del polen. El orificio excretor de esta glándula, se abre en la parte interna de la articulación de la mandíbula y la cabeza, existe ahí un mecanismo de cierre del orificio que puede entrar en acción muy independiente de que las mandíbulas estén abiertas o cerradas. (3, 15)

Cabe mencionar que en la jalea real, existe una fracción secretada por las glándulas mandibulares. (15)

Glándulas labiales o salivales, son dos pares, uno de éstos en posición postcerebral en forma de racimo, tiene un conducto propio que confluye a través del orificio occipital, este colector recibe también la secreción de las glándulas postorácicas y desembocan a su vez en la superficie dorsal del labio inferior.

Su función no está bien definida: algunos autores afirman que que sirve para facilitar la elaboración de cera; otros sostienen que ayudan a digerir los elementos sólidos y no se excluye la posibilidad que sirva para la transformación del néctar en miel. (2)

2.2.2 Papilas rectales.

En el epitelio de la pared del intestino grueso, están insertados tres órganos rectales, su principal función es la absorción de agua, así como de grasas, hierro, clorato de sodio y otras sales (Standifer, 1967). (15) (Fig.17 y 22)

2.2.3 Tubos de Malpighi.

Son aproximadamente cien tubos largos, sinuosos que se enrollan unos con otros sobre las vísceras y desembocan independientemente sobre la unión entre el ventrículo y el intestino delgado (Sondgrass, 1956). Son órganos excretorios, sin embargo, en las abejas el producto de excreción no está bien definido. En otros insectos se ha observado que los tubos excretan cristales nitrogenados y otras sustancias tales como: leucina, fosfatos, oxalatos de calcio y carbonato de calcio. (15)

2 Aparato Respiratorio.

Todos los organismos multicelulares necesitan del aporte de oxígeno y de la excreción de bióxido de carbono y por ende las abejas también, la cual respira únicamente por tráqueas y traquéolas, comunicadas con el exterior por medio de los estigmas situados en las porciones laterales del insecto.

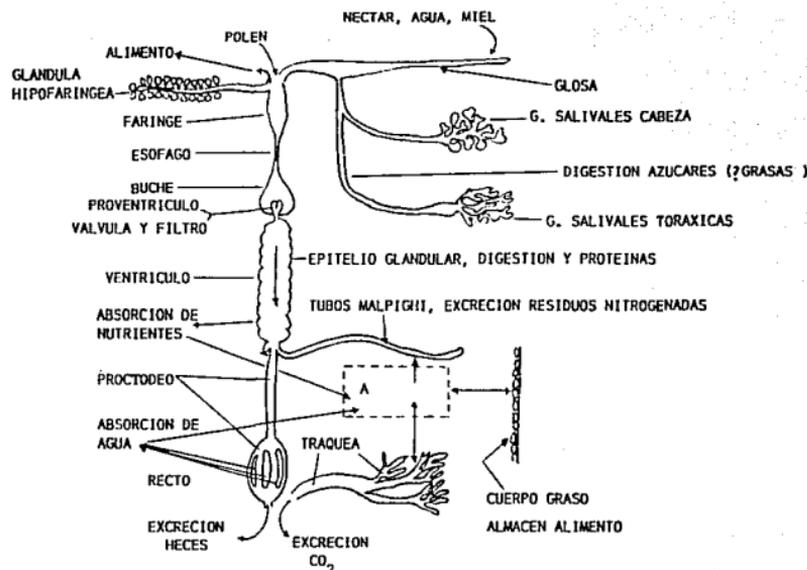


Fig. 22.- DIAGRAMA DEL CANAL ALIMENTICIO.
(Alemany, 1979).

to. La abeja melífera adulta en la obrera y reina, tiene tres espiráculos torácicos y siete abdominales, en cambio el zángano tiene un par más en el abdomen.

Alrededor de los estigmas se encuentra una porción de pelos que sirven de filtro del aire, mientras que en el interior del espiráculo está tapizado por pequeños pelos quitinosos, continuando a éste un estrechamiento que está accionado por músculos y que permite al espiráculo abrirse o cerrarse por completo. Asimismo, el diámetro de los estigmas va disminuyendo progresivamente. Sin embargo, un ácaro parasitario (Ascarapis woodi), entra en el primer espiráculo. (9, 15, 23) (Fig.23)

La entrada de oxígeno es, en forma alterna, expulsado y atraído por las contracciones de los músculos del cuerpo que estrechan la cavidad y por relajamiento se dilatan, es decir, la inspiración es pasiva y la expiración activa.

Las tráqueas que son la continuación de los espiráculos, tienen la forma de tubitos con paredes delgadas y presentan la misma composición que el tegumento, éstos en algunas partes se ensanchan y forman los sacos aéreos.

Los sacos aéreos que tienen mayor tamaño se encuentran en la parte anterior del abdomen y el metatórax, su función es la de proveer a los tejidos del oxígeno necesario, para iniciar el vuelo haciendo con esto que el insecto disminuya su peso. (9)

Otros sacos aéreos de importancia son los ubicados en la base de cada ojo compuesto, otro más en la base de la mandíbula y por último en la parte superior de la cara. (9)

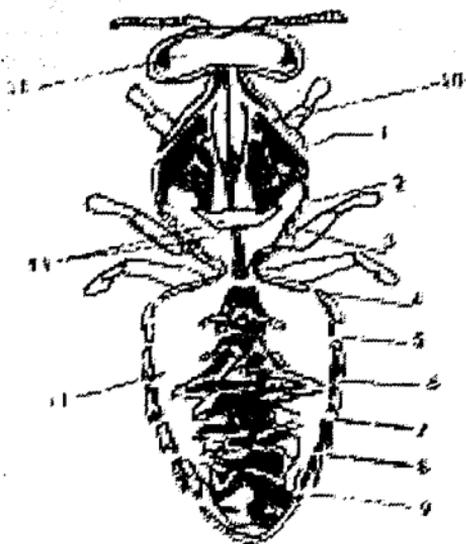


Fig. 23.- SISTEMA RESPIRATORIO TRAQUEAL DE UNA ABEJA OBRERA VISTA DORSAL. 1-9.- ESPIRACULO, 10.- TRONCO TRAQUEAL, 11.- SACOS TRAQUEALES. (Mace, 1983).

3. Sistema Muscular.

El aparato muscular de la abeja está formado por fibras musculares estriadas y lisas, rodeadas éstas dos por una membrana transparente llamada sarcolema.

Los diferentes grupos musculares, son los responsables de casi todos los movimientos del cuerpo y sus apéndices. (2, 3)

Por su localización, el tejido muscular puede agruparse en tres categorías:

3.1 Músculos esqueléticos.

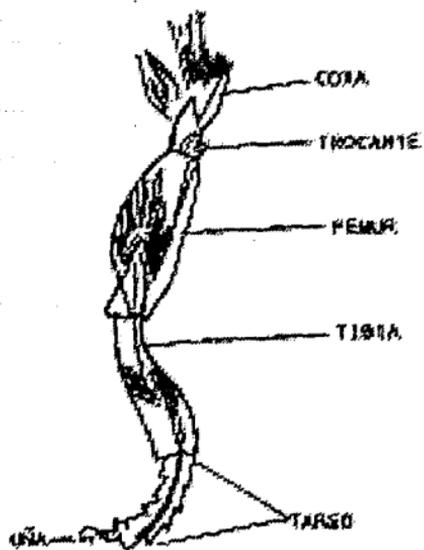
Estos tienen movimientos voluntarios, algunos apéndices involucrados en esta clasificación son por ejemplo: las mandíbulas, las patas, los músculos que unen un segmento y otro y las maxilas. (Fig.24)

3.2 Músculos viscerales.

En este punto se incluyen: el aparato digestivo, reproductor y circulatorio. Los músculos son largas bandas u oblicuas o la combinación de éstas dos, además que sus movimientos son involuntarios.

3.3 Bandas segmentarias.

Aquí se cuenta con los músculos que unen los tergitos y esternitos del abdomen. (9, 15, 23)



24.- SISTEMA MUSCULAR Y SQUELETICO DE LA PATA.
(Organo, 1987).

4 Sistema Nervioso.

Un aspecto característico de los animales es su habilidad de adaptar sus acciones a las condiciones ambientales, especialmente a los cambios climáticos. Los animales son capaces de hacerlo porque poseen grupos de células cerca del exterior del cuerpo que tienen una sensibilidad específica frente a las formas comunes de energía de la naturaleza, que no les resulta destructiva.

Estas células especializadas y estructuras asociadas se conocen como órganos de los sentidos, pero el término no implica necesariamente la percepción consciente por parte del animal. (23)

Las abejas tienen un cerebro, aunque con escasa semejanza al cuerpo humano, no obstante existe un mecanismo que coordina la disposición en el trabajo de una abeja con los estímulos externos recibidos por los órganos de los sentidos. (22)

4.1 El cerebro.

También llamado ganglio supraesofágico, presenta una simetría lateral, por lo tanto cada parte es par y existe entonces una porción derecha y otra izquierda.

El cerebro proviene de la asociación de tres ganglios cefálicos:

a) El protocerebro: Situado arriba y adelante de la cápsula cefálica, es el más desarrollado e inerva los dos tipos de ojos por medio de los nervios ópticos y oculares, que son muy cortos. Contienen dos cuerpos pedunculados, cada uno lleva dos cálices fibrosos compuestos por una gran cantidad de células.

El protocerebro, por otro lado contiene: la comisura óptica y el cuerpo central, la primera se compone de fibras, que provienen de células ganglionares de los lóbulos ópticos, por su parte el cuerpo central, es un sitio de asociación del cerebro. (15) (Fig.25)

b) El deutocerebro: es en sí el segundo cerebro, siendo el centro inervador de las antenas y existe un par para cada una de ellas.

c) El tritocerebro o tercer cerebro: Anatómicamente pertenece a la porción caudal del ganglio supraesofágico, en la abeja melífera está poco desarrollado.

La asociación del tercer cerebro con otros órganos sensitivos son:

- 1) Nervio labral,
- 2) conectivos frontales,
- 3) Conectivos circumesofágicos,
- 4) Comisura tritocerebral unida a los dos lóbulos laterales del tritocerebro. (Fig.26)

Así el esófago se encuentra rodeado por el tritocerebro, la comisura tritocerebral, los conectivos circumesofágicos y el ganglio subesofágico.

(15)

4.2 La cadena nerviosa ventral.

Consta de:

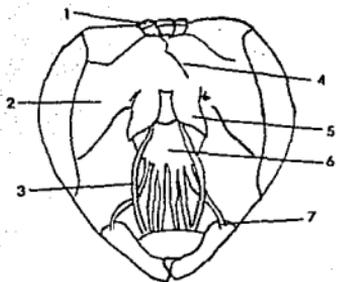
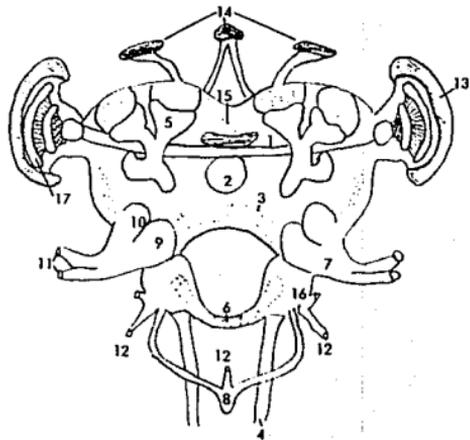


Fig. 25.- VISTA FRONTAL DE GANGLIOS CEFÁLICOS Y NERVIOS PRINCIPALES.
1) OCELOS, 2) LOBULO ÓPTICO, 3) NERVIOS LABIALES, 4) PARS
INTERCEREBRALIS DEL PROTOCEREBRO, 5) LOBULO ANTENAL DEL -
DEUTCEREBRO, 6) GANGLIO SUBESOFÁGICO, 7) NERVIIO MANDIBULAR.
(Organismo, 1987).



- 1.- COMISURA OPTICA
- 2.- CUERPO CENTRAL
- 3.- COMISURA DEUTCEREBRAL
- 4.- CONECTIVOS PERIESOFAGICOS
- 5.- CALICE: CUERPOS PEDUNCULADOS
- 6.- COMISURA TRITOCEREBRAL
- 7.- DEUTCEREBRO
- 8.- GANGLIO FRONTAL
- 9.- LOBULO MOTOR DEL DEUTCEREBRO
- 10.- LOBULO SENSORIAL DEL DEUTCEREBRO
- 11.- NERVIO ANTENARIO CON TRONCO
- 12.- NERVIO LABRAL
- 13.- OJO COMPUESTO
- 14.- OCELOS
- 15.- PARS INTERCEREBRALIS
- 16.- TRITOCEREBRO
- 17.- LOBULO OPTICO

Fig. 26.- ESQUEMA DEL CEREBRO DE UN INSECTO.

(Organismo, 1987).

a) Una cadena prosomal o ganglio subesofágico.

b) Cinco cadenas metasomales, divididos en:

Origen:	Segmento inervado
Primer ganglio:	Tercer segmento abdominal
Segundo ganglio:	Cuarto segmento abdominal
Tercer ganglio:	Quinto segmento abdominal
Cuarto ganglio:	Sexto y séptimo abdominal
Quinto ganglio:	Octavo, noveno y décimo segmento abdominal.

El ganglio subesofágico es una mas aimpar que se encuentra en la cabeza, está compuesto por tres ganglios fusionados (mandibular, maxilar y labial), llamados segmentos gnatales que se unen al tritocerebro, por los nervios conectivos periesofágicos. El ganglio subesofágico inerva: mandíbulas, maxilas y labio, éste se une al primer ganglio torácico. (9, 15, 23)

El ganglio torácico inerva el primer par de patas, uniéndose - al segundo ganglio metasomal. Está formado por la fusión de: dos torácicos (meso y metatorácico) y dos abdominales (Propedal y primero gasteral). (15)
(Fig 27)

4.3 El sistema neuroendócrino de la abeja.

En comparación con el cuerpo humano, el mecanismo neuroendócrino de Apis es muy sensible y consta de los siguientes puntos:

4.3.1 Las células neurosecretoras del cerebro.

Secretan una hormona llamada de activación que actúa sobre las glándulas endócrinas, la secreción es transmitida por las redes nerviosas del

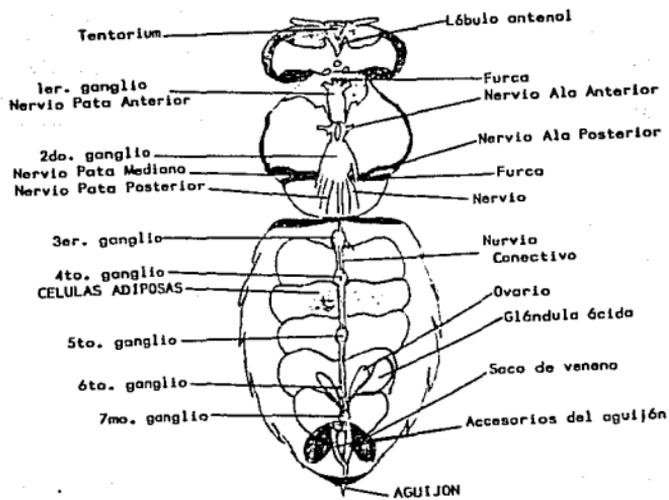


Fig. 27.- SISTEMA NERVIOSO CENTRAL. VISTA DORSAL. OBRERA ADULTA.
(Robles, 1987).

sistema glandular, los cuales son: corpora allata, cardíaca y glándulas protorácicas.

4.3.2 Las glándulas protorácicas.

Presentes sólo en las larvas, las cuales desaparecen al comienzo de la pupación, situadas entre el prototórax y el mesotórax, tienen un aspecto difuso y secretan la ecdisona que promueve la muda. (9, 15, 23)

4.3.3 Las glándulas retrocerebrales.

Integradas por:

Cuerpo cardíaco o corpora cardíaca, persistentes en el adulto, se encuentran detrás del cerebro a cada lado de la aorta y aparecen como dos pequeños nudos. Los corpora cardíaca reciben las secreciones nerviosas del cerebro antes de pasar por la hemolinfa.

Corpora allata o cuerpos alados unidos a la corpora cardíaca por un nervio corto, su secreción es la hormona juvenil y tiene dos funciones:

- 1) Gonadotropa: Control del desarrollo de los órganos genitales, así como comportamiento sexual.
- 2) durante la muda larval, actúa con la ecdisona. (15)

5 Sistema Circulatorio.

Llamado también lacunar, este sistema en la abeja melífera, es

muy sencillo pues posee vasos como los organismos superiores en los cuales existen estructuras especializadas (arterias, vasos, capilares), sino que la hemolinfa se vierte directamente al organismo, ésta es incolora, pues la ausencia de globulos rojos, así la conserva fluida y lechosa, que se pone en contacto con todos los tejidos llevándoles sustancias alimenticias procedentes de la digestión. (9, 14, 20, 22, 23)

Está compuesto por un tubo largo que recorre todo el cuerpo, cerrado en el extremo abdominal y abierto en la cabeza, entonces pasa por el tubo digestivo, llamándose diafragma dorsal, por situarse en la región de los tergitos. (3, 14, 15, 18)

A la altura del abdomen, se encuentra un órgano alargado llamado corazón, formado por ventrículos unidos entre sí por válvulas llamadas ostiones o utrículos y en número se cuentan cinco pares.

Estas cámaras ostiolares, están unidas por válvulas que se abren hacia adelante, permitiendo el avance de la hemolinfa, pero no su retroceso. Luego continúa la aorta y los espirales de la aorta al pasar el tórax, atravesando éste por su parte dorsal, pasa por la nuca y entra en la cabeza.

El diafragma ventral está ubicado desde la mitad posterior del tórax y el abdomen, separando la cuerda nerviosa ventral del aparato digestivo (1, 2, 3, 23) (Fig.28)

En la cabeza y el tórax hay órganos pulsátiles que favorecen la circulación de la hemolinfa por las patas, alas y antenas.

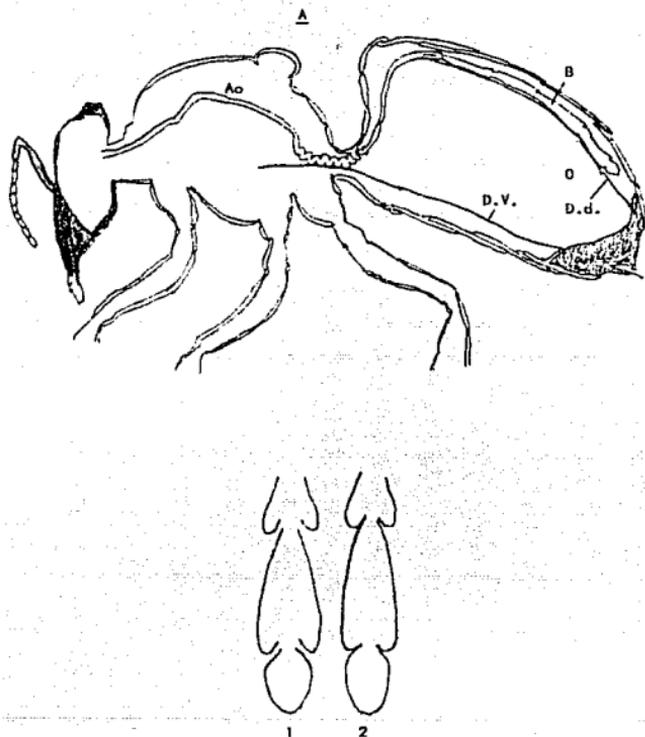


Fig. 28.- SISTEMA CIRCULATORIO (LAS FLECHAS INDICAN EL SENTIDO DE CIRCULACION DE LA HEMOLINFA). A: CORTE LONGITUDINAL VERTICAL DE UNA OBRERA; B: CAMARA DEL CORAZON; O: OSTIOLO; D.d: DIAFRAGMA DORSAL; D.V. DIAFRAGMA VENTRAL; Ao: AORTA. 1.- CORAZON ABIERTO, 2.- CORAZON CERRADO. (Prost, 1985).

Al contraerse, el órgano pulsátil por los respectivos músculos alares, el aire penetra en las cámaras, circulando de atrás hacia adelante y llega a la aorta por la cabeza, donde se extiende al resto del cuerpo. Luego de este recorrido, la hemolinfa, vuelve al vaso dorsal penetra por los orificios laterales. (1, 2, 3, 9, 14)

6 Sistema Defensivo.

Para que un organismo pueda sobrevivir, es necesario que defienda eficazmente, su entorno natural donde reside, sus crías y sus reservas de alimento, por lo tanto, la abeja también lo lleva a cabo, esto depende de los factores ambientales externos, tales como: molestias recurrentes, escases de alimento, ataques de plagas, etc. (11, 12)

En Apis la defensa colonial es la suma de las respuestas defensivas individuales de los miembros de la colonia a una serie de estímulos que agitan en rápida consecuencia. No todas las abejas de una población perciben dicho estímulo, ni todas las que perciben responden a ellos.

Aparentemente cuanto mayor es la frecuencia de intensidad de dichos estímulos apropiados, cuanto mayor es la liberación de las feromonas de alarma. (11, 12)

6.1 Las feromonas.

Las feromonas son sustancias producidas por un organismo, pero que ejercen su acción en otro organismo de la misma especie, constituye entonces una forma de comunicación interespecífica.

Las principales hormonas son:

- a) Las de alarma. Compuesta por isopentil acetato, secretada por la glándula del aguijón.
- b) La de orientación o atracción. Compuesta por geraniol y citrol, producida por la glándula de Nassanov.
- c) La de repulsión. Compuesta por la 2-heptanona, generada por las glándulas mandibulares de las obreras de campo para marcar las flores que ya han sido visitadas por ellas.

Entonces cuando una colonia recibe un estímulo como amenaza o ataque, inmediatamente a este acto, las abejas guardianas elevan su abdomen y protaen su aguijón. Esta a su vez también libera feromonas en las víctimas atacadas orientando a otras abejas para agredir a los agresores así marcados.

(12)

La reina también produce feromonas. La llamada sustancia real, que es secretada por las glándulas mandibulares. Entre sus componentes, se encuentra principalmente el ácido 9-oxodecenoico y 9-hidroxidecenoico, éstas actúan inhibiendo el desarrollo de los ovarios de las obreras y el instinto de construir celdas reales. (11, 12)

6.2 Similitudes entre el aguijón y el ovopositor.

Entre los insectos, sólo los himenópteros aculeatos (hormigas, avispas depredadoras y abejas), han modificado evolutivamente el ovopositor en un órgano ponzoñoso (el aguijón). Siendo entonces un ovopositor modificado

los machos, no pueden tener aguijón, sirviendo entonces para la inyección de veneno en lugar de huevos. (11, 12) (Fig. 29)

6.3 El estilete y sus lancetas.

La porción penetrante del aguijón tiene unos 2 mm de longitud y está formado por la unión de tres estructuras asiculadas: el estilete, el cual distalmente contiene tres pares de pequeños dientes laterales y cada lanceta 9 o 10 dientes laterales en su porción distal, éstos son recurvos a manera de arpón a lo largo de la superficie superior de cada lanceta y en un brazo hay un canal abierto que se acopla a una especie de riel, presente para cada lanceta, a lo largo de la superficie interior de cada estilete y del bulbo.

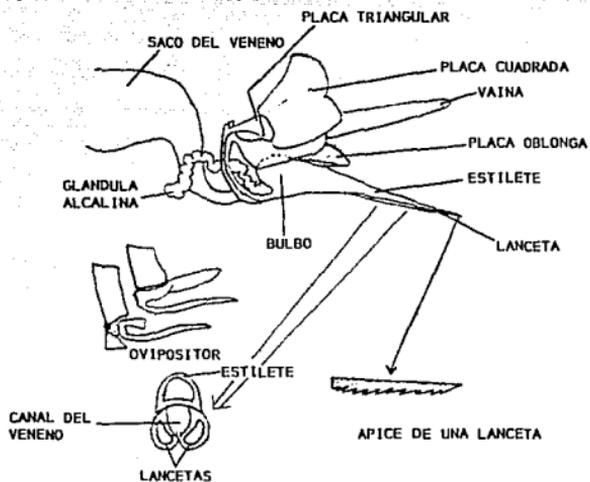
Así las lancetas se deslizan bajo el estilete y su bulbo.

La parte punzante de la reina es más larga, más curva y con menos y más pequeños dientes que en las obreras. (12)

6.3.1 El canal del veneno.

El canal lo forman las lancetas, el estilete y el bulbo, el cual se agranda en este último que se pone en contacto con la bolsa del veneno. Dentro del bulbo del estilete, cada lanceta posee una estructura que impulsa o bombea hacia el ápice del estilete y tejidos de la víctima, el veneno contenido en el canal del bulbo. (Fig. 30)

Fig. 29.- AGUIJON DE LA ABEJA MELLIFERA COMPARADO CON EL OVIPOSITOR.



(Medrano, 1989).

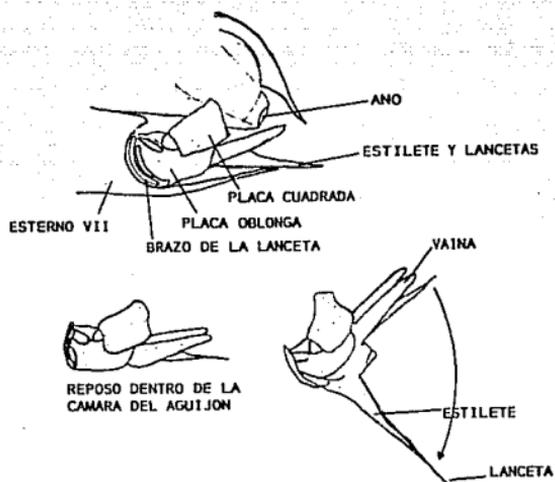


Fig. 30.- CAMARA DEL AGUIJON.
 (Molina, 1989).

6.3.2 La glándula y la bolsa del veneno.

La parte ofensiva del aguijón cuando se encuentra en reposo está retraída en la cámara del aguijón, cubierta por dos placas oblongas y dos lóbulos de la vaina del aguijón.

Al picar la abeja, contrae ventralmente el abdomen, al mismo tiempo que puede morder con sus mandíbulas y para protraer la parte punzante, el aguijón forma un ángulo recto con las placas oblongas y la vaina del aguijón, entonces será insertado en la víctima, (Fig.31)

Acto seguido, los dientes distales penetran en la herida aproximadamente 1 mm inyectando con movimientos de contracción mayor cantidad de veneno.

El movimiento del aguijón está comandado por tres placas: la triangular, la oblonga y la cuadrada de las cuales se insertan los músculos responsables.

Después de picar la abeja, se retira de la víctima llevando consigo el aguijón, pero sí el lugar donde fué insertado es de elástico, las lancetas impiden que se desprenda; quedando en la piel de la víctima, junto con órganos vitales, muriendo poco tiempo después.

Es entonces, cuando podemos observar las contracciones del aguijón en la herida pues quedan con el aparato nervioso y motor. (12)

6.3.3 La producción del veneno.

La producción se inicia poco tiempo antes de nacer, continuando

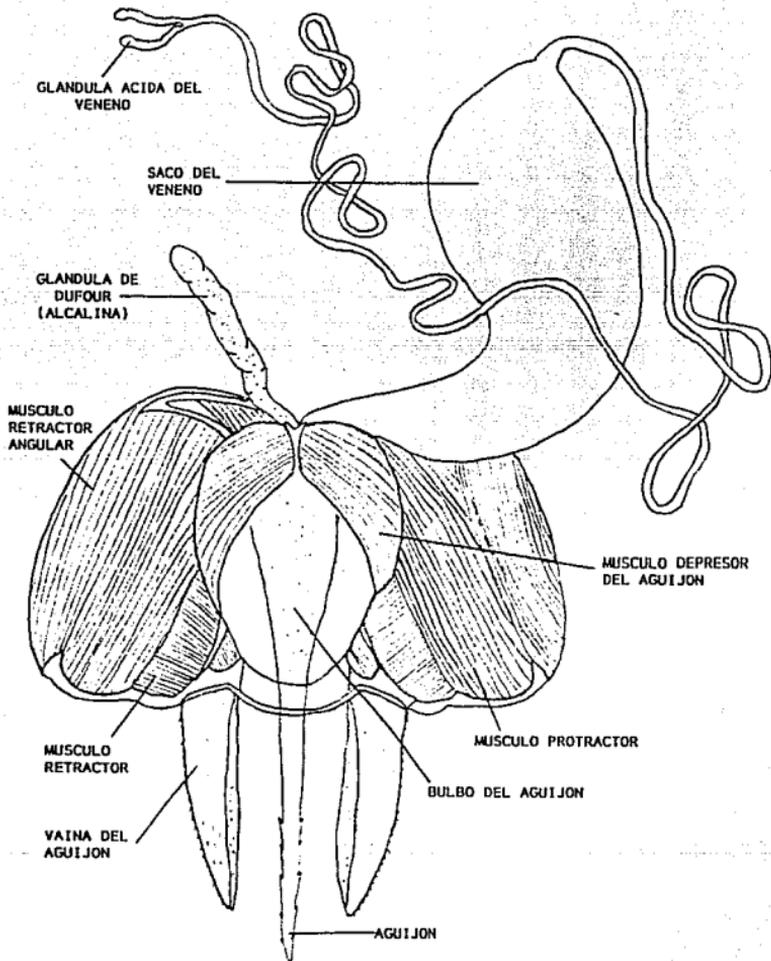


Fig. 31.- APTO. DEL AGUIJON Y GLANDULAS ANEXAS.
(Robies, 1987).

hasta llegar a la edad de 15 a 20 días; siendo la producción poca o nula.

En este momento la bolsa del veneno está plétórica y la abeja puede participar como guardiana defendiendo la colonia. (Cuadro VI)

La producción del veneno es máxima en abejas reinas al momento de nacer que es cuando normalmente debe utilizar su aguijón para matar a otras candidatas del reinado.

6.3.4 La composición química del veneno.

El veneno de Apis mellifera es claro, líquido, de reacción ácida y con una gravedad específica de 1.1313. El 88%, lo forman el agua, además de proteínas, péptidos, aminas, azúcares, fosfolípidos, aminoácidos y por supuesto feromonas: histamina, hialuronidasa, fosfolipasas A2, melitina, péptido MCD apamina, así como compuestos volátiles, que son 6 ésteres y 4 alcoholes.

(Cuadro VII y VIII)

Existen diferencias en la proporción de los componentes del veneno entre obreras y reinas, por ejemplo: la concentración de hialuronidasa es más baja en reinas que en obreras. (12)

7 Aparato Reprodutor.

Generalidades.

El origen de las abejas se lleva a cabo asexualmente por partenogénesis en el macho y sexualmente en las dos castas de hembras, es decir, reinas y obreras.

CUADRO VI.- Datos relativos del veneno de obreras Apis mellifera.

Descripción	Cantidad	Observaciones
Veneno total por abeja	3 - 4 mm	Contiene 88% de agua
Veneno seco total por abeja	0.4 - 0.5 mg	De este total generalmente sólo se puede colectar el 20- 25%
Veneno seco colectable en promedio por abeja	0.1 mg	Se requieren 1000 abejas para colectar un gr de veneno
Veneno seco inyectado en promedio por abeja	0.5 mg	Por cada picadura, la víctima recibe 10-15% del veneno total seco.
Hipersensibilización		
- dosis inicial	0.0001 mg	-
- dosis final	0.1 mg	Equivale a dos picaduras

(Molina, 1989).

CUADRO VII.- Principales componentes del veneno de la abeja mellifera occidental.

Tipo de molécula	Componente	% del veneno	Peso molecular
Proteínas	Hialuronidasa	1 - 3	41,000
	Fosfolipasa A2	10 - 12	20,000
	Melitina	50	12,000
Péptidos	Secapina	0.5 - 2.0	3,000
	Peptido MCO	1 - 2	2,500
	Tertiapina	-	2,500
	Apamina	1 - 3	2,500
	Procemina	1 - 2	600
	Péptidos pequeños con menos de 5 aminoácidos	13 - 15	600
Aminas Fisiológicamente activas	Histamina	0.5 - 2.0	150
	Dopamina	0.2 - 1.0	150
	Noradrenalina	0.1 - 0.5	150
	Acido llama amino-butírico	0.5	150
Azúcares	Glucosa	-	-
	Fructosa	2	180
Fosfolípidos	-	5	700
Aminoácidos	-	1	700

(Molina, 1989).

CUADRO VIII.- Principales componentes volátiles del veneno de la abeja.

Componente volátil	cantidad por abeja (Mg)
n - butil acetato	0.1
150 - pentil acetato	2.0
n - hexil acetato	0.2
benzil acetato	1.0
n - octil acetato	1.0
n - decil acetato	0.1
150 - pentanol	0.9
benzil alcohol	0.2
2 - nonanol	0.7
(2) - 11 - elcosen-1-01	5.0

(Molina, 1989).

En una colonia normal, la reina, abeja sexualmente capaz para la reproducción de la especie aumentando la producción ovopositora en los tiempos de mayor floración, esta ovoposición dará origen a dos tipos de huevos: fecundados a abejas obreras y no fecundados a zánganos, es entonces cuando se formará otra nueva colonia apícola conocida como enjambre, que lo forman varios miles de obreras, algunos zánganos y una reina, puede suceder que emerjan varias reinas, pero sólo será una la que reinará en su colonia, habiendo previamente una lucha física, quedando así la más competente. (21)

Pasando 4 o 5 días saldrá a sus vuelos nupciales, apareándose con unos 8 a 10 zánganos e iniciar la postura, cabe mencionar que los zánganos que fecundarán a la reina mueren en el medio ambiente por evisceración o son sacrificados por las obreras en caso de regresar a la colonia.

En algunos casos la reina se llamará zangonera, por ovopositar huevos no fecundados que darán lugar a zánganos y aún en otros más especiales cuando la reina no regresa de sus vuelos nupciales, las obreras desarrollarán su aparato reproductor rudimentario e iniciará la postura de huevos no fecundados que también darán lugar a zánganos; en ambos casos la población disminuirá paulatinamente hasta desaparecer. (24)

7.1 Aparato genital del macho.

Este es sumamente complejo, pero se sabe que los espermatozoides se desarrollan en un estado de crisálida. Un zángano produce de 10 millones de espermatozoides y después de que éste emerge de la celda, las células pasan a las vesículas seminales donde son almacenadas hasta la cópula. (24)

El aparato reproductor del macho está constituido por: dos testículos, dos vesículas seminales, dos glándulas accesorias productoras de mucus, un canal eyaculador y un órgano copulador o pene que consta del bulbo y dos cornículas.

7.2 Los Testículos.

Los órganos del macho que contiene las células reproductivas primarias y donde éstas se desarrollan convirtiéndose en espermatozoides, son los testículos, que son un par de cuerpos achatados. (23) (Fig 32)

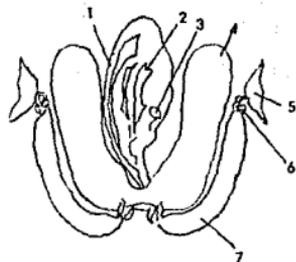
Los testículos en el zángano recién nacido ocupan gran parte del abdomen, madurando éstos, los espermatozoides migran a las vesículas seminales, entonces disminuyen su tamaño hasta quedar disminuídos a un muñón de tejidos grisáceas. A los doce días de edad los zánganos están maduros y dispuestos para aparearse con la reina. Los testículos están compuestos por muchos tubos seminíferos, cerca de 200 (Ruttner, 1966). (10, 14, 18, 21)

7.3 Las vesículas seminales.

de cada testículo, nace un conducto llamado conducto deferente, que enroscado en su posición primaria, se alarga formando un saco delgado y largo, es decir, las vesículas seminales, la cual sirve para almacenar las células reproductoras. (2, 6, 10, 14, 21, 24)

7.4 Las glándulas mucus.

Son dos grandes órganos accesorios que se unen a sus bases por



A



B

Fig. 32.- SISTEMA REPRODUCTOR DEL ZANGANO MADURO SEXUALMENTE.
 A: DIBUJO ESQUEMATICO. B: VISTA DORSAL DE VISCERAS
 EN POSICION NATURAL. 1 = Ducto eyaculador; 2 = Placa
 dorsal del bulbo; 3 = Placa lateral del bulbo; 4 = glón-
 dula de mucus; 5 = Testículo; 6 = Vaso deferente;
 7 = Vesícula seminal.

(Bortoloni, 1983).

la salida de las vesículas seminales, segregan una sustancia blanca opaca que endurece rápidamente con el aire, ésta protege al espermatozoide de la desecación en el transcurso de la cópula. (3, 15, 21, 23)

7.5 El conducto eyaculador.

Tiene la función de conducir el semen desde las glándulas accesorias hasta el orificio terminal del extremo del bulbo del pene, cabe mencionar que durante la vida del zángano no existe comunicación entre las glándulas y el lumen del canal sin embargo, durante la cópula, se rompe el tejido por las violentas contracciones de los músculos de la base de las glándulas. (21)

7.6 El pene

Llamado también bulbo o endophallus, es una estructura larga, normalmente invertida en la cavidad abdominal, está formada por una gran cantidad de células en forma de placas quitinosas. Durante el apareamiento se requiere de una fuerte contracción de las paredes del abdomen para producir la eversión del pene, logrando la eyaculación con el aumento de la presión de la hemolinfa (21) (Fig. 33)

7.7 La espermatogénesis.

El desarrollo completo de los testículos, se lleva a cabo en la pupa de 8 días en este momento las glándulas masculinas sufren un proceso de degeneración hasta la madurez sexual.

Mientras que la función de los testículos finaliza, las vesículas

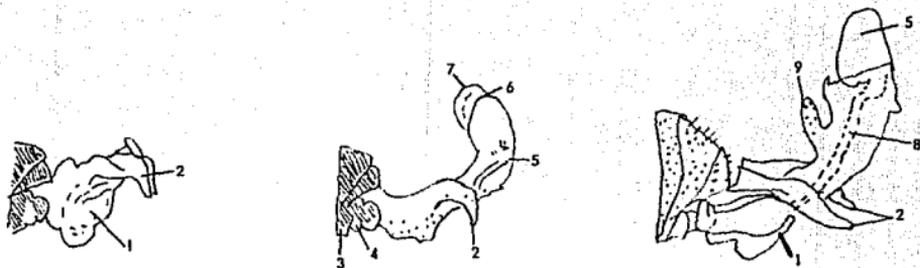


Fig. 33.- EVERSION DEL ENDOFALO; 1 = Vestíbulo; 2 = Cuernos bursales; 3 = Esternito abdominal; No. VIII, 4 = Esternito abdominal; No. IX; 5 = Bulbo; 6 = Mucus; 7 = Semen; 8 = Ducto eyeculador; 9 = Lóbulo fimbriado.

(Wayko, 1980).

las seminales y las glándulas del mucus, sufren importantes transformaciones: las vesículas seminales se llenan, el contenido de la glándula del mucus, es espesa, alcanzando su máximo desarrollo, hasta ocupar una parte importante del abdomen. (15, 21)

7.8 El espermatozoide.

El esperma es color crema viscoso, con un pH casi neutro el volumen eyaculado es de 1.5 - 1.7 mm³. El cual contiene de 7 - 10 millones, según sea su concentración.

Las células espermáticas tienen forma de hilos finos con una longitud aproximada de 0.25 mm de largo por 0.5 micrómetros de diámetro, sin embargo, 10 micrómetros, lo forman la cabeza, en la cual se hallan las características genéticas a heredar.

Su aparato locomotor se localiza en la cola, constituida por 9 fibrillas y tres haces mitocondriales, cuando se les hallan en las vesículas seminales, se encuentran de manera contraída, extendiéndose al momento de la eyaculación y contacto con la hembra.

Estas células resisten la deshidratación y sobreviven por largos períodos de tiempo cuando se congelan con soluciones salinas normales.

(10, 15, 21, 23, 24)

7.9 Organos genitales de la hembra

7.9.1 El tracto genital

Compuesto por ovario, oviductos, espermateca, bolsa copuladora cámara genital o vagina, válvula vaginal, oviducto medio, oviductos laterales como estructuras anexas, las glándulas de la espermateca. (Fig 34)

El tracto genital de la hembra ocupa una gran porción del abdomen, pues recordemos que la reina es la única capaz para la reproducción.

(15, 23)

7.10 Los ovarios

Los ovarios están formados por una serie de conductos tubulares llamados ovariolas, en número se cuenta de 150 a 180, se unen a un tubo que desemboca a los oviductos. Los ovarios son los órganos encargados de la formación de los ovulos, la cual se realiza en la parte anterior de los ovarios, en una masa multinucleada, donde se identifican, una delgada capa de células nutricias y las oogonias; éstos dos elementos rodean al ovulo excepto un punto que será el micropilo del huevo, donde penetrara el espermatozoide.

(2, 3, 10, 18, 21, 24)

7.11 Los oviductos

Los dos tubos de los oviductos laterales se unen en la línea media formando un gran saco membranoso llamado oviducto medio. El conducto de la espermateca desemboca en la pared anterior y en su parte superior, comunica con la vagina, cerrándose con un repliegue membranoso que semeja el cuello del

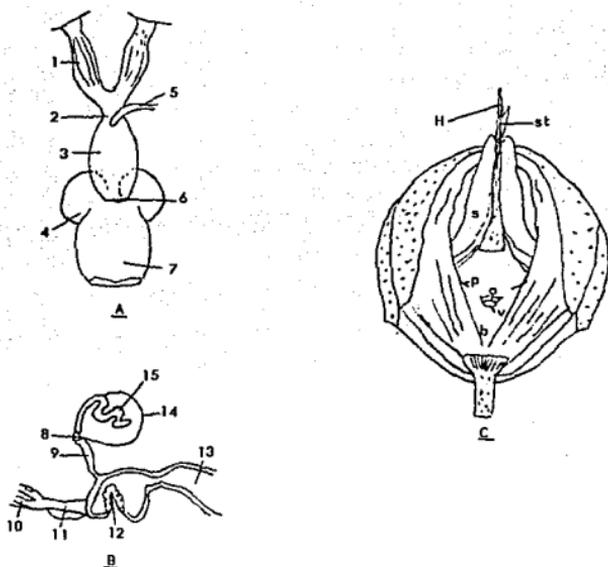


Fig. 34.- SISTEMA REPRODUCTIVO DE LA REINA. A: ESQUEMA DORSAL DEL TRACTO GENERAL. 1 = Oviducto lateral; 2 = Oviducto común; 3 = Vagina; 4 = Bolsa lateral; 5 = Ducto espermatecal; 6 = Orificio vaginal; 7 = Bolsa copuladora. B: CORTE LONGITUDINAL VERTICAL DE LA VAGINA. 8 = Esfinter (Bomba y válvula); 9 = Ducto espermatecal; 10 = oviducto lateral; 11 = Oviducto lateral común; 12 = Pliegue valvular; 13 = Bolsa copuladora; 14 = Espermateca; 15 = Glándula espermatecal. C: CAMARA DEL AGUIJON ABIERTA PREPARADA PARA LA INSEMINACION ARTIFICIAL DE LA REINA. st = estilete del aguijón; s = vaina del aguijón; p = atrio de la bolsa lateral; o = orificio vaginal; v = válvula vaginal o pliegue valvular; b = bolso copuladora; H = aguja ventral.

{Secretaría, 1989}.

útero en los mamíferos.

En el oviducto medio, es donde se lleva a cabo la fecundación, quedando el micropilo justamente en la abertura del conducto de la espermateca. Si el huevo pasa por este sitio sin ser fecundado, nacerá un macho por medio del proceso conocido como partenogénesis.

7.12 La cámara genital y la válvula

La válvula de cierre tiene como función impedir que los espermatozoides entren en contacto con el aire, migrando hacia la espermateca, ayudados por las contracciones de los oviductos laterales y medios. (18,21,24)

Por otro lado, la cámara genital, tiene como función la de ser receptor para el endophallus del macho y es una depresión de la pared del cuerpo, que se encuentra en la base del agujón.

7.13 La espermateca y sus glándulas

Es una bolsa esférica ubicada dorsalmente a la cámara genital, la unen el ducto espermatecal.

La pared de la espermateca sirve para intercambiar gases y material alimenticio en forma sorprendentemente activa y sirve para la nutrición de los espermatozoides que ahí se almacenan siendo alrededor de 8 millones. (15,24)

Por su parte, las glándulas son cortas y están unidas en la base desembocando en la bomba para arrojar los espermatozoides al huevo que

van a fecundar.

La secreción de estas glándulas se acumula en grandes vacuolas y colectado finalmente por pequeños canales intracelulares, sirviendo de sustancia nutritiva para los espermatozoides. (2,3,6,10,14,15,18,21,24)

I V B I B L I O G R A F I A

- 1) ALEMANY J.M., (1979). La colmena moderna.

Ed. de Vecchi, 8a. ed. pp. 21-33

- 2) BIRI H. (1979)., Cría moderna de las abejas.

Ed. de vecchi, 5a. ed. pp. 19-41

- 3) BARTOLONI C.A., (1983). Cría rentable de las abejas.

Ed. de vecchi, 9a. ed. pp. 12-39

- 4) CRANE E., (1976). Apiculture in tropical climates.

Ed. International Bee Reserch Assosiation, 1a. ed. pp. 30

- 5) DININGOS B.C., (1980). Crie abelhas e fácil e de lucro.

Ed. Assoaiacao de crédito e asistencia rural de Parana, 1a ed.

pp. 3-11

- 6) ECKERT E.J., (1984). Beekeeping.

Ed. Mac. Millan Publishing Inc., 5a. ed. pp. 114-157.

- 7) GOJMERAC W.L., (1981). Bees, beekeeping, honey and pollination.

Ed. Publishing Inc. Company, 8a. ed. pp. 17-26.

- 8) LABOUGLE R.J.H., (1986). La Apicultura en México.

Ed. Ciencia y desarrollo No 69, año XII, pp. 27-31

9) LOPEZ M. M. A., (1986). Tratado sobre las abejas.

Ed. Albatros, 1a. ed. pp. 324-358.

10) MACE H., (1983). Manual completo de Apicultura.

Ed. Continental, 1a. ed. pp. 163-177.

11) MOLINA P. A., (1989). La abeja melífera, su aguijón y su veneno

Ed. Programa regional para el manejo y control de la abeja africanizada,

1a. ed. pp. 19-41.

12) MORALES S.G., (1989). Cría de reinas de abeja melífera occidental.

Ed. Programa regional para el manejo y control de la abeja africanizada,

1a. ed. pp. 25-42.

13) ORDETX S.G., (1976). La apicultura en los trópicos.

Ed. Bartolome Trucco, 1a. ed. pp. 25-36.

14) ORGANISMO I. R. S. A., (1987) . Anatomía y Fisiología de la abeja melífera

occidental.

Ed. Programa regional para el manejo y control de la abeja africanizada,

1a. ed. pp. 1-70.

15) PROST P. J., (1985). Apicultura.

Ed. Multiprensa, 2a. ed. pp. 34-50.

16) RASHEL E. S., (1981). XXVIII Congreso Nacional de Apicultura.

Ed. Apimondia, 1a. ed. pp. 301, 307, 317.

17) ROBLES M., (1987): La abeja productiva.

Ed. Síntesis, 1a. ed. pp. 12-40.

18) ROMERO F.P., (1985). ciclo evolutivo de las abejas y enfermedades
del pollo.

Ed. Ministro de Agricultura de Madrid, 1a. ed. pp. 3-10

19) ROOT A.I., (1980). ABC y XYZ de la Apicultura.

Ed. Hemisferio Sur, 3a. ed. pp. 34.43.

20) SECRETARIA A.R.H., (1989). La cría de las abejas reinas.

Ed.- programa regional para el manejo y control de la abeja africanizada.

1a. ed. pp. 3-9.

21) SEPULVEDA G.J.M., (1980). Apicultura.

Ed. Biblioteca Agrícola AEDOS, 4a. ed. pp. 35.53.

22) SONDGRASS R.E., (1979). The hive and the honey bee.

Ed. American bee journal, 5a. ed. pp. 115.172.

23) WOYKE J., (1980). Inseminación artificial de las abejas reinas en beneficio de la Apicultura.

Ed. Ministro de agricultura y ganadería, 1a. ed. pp. 1-3.

24) WULFRATH A., (1989). La cría de reinas.

Ed. Miel Carlota, 1a. ed. Tomo I. pp. 3-46.