



**Universidad Nacional Autónoma de
México**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**INFORME FINAL DEL TRABAJO PROFESIONAL EN EL ÁREA
DE PRODUCCIÓN APÍCOLA**

**MANEJOS PRODUCTIVOS APÍCOLAS
ACUEXCOMATL**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA
P R E S E N T A
BALLESTEROS LOZADA ADRIANA

ASESOR: DRA. LAURA G. ESPINOSA MONTAÑO



MÉXICO, D. F.

Mayo, 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**INFORME FINAL DEL TRABAJO PROFESIONAL EN LA MODALIDAD DE
PRODUCCIÓN APÍCOLA**

MANEJOS PRODUCTIVOS APÍCOLAS ACUEXCOMATL

**PRESENTADO ANTE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
DE LA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**PRESENTA
ADRIANA BALLESTEROS LOZADA
NO. DE CUENTA
40205408-7**

ASESOR: DRA. LAURA G. ESPINOSA MONTAÑO

México,D.F.

Mayo, 2008

DEDICATORIAS

A mi mamá, gracias por todos tus consejos, apoyo y comprensión. Eres la persona más importante en mi vida, espero que este trabajo te haga sentir orgullosa y que pienses que todo tu tiempo y dedicación han sido correspondidos. Te adoro Pi!

A mi papá, se que desde el cielo me has observado y se que has de estar muy orgulloso de mi. Te quiero mucho!

A mi hermana, gracias por haber crecido conmigo y ser mi amiga. Gracias por todos tus consejos y apoyo, sin ti a mi lado mi todo hubiera sido más difícil. Te quiero mucho hedmanita!

A Beto, gracias amor por este tiempo que hemos pasado juntos, por tu apoyo y comprensión, por darme esa última chispita para seguir adelante. Te amo mucho mi corazón!

A toda mi familia, a mi abue, a mis tías y tíos, gracias porque cada uno de ustedes han aportado algo en mi, los quiero mucho a todos!

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Laura Espinosa, por todo su apoyo para la realización de este trabajo y sobre todo por la amistad y todos los consejos que me brindó.

Al MVZ Héctor Villaseñor, sin ti este trabajo no hubiera podido realizarse. Gracias por todo el apoyo, comprensión y consejos que me diste, pero sobre todo por la amistad que me ofreciste.

Al Técnico Francisco López, muchas gracias por todo el apoyo técnico otorgado en la realización del presente trabajo sin su valioso tiempo no habría forma de haberlo culminado.

A todo el Departamento de Producción Animal: Abejas, Conejos y Organismos Acuáticos. Sobre todo a la Dra. Adriana, Angie, Daniel, Sil y Ricardo. Gracias, por que todos ustedes participaron en este trabajo, y gracias por el granito de arena que le aportaron a mi formación.

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
OBJETIVO GENERAL	2
1. ESTANCIA EN LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNAM	3
Objetivo específico.....	3
Actividades realizadas.....	3
1. Lineamientos del trabajo y evaluación.....	3
2. Iniciación a la metodología de la investigación.....	3
3. Refuerzo de conocimientos.....	3
4. Actividades realizadas en el Centro de Enseñanza y Extensión en Producción Ovina (CEIEPO).....	3
a) Revisión rutinaria.....	4
b) Alimentación de estímulo.....	6
Conclusión.....	6
2. ESTANCIA EN EL CENTRO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL ACUEXCOMATL, SAN LUIS TLAXIATEMALCO, XOCHIMILCO, DISTRITO FEDERAL	7
Objetivos específicos.....	7
Actividades realizadas.....	7
1. Obtención de miel (cosecha, extracción y envasado).....	7
Conclusión.....	9
2. Investigación y presentación del tema: La célula.....	10
3. ESTANCIA EN EL CRIADERO DE ABEJAS REINAS, CHICONCUAC, EDO. DE MORELOS	12
Objetivos específicos.....	12
Actividades realizadas.....	12
Traslarve.....	12
Conclusión.....	14
4. ESTANCIA EN EL PROGRAMA NACIONAL PARA EL CONTROL DE LA ABEJA AFRICANA (PNCAA), XOCHIMILCO, D.F.	14
Objetivos específicos.....	14

Actividades realizadas.....	14
1. Diagnostico de las principales enfermedades que afectan a las abejas en México.....	14
a) Varroosis.....	15
b) Acariosis.....	17
c) Nosemosis.....	18
2. Identificación de abejas africanizadas por métodos morfométricos	21
FABIS I.....	21
Conclusión.....	22
REFERENCIAS.....	24

RESUMEN

En el siguiente informe son descritas las actividades realizadas durante el Trabajo Profesional en el área de producción apícola (Manejos productivos apícolas) por Adriana Ballesteros Lozada bajo la supervisión de la Dra. Laura Guadalupe Espinosa Montaña, llevadas a cabo del 24 de septiembre del 2007 al 9 de febrero del 2008, con el objetivo de adquirir conocimientos y desarrollar habilidades en el área de producción apícola. Las estancias fueron realizadas en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, en el Centro de Educación Ambiental Acuexcomatl, Criadero de Abejas Reinas ubicado en Chiconcuac, Edo. de Morelos propiedad del Sr. Luís Santana y en el Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana (PNCAA). Durante las estancias se adquirieron y reforzaron conocimientos del área de producción apícola, se llevaron a cabo manejos rutinarios en época de cosecha y precosecha, se aprendió sobre la cría de abejas reinas, el diagnóstico de las principales enfermedades que afectan a las abejas adultas: Nosemosis, Acariosis y Varroosis así como conocer la problemática de la abeja africanizada y los métodos morfométricos utilizados para su identificación.

INTRODUCCIÓN

El Trabajo Profesional (TP) en el área de Producción Apícola, es una opción de titulación que se ofrece al estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, diseñada para aportar al alumno una serie de habilidades que le permitan enfrentarse al campo del trabajo apícola, reforzando sus conocimientos teóricos y desarrollar su criterio para resolver problemas en la producción apícola.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar las habilidades del alumno en el manejo rutinario y especializado de una colmena en las diferentes áreas de la producción apícola así como, fomentar en el alumno su desarrollo profesional y ético como Medico Veterinario Zootecnista.

1. ESTANCIA EN LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, UNAM DEL 24 DE SEPTIEMBRE AL 5 DE OCTUBRE DEL 2007

Responsable de la estancia: M en C. Daniel Prieto Merlos, M en C. Angelica G. Gris Valle, MVZ Adriana Correa Benítez, MVZ Ángel López Ramírez y Dra. Laura G. Espinosa Montaña.

Objetivo específico: Reafirmar conocimientos adquiridos durante la carrera.

Actividades Realizadas:

1. Lineamientos del trabajo y evaluación

Fueron asignados temas para realizar la tesina, se llevó a cabo la revisión y obtención de bibliografía para el desarrollo de la tesina.

2. Iniciación a la metodología de la investigación

Fueron discutidos diferentes conceptos referentes a la ciencia y el método científico, y además la identificación de las partes que conforman un artículo (título, resumen, introducción, materiales y métodos, resultados, discusión y bibliografía)

3. Refuerzo de conocimientos

Clases teóricas de anatomía de la abeja melífera, comportamiento biológico y social de la abeja melífera y primeros auxilios en caso de picadura de abeja.

4. Actividades realizadas en el Centro de Enseñanza y Extensión en Producción Ovina (CEIEPO) ubicado en Tres Marías, Morelos.

En la práctica realizada en el apiario de la FMVZ localizado en el CEIPO, las actividades consistieron en la revisión de las colmenas.

a) Revisión rutinaria

La revisión rutinaria de la colmena es útil, ya que es posible observar las condiciones de ésta. Existen cinco puntos básicos que se revisan en el manejo de una colmena:

- Presencia de reina. Este se puede evaluar de manera directa o indirecta. La forma directa implica observar físicamente a la reina e indirecta, por la presencia de huevos dispuestos individualmente en cada una de las celdas correspondientes, en caso de encontrar una celda con más de dos huevos nos indica la existencia de obreras ponedoras (Root, 1993).
- Patrón de postura. En este punto se evalúan aquellos bastidores en los cuales exista cría, generalmente son los del centro (Imagen 1). Este patrón deberá ir del centro hacia la periferia del panal y ser una postura continua (Root, 1993).
- Reserva de alimento. El alimento que las abejas almacenan es miel y polen, estos son posibles encontrarlos en las celdas superiores del panal, aunque, también es probable encontrar alimento en celdas de zángano u obrera (Dadant, 1975).
- Signos de enfermedad. Esta evaluación se realiza mediante la observación de la colmena y la colonia de abejas, para ello se debe de tener conocimientos de algunos signos característicos de las enfermedades para así poder llegar a un diagnóstico presuntivo.
- Signos y control de enjambrazón. La enjambrazón es la forma natural de multiplicación de las colonias y si no se toman las medidas necesarias, por lo menos se perdería un enjambre por colmena cada año. Las causas principales para que se de este fenómeno son: falta de espacio y presencia de una reina vieja. El signo más sugerente de enjambrazón que se puede encontrar es la presencia de celdas reales. Las formas de evitar o controlar la enjambrazón son primeramente destruir celdas reales si es que existen y posteriormente dar más espacio, colocando alzas y colocar dos hojas de cera estampada en el centro de la cámara de cría. (Root, 1993).

La revisión de las colmenas debe realizarse preferentemente en días soleados y cálidos, a horas en que la mayoría de las abejas están en el campo. Ésta debe intensificarse en época de escasez de néctar, ya que las abejas requieren ser alimentadas y son más vulnerables a enfermedades.

Para manejar las colmenas debe utilizarse un equipo de protección, el cual consta de overol blanco, velo, guantes y botas, así como un equipo de manejo de las colmenas formado por ahumador y cuña.

Para la revisión de las colmenas se realiza el procedimiento siguiente:

1. Arrojar tres o cuatro bocanadas de humo en la colmena.
2. Quitar el techo externo de la colmena y colocarlo detrás de ésta con la parte interna hacia arriba.
3. Retirar la tapa interna con ayuda de la cuña y al mismo tiempo arrojar tres bocanadas de humo sobre la colmena. La tapa debe colocarse preferentemente parada a un costado de la colmena.
4. Retirar y colocar las alzas sobre el techo externo en forma diagonal.
5. Retirar uno de los bastidores de los lados verificando que no esté la reina (esto facilita el manejo). Posteriormente se revisan y se sacan uno a uno los bastidores de la colmena recargándolos a un costado de ésta. Para dicho manejo es necesario utilizar humo para calmar a las abejas.
6. Una vez revisados los bastidores son regresados a la cámara de cría en la misma forma en la que se encontraban en un principio.
7. Colocar las alzas sobre la cámara de cría.
8. Colocar el techo externo sobre la tapa interna.



Imagen 1. Patrón de postura continua y uniforme en bastidor de cámara de cría.

b) Alimentación de estímulo

Este tipo de alimentación es realizado de mes y medio a dos meses antes de la floración, con el fin de estimular la postura de la reina, y esto resulta un aumento de la población de la colonia y con ello un incremento de la producción debido al mayor número de abejas que se encuentran trabajando. Esta alimentación debe suspenderse 15 días antes del inicio de la floración.

Las características del alimento en cuanto a componentes son agua y azúcar en una concentración del jarabe de 1:2 (Un litro de agua por 2 kilogramos de azúcar), dicho jarabe se administra a las colmenas en bolsas de plástico (Imagen 2), colocándole 2 litros de este jarabe a cada una de éstas y haciéndoles minúsculos agujeros con un alambre para que las abejas lo perciban y lo empiecen a consumir. El periodo en el cual se administra es aproximadamente cada ocho días que es el momento en que las abejas acaban con el jarabe.



Imagen 2. Jarabe de azúcar en bolsa de plástico.

Conclusión:

Durante esta estancia se reforzaron conocimientos básicos de apicultura y del manejo básico apícola, así como manejos específicos; precosecha, como lo es la alimentación, también fueron establecidos los materiales y métodos para el tema asignado para la tesina.

2. ESTANCIA EN EL CENTRO DE EDUCACION AMBIENTAL ACUEXCOMATL, SAN LUIS TLAXIATEMALCO, XOCHIMILCO, DISTRITO FEDERAL DEL 8 DE OCTUBRE AL 30 DE NOVIEMBRE DEL 2007.

Responsable de la estancia: M en C Daniel Prieto Merlos, MVZ Ángel López Ramírez

Objetivos específicos: El alumno conocerá diferentes manejos para la cosecha de miel y pondrá en práctica los conocimientos adquiridos en la asignatura teórica de producción apícola. Manejará diferentes equipos para la extracción de miel.

Actividades realizadas

1. Obtención de miel (cosecha, extracción y envasado) realizada en el Centro de Educación Acuexcomatl, apiarios de la región y apiario del CEIEPO.

Las abejas almacenan miel en los panales de la cámara de cría y de alza de la colmena para asegurar su alimento en aquellas épocas en las que no hay flujo de néctar.

El primer paso en la obtención de miel es la cosecha. Ésta consiste en retirar los bastidores de alza los cuales deben de presentar un mínimo de 80% de celdas con miel operculada por ambos lados (Imagen 3). Sin embargo, también es posible retirar la miel madura que aun no está operculada mediante una prueba para verificar que esta miel cumpla esta condición. El procedimiento consiste en sacudir el bastidor sobre el alza en varias ocasiones y observar si el contenido de las celdas escurre, de ser así la miel aun no es apta para cosecharse. Para retirar las alzas con los bastidores que cumplan las características antes mencionadas se puede emplear métodos físicos o químicos, nosotros utilizamos un método físico, el cual consiste en sacudir el alza para así retirar al mayor número de abejas. En el caso que no todos los bastidores del alza tengan el 80% de operculado, se seleccionan los bastidores que si lo cumplan y estos se sacuden y posteriormente se van guardando en un alza vacía para su posterior extracción. Las alzas que han sido retiradas

son apiladas en el suelo del apiario sobre charolas salva miel y tapadas con un techo interno, lo cual ayuda para que no haya desperdicio ni pillaje y sea manejado como un producto higiénico. Posteriormente estas alzas serán transportadas a la sala de extracción.

Como paso siguiente a la cosecha, la extracción de miel es un procedimiento que debe realizarse en un lugar especial llamado sala de extracción, dicha sala debe estar bien cerrada para evitar que las abejas entren y pillen la miel. El pillaje es el comportamiento mediante el cual las abejas roban sustancias dulces (Root, 1993). El primer paso que debemos hacer para la extracción de miel es el desoperculado de los bastidores (Imagen 4), esto consiste en quitar el tapón de cera que cubre la celda, con la ayuda de un cuchillo desoperculador eléctrico o con peines desoperculadores. Dicho procedimiento se hace sobre un tanque desoperculador el cual cuenta con una malla tipo criba con el fin de retener el opérculo y dejará pasar la miel dando como resultado la separación de éstos.

Una vez que se hayan desoperculado todos los bastidores, son introducidos en el extractor de miel (Imagen 5), el cual al trabajar mediante una fuerza centrífuga, lo cual permite que la miel resbale por las paredes del extractor para su posterior colecta. Dicho extractor debe funcionar a una velocidad aproximada de 200-400 rpm esto debido a que si aumenta la velocidad tanto el bastidor como el panal pueden sufrir una ruptura y con ello éstos no podrán ser reutilizados.

Finalmente la miel extractada se cuela y se coloca en cubetas de 19 litros, donde habrá un proceso de sedimentación, para que después sea colada y envasada. Para los apiarios de la región y el del Centro de Educación Ambiental Acuexcomatl hasta aquí se quedó el procedimiento, sin embargo, para el apiario del CEIEPO perteneciente a la Facultad, también se realizó el procedimiento de envasado, el cual a continuación de describe.

Una vez que la miel es extractada se coloca sobre un tambo envasador, que tiene una malla por donde pasa la miel, y tiene la función de filtrarla o colarla, con el propósito de quitarle impurezas. Posteriormente, se deja sedimentar para ser envasada en envases de PET. En este caso el departamento maneja tres presentaciones diferentes, de 350 g, 650 g y 1350 g. La miel ya envasada es transportada a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

En ocasiones la miel que se envasa no es la recién extractada, sino que se utiliza la miel que se encuentra almacenada de cosechas anteriores; debido a que ésta se encuentra cristalizada, es necesario poner las cubetas a baño María a 42°C para que se descristalice, una vez logrado esto, la miel se colocará en la envasadora y el procedimiento es igual al anteriormente descrito.



Imagen 3. Bastidor de alza con más del 80% de miel operculada.



Imagen 4. Proceso de desoperculado.



Imagen 5. Extractor radial.

Conclusión:

Durante esta estancia se reforzaron conocimientos prácticos en todo lo referente a la obtención de miel así como conocer diferentes apicultores y su forma de trabajo.

2. Investigación y presentación del tema: Biología celular

El hacer este trabajo fue de vital importancia, ya que el tema en el que nos pidieron investigar tiene mucho que ver con el trabajo de tesina que se me asignó.

La célula es la unidad estructural y funcional de los organismos vivos, dentro de ella existe un conjunto de sustancias bioquímicas, sales y agua que se mantienen reguladas, integradas, dinámicas y equilibradas.

Hay dos tipos de células:

Eucariota

- Células con su material genético confinado dentro de un compartimiento de doble membrana, lo cual delimita un núcleo celular

Procariota

- Células sin núcleo celular definido (bacterias).

La célula se compone de diversas estructuras como son: membrana celular, citoplasma, núcleo, membrana nuclear, nucleolo, ribosomas, retículo endoplásmico liso (REL), retículo endoplásmico rugoso (RER), aparato de Golgi, mitocondrias, lisosomas, entre otros.

La membrana celular define la periferia de la célula separando su contenido del medio que lo rodea, esta compuesta por proteínas y lípidos, los cuales le dan una consistencia de gel y posee gran flexibilidad, por su capacidad de cambiar tamaño y forma. Posee una estructura trilaminar, con dos bandas hidrofílicas y una banda hidrofóbica. Dentro de las funciones se encuentran: permeabilidad selectiva, organización, integridad estructural, recepción, adhesión, reconocimiento, transporte diferencial, absorción, digestión y antigenicidad.

El citoplasma es el volumen delimitado por la membrana; sus componentes son agua, proteínas, carbohidratos y sales orgánicas e inorgánicas.

El núcleo contiene la información genética organizada en cromosomas, controla la actividad celular por medio del DNA, las células pueden variar desde anucleadas hasta multinucleadas, la posición varía: central, paracentral o excéntrica.

El nucléolo es el pequeño núcleo; es un organelo no membranoso compuesto por proteínas y RNAr. Sus funciones son producción y ensamblaje de

componentes ribosómicos, transcripción de RNAr para incorporar a los nuevos ribosomas.

Los ribosomas son pequeños gránulos citoplasmáticos contienen 60% RNA y 40% proteínas, pueden ser simples (inactivos) o polirribosomas o polisomas (activos), se encuentran unidos al RER, su función es la síntesis de proteínas.

El retículo endoplásmico rugoso es un sistema de membranas organizadas en túbulos y cisternas formado por fosfolípidos y proteínas, esta membrana forma parte de la membrana externa del núcleo y presenta múltiples ribosomas adheridos a su membrana su función es la síntesis de proteínas (extra celulares, de membrana, lisosomales).

El retículo endoplásmico liso es similar en estructura al RER solo que éste no presenta ribosomas adheridos a su membrana y es menos abundante que el RER, dentro de sus funciones se encuentra la síntesis de sustancias no proteicas y la biotransformación y almacenamiento de iones.

El aparato de Golgi es un sistema membranoso de sáculos en forma de discos cóncavos, ubicado entre el núcleo y la superficie apical de la célula, la superficie convexa esta relacionada con las vacuolas de transporte del RER. Sus funciones son el almacenamiento y secreción de hormonas y enzimas, formación de lisosomas y agregación de carbohidratos a proteínas para formar glucoproteínas. Presenta dos membranas, una membrana externa formada por una bicapa lipídica permeable a iones, metabolitos y polipéptidos y una membrana interna menos permeable sólo: ATP, ADP, ácido pirúvico, oxígeno y agua.

3. ESTANCIA EN EL CRIADERO DE ABEJAS REINAS, CHICONCUAC, EDO. DE MORELOS DEL 3 AL 7 DE DICIEMBRE DEL 2007

Responsables de la estancia: M en C. Daniel Prieto Merlos, MVZ Ángel López Ramírez, Sr. Luís Santana

Objetivos específicos: El alumno conocerá en forma práctica los manejos específicos que se realizan en un sistema de producción de cría de reinas en clima templado, así como su forma de comercializar las abejas reinas.

Actividades realizadas:

1. Traslارve

Antes de la transferencia de larvas para la cría de reinas se debe producir un poco de jalea real haciendo un traslarve en la colmena criadora. La jalea servirá para cebar las copas celdas mezclándola con agua limpia. Los bastidores utilizados para traslarvar poseen tres barras de madera dispuestas horizontalmente dentro del marco con una separación uniforme entre ellas, en cada una de las barras se colocan las copas celdas, las cuales deben tener una distancia de 1 a 1.5 cm entre ellas, dando como resultado 15 copas celdas en cada barra, y un total de 45 copas celdas en el bastidor. Un día antes de la transferencia de larvas, se revisan los panales de la colmena criadora para colocarle panales con cría abierta de las colmenas de apoyo y se le proporciona alimentación artificial. El día de la transferencia se retira de la colmena criadora el bastidor copa celda ya familiarizado.

De una de las colmenas progenitoras se elige un panal que contenga suficientes larvas pequeñas de aproximadamente 24 horas cuyo tamaño es un poco menor al doble del tamaño del huevo.

Se barren las abejas del panal seleccionado con un cepillo de apicultor, se lleva a la sombra en un lugar tibio, si el ambiente es muy caluroso o seco, es recomendable cubrir el panal con una franela húmeda a fin de evitar la deshidratación de las larvas.

Para el traslarve, se colocan las copas celdas con la abertura hacia arriba para obtener mejores resultados. Se recomienda depositar en el centro del fondo de

cada copa celda, una gota pequeña de mezcla de jalea real con agua, mediante una cucharilla o aguja de traslarve (Imagen 6).

Es más rápido usar un gotero sin presionar el hule sólo tocando con la punta el fondo de la copa celda, si se carece de jalea real, se puede usar una gota de agua limpia.

Se revisa el panal con cría para localizar una celda con larva de obrera muy pequeña y con mucho cuidado se introduce la cucharilla de traslarve limpia deslizándola junto a la pared de la celda de manera que se tome a la larva por debajo de la jalea real. Se levanta la cucharilla con la larva y se deposita suavemente en el fondo de una copa celda previamente preparada con la gota de jalea real diluida, procurando dejarla en la misma posición que tenía en su celda original (Imagen 7).

Esta operación se repite tantas veces como copas celdas se tengan, estimando para realizar este trabajo un tiempo no mayor a 15 minutos en un ambiente tibio y húmedo, si el ambiente es seco, se van cubriendo sucesivamente las copas celdas que tengan larvas con una franela húmeda. Al terminar todas las copas celdas se colocan en el bastidor porta copas en posición invertida, es decir, se ponen las barras con las copas celdas hacia arriba y en esta posición se lleva el cuadro a la colmena criadora, para introducirlo suavemente en el centro del nido de cría, en el momento de la introducción el cuadro se vuelve a invertir para que las copas celdas queden con la abertura hacia abajo.

Cuando no se tiene experiencia, con objeto de constatar el número de larvas aceptadas por las abejas, se revisa la colmena criadora al siguiente día y si son pocas las celdas reales iniciadas, será conveniente hacer un nuevo traslarve en todas las copas celdas vacías.



Imagen 6. Colocación de jalea real en copa celda.



Imagen 7. Traslarve con la ayuda de una cucharilla.

Conclusión:

Durante esta estancia se aprendió sobre la crianza de abejas reinas, principalmente el momento adecuado en el que se debe hacer el traslarve así como la manera o método en la que se debe realizar.

2. ESTANCIA EN EL PROGRAMA NACIONAL PARA EL CONTROL DE LA ABEJA AFRICANA (PNCAA), EN XOCHIMILCO, D.F. DEL 10 AL 28 DE DICIEMBRE DEL 2007

Responsables de la estancia: MVZ Ernesto Fuentes Ibarra, Biol. Esperanza Ochoa Torres.

Objetivos específicos: El alumno conocerá la problemática de la abeja africanizada, así como las medidas implementadas para su control.

Adquirirá conocimientos para brindar asesoría a apicultores, habilidad en el control de enjambres de la zona urbana y conocer los elementos necesarios para obtener un diagnóstico acertado de africanización en el laboratorio apícola. Diagnosticará las principales enfermedades que afectan a las abejas en México.

Actividades realizadas:

1. Diagnóstico de las principales enfermedades que afectan a las abejas en México.

Para diagnosticar las enfermedades de las abejas adultas se requiere del envío de muestras al laboratorio ya que sus signos son confusos o no son observados. Las principales enfermedades a las que se les hace pruebas son varroosis, acariosis y nosemosis, debido a los grandes problemas que causan al tener mortandad y con ello baja producción.

a) Varroosis: La varroosis es una parasitosis externa y contagiosa que afecta tanto a la cría como a las abejas adultas. La enfermedad es causada por el ácaro *Varroa destructor* y es la más temida por los apicultores en el mundo.

Varroa es un parásito artrópodo, de la clase de los arácnidos, de la orden de los ácaros. La hembra mide 1.6 mm de ancho por 1 mm de largo, por lo que es visible a simple vista (del tamaño de la cabeza de un alfiler) y el macho es mucho más pequeño.

Entre los signos principales se encuentran la presencia de uno o dos ácaros sobre las abejas, lo que las torna inquietas, mortandad en cría y malformaciones al emerger, principalmente de zángano, debido a que el ácaro tiene predilección por esta casta ya que el tiempo de su metamorfosis es mayor.

El diagnóstico se lleva a cabo por la prueba de David De Jong. Teóricamente la muestra a evaluar debe tener 200 abejas, sin embargo en el programa aceptan como un mínimo de 80, pero si la muestra trae más abejas se debe evaluar toda completa. Para esta prueba se utiliza una botella de plástico, a la cual se le corta el fondo, quedando una especie de embudo al que se le coloca una malla criba en el extremo donde está la boca de la botella. La malla debe tener aberturas de 4 mm, con el fin de que las abejas no pasen por la malla, pero los ácaros sí.

El primer paso a realizar es agitar la muestra por alrededor de un minuto (Imagen 8), con esto se favorece que los ácaros se despeguen de las abejas, después esta se vierte en la botella antes mencionada y se le pone alcohol al 70% hasta cubrir del todo a las abejas. Después se agita la preparación por otro minuto, pasado ese tiempo la boca de la botella se abre poco a poco sobre una manta para que escurra el alcohol (Imagen 9), con ello los ácaros posibles quedarán en la manta y se podrán identificar (Imagen 10).

Los ácaros encontrados y el número de abejas de la muestra debe ser contado (Imagen 11).

El porcentaje de infestación es calculado con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de infestación} = (\text{no. de ácaros} / \text{no. de abejas}) \times 100$$

Para evaluar el porcentaje de infestación se compara con los siguientes datos ya estandarizados:

Niveles de infestación	Porcentaje de infestación
Baja	1 al 5 %
Media	5 al 10 %
Alta	Más del 10 %

Si el nivel de infestación es bajo no es necesario dar tratamiento a la colonia, sin embargo, si el nivel de infestación es medio o alto se debe notificar y tratar para así evitar la diseminación de la enfermedad y pérdidas económicas para el apicultor.



Imagen 8. Mostrando agitación de la muestra.



Imagen 9. Prueba de David De Jong. Vaciado de alcohol de la muestra.



Imagen 10. Conteo de varroas.



Imagen 11. Conteo de las abejas de la muestra.

b) Acariosis: La acariosis es una parasitosis de las tráqueas de las abejas adultas, causadas por el ácaro *Acarapis woodi*.

El *Acarapis woodi* es un parasito microscópico de la clase de los arácnidos y del orden de los ácaros. El tamaño de los ácaros es variable, la hembra mide de 120 a 150 micras de largo por 60 a 80 de ancho, el macho es más pequeño y mide de 80 a 100 micras de largo por 40 a 60 de ancho.

Los signos clínicos no siempre son observados y generalmente son evidentes en niveles de infestación muy altos. Las abejas se muestran con alas dislocadas, no consiguen volar, su abdomen parece distendido y hay abejas muertas o moribundas en la piquera.

Para su diagnóstico es necesario tomar 10 abejas de la muestra, y colocarlas sobre un papel absorbente. Posteriormente, se toman las abejas y se les desprende la cabeza y el primer par de patas con la ayuda de pinzas entomológicas (Imagen 12), después se presiona el tórax con las pinzas y con un bisturí se realiza un corte transversal del tórax en la sección siguiente del corte de la cabeza, el cual es el segundo anillo torácico (Imagen 13), todo este procedimiento se realiza con la ayuda de un microscopio estereoscópico. Cuando ya se tienen las secciones de las 10 abejas, estas se colocan sobre un portaobjetos en dos filas de cinco y se les agrega a cada una de ellas una gota de ácido láctico (Imagen 14) y se dejan en reposo por 24 horas. El ácido láctico tiene como finalidad disolver músculo y tejido graso para que con ello dejen visibles las tráqueas.

De igual manera para observar las tráqueas es necesario utilizar un microscopio estereoscópico. Una tráquea sana se ve traslucida mientras que una infestada se ve con manchas de color café o negro.

En el caso de haber obtenido una muestra con tráqueas infestadas, ésta se coloca sobre un portaobjetos con su cubreobjetos y es observado bajo el microscopio óptico a 100 y 400 aumentos. Los ácaros son observados fácilmente a través de las paredes de las tráqueas (Imagen 15).



Imagen 12. Corte de la cabeza y el primer par de patas.



Imagen 13. Corte del segundo anillo torácico.



Imagen 14. Anillos torácicos con ácido láctico.



Imagen 15. Tráqueas infestadas con *Acarapis woodi*.

c) Nosemosis: También conocida como Nosemiasis o Enfermedad de la desaparición espontánea. Este agente afecta al tracto digestivo de las abejas adultas, causada por el microsporidio *Nosema apis* Zander. La enfermedad es altamente contagiosa y los daños que ocasiona pueden ser muy graves cuando el nivel de infección es elevado.

Nosema apis Zander se caracteriza por la formación de esporas que son estadios de resistencia.

Su diagnóstico es llevado a cabo por el método del macerado. De una muestra se toman 25 abejas a las cuales se les separa el abdomen con la ayuda de una pinza entomológica. Estos abdómenes son colocados sobre un mortero (Imagen 16). Después de se les añade 25 ml de agua destilada y se maceran los abdómenes hasta que quede una mezcla homogénea evitando que hayan pedazos grandes de partes del abdomen. Dicha mezcla se cuele sobre un crisol (Imagen 17), se toma una gota y se coloca sobre un portaobjetos, el cual debe ser cubierto por un cubreobjetos y es observada con la ayuda de un microscopio óptico, en ésta se buscan las esporas las cuales se distinguen muy fácilmente por ser brillantes.

Una vez observadas las esporas, se realiza el conteo con la ayuda de una cámara de Neubauer (Imagen 18). Con una pipeta se vierte sobre el cubreobjetos especial para la cámara un poco de la solución, este se va llenando por proceso de capilaridad.

Se coloca la cámara bajo el microscopio y se inicia el conteo. Se deben contar las esporas de los cuadrantes de las esquinas y el del centro (Imagen 19). En el caso de que existan esporas sobre las dos líneas del lado izquierdo y superior, serán contabilizadas, pero si existen esporas en las líneas del lado derecho e inferior estas no serán contadas.

El número de esporas por abejas se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\text{No. de esporas por abeja} = (\text{no. total de esporas contadas} / 80) \times 4\,000\,000$$

El resultado es comprado con la siguiente tabla, para estimar la severidad de infección:

Intensidad de la infección	no. de esporas (millones) por abeja
Nula	Menos de 0.01
Muy ligera	0.01 – 1.00
Ligera	1.00 – 5.00
Regular	5.00 – 10.00
Semisevera	10.00 – 20.00
Severa	Más de 20.00



Imagen 16. Abdómenes de abejas sobre un mortero.



Imagen 17. Proceso de colado.



Imagen 18. Cámara de Neubauer



Imagen 19. Conteo de esporas en cámara de Neubauer

2. Identificación de abejas africanizadas por métodos morfométricos

Como consecuencia de la dispersión de las abejas africanizadas, se han diseñado métodos morfométricos que facilitan su identificación. Estos métodos están basados básicamente en la medición de características morfológicas.

Durante la estancia se practicó el método FABIS I.

FABIS I

La identificación de abejas africanizadas mediante este método se determina midiendo la longitud del ala anterior de 10 abejas obreras tomadas al azar de una muestra con alcohol 70%, y comparando el promedio obtenido con un valor ya establecido.

El procedimiento que se debe realizar para esta prueba es el siguiente: se toman 12 abejas de una muestra y se colocan sobre un papel absorbente para eliminar el exceso de alcohol. Posteriormente se toma cada una de las abejas y se les desprende un ala anterior, ya sea izquierda o derecha, pero sin combinarlas. El ala se desprende desde su base con la ayuda de pinzas entomológicas, teniendo cuidado de verificar que permanezca la escotadura de la vena costal, para que con la ayuda de un bisturí se le realice un corte transversal en la base del ala sin quitar la escotadura, con el fin de que el ala quede lo mas plana posible. Para dicho procedimiento es necesario utilizar un microscopio estereoscópico que permitirá observar que las alas queden completas de tal forma que se haga una medición perfecta.

Teniendo las alas, éstas se colocan en dos filas de seis en un par de cubreobjetos, pegados de un extremo con cinta adhesiva formando una especie de bisagra, de esta manera las alas quedarán en medio de los dos cubreobjetos para fijarlas y evitar su movimiento. Ya con las alas entre los cubreobjetos, se sella el otro extremo con otro trozo de cinta adhesiva.

También es necesario identificar dicha muestra por medio de una etiqueta colocada en la parte inferior, en la cual vendrán los datos de la muestra; número que se le asigna a la muestra a su llegada y el nombre del apiario del que proviene.

Posteriormente, el cubreobjetos con las alas es colocado en una montura para diapositivas.

Para su medición es necesario utilizar un proyector para diapositivas el cual esta colocado a 2 metros de la pared y a una altura aproximada de 1.5 metros en plano horizontal, y la calibración del micrómetro que es proyectada debe coincidir con 25 cm de la regla de plástico transparente.

Para su medición, se proyecta la imagen de las alas a una pared blanca, lisa y fija, y con la ayuda de la regla se miden todas las alas de la preparación. La longitud del ala es considerada a partir de la escotadura de la vena costal hasta la parte distal de la misma.

De las doce alas obtenidas en la muestra, sólo se debe tomar la medida de la longitud de 10 alas, lo cual da un rango para escoger las alas que estén mejor fijadas para no tener errores, aunque el número mínimo para medir son 8.

Una vez medidas las alas se realizan los siguientes cálculos:

Obtención del promedio

Promedio de long de ala= (suma longitud de alas X 4) / 100

El valor que se obtuvo es comparado con el valor ya establecido para diferenciar a las abejas europeas de las abejas africanizadas.

Cuando el promedio de longitud de ala es mayor o igual a 9.160 mm la muestra es clasificada como abejas europeas y si el promedio de longitud de ala es menor o igual a 8.790 la muestra será clasificada como abejas africanas.

En el caso de que el promedio quede entre estos dos valores, serán consideradas como muestras sospechosas y es recomendable hacer la siguiente prueba llamada FABIS II.

Conclusión:

El diagnóstico de enfermedades es muy importante en la empresa apícola ya que bajos rendimientos en la producción de las colmenas pueden deberse a las enfermedades antes mencionadas. En esta estancia se aprendieron las técnicas de diagnóstico para las enfermedades de las abejas adultas: acariosis, varroosis y nosemosis, así como la técnica para evaluar el porcentaje de africanización.

COSTOS:

- Estancia en la FMVZ
 - Estacionamiento.....\$100.00
 - Gasolina.....\$150.00

 - Estancia en el Centro de Educación Ambiental Acuexcomatl
 - Gasolina.....\$1200.00
 - Alimentos.....\$400.00

 - Estancia en el Criadero de abejas reina
 - Gasolina.....\$250.00
 - Alimentos.....\$200.00

 - Estancia en el Programa para el Control de la Abeja Africana
 - Gasolina.....\$600.00
- TOTAL-----\$ 2900.00

REFERENCIAS

Root Al. ABC y XYZ de la apicultura. 37ª ed. Argentina: Editorial Hemisferio sur, 1993.

Dadant and Sons. The hive and the Money bee. United States of America: Typesetting and pre-press work by MyW graphics. Inc,1993.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA): Manual básico apícola. Ed. PNCAA, IICA, SAGARPA; México D.F. 1998.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA): Cría de abejas reina. Ed. PNCAA, IICA, SAGARPA; México D.F. 1998.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA):Patología apícola. Ed. PNCAA, IICA, SAGARPA; México D.F. 1998.

Banks W. Histología veterinaria aplicada. México D.F.: Manual moderno, 1986.



**Universidad Nacional Autónoma de
México**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**IDENTIFICACIÓN HISTOLÓGICA DE LAS DIFERENTES
ESTRUCTURAS ANATÓMICAS EN ANTENAS DE ABEJAS
OBRERAS *Apis mellifera* L.**

TESINA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA
P R E S E N T A
BALLESTEROS LOZADA ADRIANA

**ASESOR: DRA. LAURA G. ESPINOSA MONTAÑO
MVZ HECTOR VILLASEÑOR GAONA
M en C DANIEL PRIETO MERLOS**



MÉXICO, D. F.

Mayo, 2008

**TRABAJO FINAL DEL TRABAJO PROFESIONAL EN LA MODALIDAD DE
PRODUCCIÓN APÍCOLA**

**PRESENTADO ANTE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
DE LA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**PRESENTA
ADRIANA BALLESTEROS LOZADA
NO. DE CUENTA
40205408-7**

ASESOR: DRA. LAURA G. ESPINOSA MONTAÑO

México,D.F.

Mayo, 2008

RESUMEN

BALLESTEROS LOZADA ADRIANA. Identificación histológica de las diferentes estructuras anatómicas de las antenas de abejas obreras *Apis mellifera* L.

Trabajo Profesional (TP) Producción Apícola, bajo la supervisión de la Dra. Laura G. Espinosa Montaña y el MVZ Héctor Villaseñor Gaona.

El objetivo del presente trabajo fue identificar las diferentes estructuras morfológicas que presentan las antenas de las abejas obreras adultas *Apis mellifera* L.

En su estudio histológico, con la técnica de inclusión en parafina y mediante el uso de un microscopio óptico para su observación, se lograron identificar cada una de dichas estructuras, como son el integumento con su capa de células epidermales y de cutícula, los diferentes tipos de sensilas con sus terminaciones nerviosas y músculos.

Mediante este estudio se lograron obtener imágenes que servirán para futuras investigaciones, así como material didáctico para diferentes asignaturas impartidas en el área apícola.

Palabras clave: *Apis mellifera* antenas de las abejas melíferas/ inclusión en parafina/ células epidermales/ sensilas

INDICE

RESUMEN.....	i
ÍNDICE.....	ii
LISTA DE CUADROS.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
1.- Breve historia de la apicultura.....	1
2.- Descripción general de la anatomía de la abeja melífera.....	2
3.- Anatomía macroscópica de la antena de la abeja melífera.....	3
3.1.- Características del sistema integumentario.....	4
3.2.- Órganos sensoriales.....	5
3.3.- Quimiorreceptores.....	8
OBJETIVO.....	10
JUSTIFICACIÓN.....	10
MATERIAL Y MÉTODOS.....	11
RESULTADOS.....	12
DISCUSION.....	13
CONCLUSIONES.....	14
CUADROS.....	15
FIGURAS.....	20
REFERENCIAS.....	34

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Descubrimientos básicos relacionados con el estudio de la anatomía y fisiología de la abeja melífera. ^(1,2)

Cuadro 2. Tipos de antenas en los insectos. ^(7,8)

Cuadro 3. Cuadro conceptual de la clasificación de los semioquímicos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama del cuerpo de una abeja obrera mostrando los tres segmentos de su cuerpo, estructuras bucales extendidas, tres pares de patas y dos pares de alas.¹⁶

Figura 2. Cabeza de una abeja obrera. Posición anatómica de las antenas.⁶

Figura 3. Antena de abeja melífera mostrando las estructuras en las que se divide.²

Figura 4. Reconstrucción diagramática de un bloque de integumento mostrando su organización general.¹⁰

Figura 5. Sección longitudinal a través de una sensila olfatoria.¹⁴

Figura 6. Tipos de sensilas.
a, b, c, tricoidea; d, basicónica;
e, placoidea; f, celocónicas;
g, ampulacea; h, campaniforme¹⁶

Figura 7. Corte transversal de la antena a nivel del del flagelo.
Células epidermales (flecha blanca), sensilas (flecha negra), integumento (Flecha discontinua).
H.E. 400x

Figura 8. Corte transversal de la antena a nivel del flagelo.
Sensilas tricoideas (flechas negras), H.E. 100x

Figura 9. Corte transversal de la antena a nivel del flagelo.
Sensila basicónica (Flecha blanca), H.E. 400x

Figura 10. Corte transversal de la antena a nivel de flagelo.
Sensila placoidea (flecha blanca), H.E. 100x

Figura 11. Corte transversal de la antena a nivel del flagelo.
Sensilas ampulaceas (flechas blancas), H.E. 400x

Figura 12. Corte transversal de la antena a nivel del flagelo.
Músculo estriado esquelético (flechas blancas). H.E. 40x

Figura 13. Corte transversal de la antena a nivel del pedicelo.
Músculos del flagelo (flechas blancas), músculos del escapo (flechas negras).
H.E. 40x

INTRODUCCIÓN

1.- Breve historia de la apicultura.

La apicultura es una actividad muy antigua que se ha desarrollado en diferentes partes del mundo. La primera referencia conocida sobre la coexistencia entre el ser humano y las abejas data del año 7000 a.C.; se trata de pinturas rupestres halladas en las grutas de las Cuevas de la Araña en Valencia, España. En una de éstas se representa a un hombre que retira un panal del hueco de un árbol y lo coloca sobre una canasta y se observan abejas que vuelan alrededor de él.¹

Existen documentos escritos donde se testimonia que la apicultura migratoria era común en Egipto a lo largo del río Nilo. Asimismo, en el año 750 a.C. los griegos estaban bien versados en apicultura, usaban listones en sus colmenas y tenían reglamentos acerca de la cantidad de colmenas permitidas.¹

Por otro lado, Aristóteles en el año 384 a.C. estudió a la abeja en forma científica, comienza su relato de la vida de las abejas diciendo que, una vez que construyeron las celdas, colocan en ellas las larvas. Hace una descripción muy certera de las etapas del desarrollo desde larva hasta el insecto adulto; también afirma que las abejas transportan la miel en el buche melario y el polen en sus patas. Fue el primero en notar que las abejas melíferas no visitan distintas especies florales en un mismo vuelo, sino que se limitan a una sola especie.¹

Más tarde entre los años de 1609 a 1771 se realizan importantes descubrimientos sobre aspectos anatómicos y fisiológicos de las abejas (Cuadro 1), lo que permitió acrecentar el acervo de conocimientos y la comprensión sobre la biología de este insecto.^{1,2,3}

Investigaciones indican que en África se originó la abeja melífera, y que de ahí se fue propagando al continente europeo y asiático formando así las diferentes razas que hoy conocemos. Las culturas europeas utilizaron a la abeja *Apis mellifera* L., que por presiones biológicas y humanas se diversificó en varias razas (*Apis mellifera mellifera*, *Apis mellifera carnica*, *Apis mellifera caucasica*, *Apis mellifera ligustica*, entre otras).⁴

En el continente americano, como no existía el género *Apis*, las civilizaciones mesoamericanas cultivaron diversas variedades de abejas de los

géneros *Trigona* y *Melipona*, entre las que destaca *Melipona beecheii* Bennet, que aún se explota en Yucatán y que producen la miel virgen o miel de palo y la cera de Campeche.⁵

Posterior a la conquista es cuando se dio la introducción de la abeja europea a México, la cual no fue directa. La evidencia indica que las abejas de la raza *Apis mellifera mellifera* fueron introducidas primero en Florida a fines del siglo XVII, para obtener ganancias económicas de este sitio, que por aquél entonces pertenecía a la corona española, pero como no lograron este objetivo en 1764 se llevaron algunas colonias a Cuba, donde la actividad cobró gran importancia y creció rápidamente. Es muy probable que haya sido entonces cuando se introdujo *Apis mellifera mellifera* a la Nueva España (desde Cuba); algunas evidencias sugieren que sucedió a finales de 1760 o principios de 1770, pero sólo en la región central del país.⁵

Fue hasta el siglo XIX cuando la dispersión de la abeja común de la raza *Apis mellifera mellifera* comenzó a transformar esta actividad, sobre todo en la región central del país. La apicultura moderna se basó en la abeja europea, especialmente en la raza *Apis mellifera ligustica* (italiana), que llegó a México después de 1911.⁽³⁾ Actualmente el tipo de abeja con el que trabajan los apicultores en el país es un híbrido producto del cruzamiento de razas europeas con la raza africana *Apis mellifera scutellata* lo que dio lugar a lo que ahora se conoce como abeja africanizada.⁵

2.- Descripción general de la anatomía de la abeja melífera

El cuerpo de la abeja se divide en tres grandes segmentos: prosoma (cabeza), mesosoma (tórax) y metasoma (abdomen) (Figura 1).^{1,2,6}

En el prosoma se alberga un par de ojos compuestos, tres ojos simples, un par de antenas y los órganos de la alimentación. Por tal motivo en esta región se albergan los órganos y sistemas asociados con los sentidos y la comunicación.^{1,2,6}

El mesosoma es la región locomotora del insecto y se divide a su vez en tres segmentos: el protórax en el que se inserta el primer par de patas, el mesotórax en el que se insertan el segundo par de patas y el primer par de alas y el metatórax en el que se insertan el tercer par de patas y el segundo par de alas.^{1,2,6}

El metasoma es la última región del cuerpo de la abeja. Contiene gran parte de los aparatos y sistemas relacionados con funciones digestivas, respiratorias y circulatorias, así como la totalidad de las estructuras responsables de la reproducción y defensa propias del individuo como lo es el aguijón; además se divide en 10 segmentos, 7 son visibles (el primero denominado propodeo se encuentra fijado al torax) y 3 permanecen ocultos dentro del último segmento abdominal.^{1,2,6}

3.- Anatomía macroscópica de la antena de la abeja melífera

Las antenas son las estructuras responsables de gran parte de la percepción de estímulos externos, especialmente los relacionados con el sentido del olfato y el tacto. En cuanto a su morfología presentan diferencias en comparación con las de otros insectos (Cuadro 2).^{2,6,7,8}

Las antenas de la abeja se originan de la capa embrionaria del ectodermo; en el embrión se aprecian como pequeñas protuberancias en la cabeza. En la larva las células de las antenas renuevan su desarrollo, pero las antenas crecen dentro de cavidades de la epidermis de la cabeza, debajo de la cutícula, estando su posición externa marcada solamente por discos ligeramente levantados que se observan en la cara de la larva. Las antenas inician su desarrollo durante los estadios de prepupa y están expuestas en la pupa con recubrimientos de la última cutícula larval.⁶

Las antenas de la abeja adulta consisten en un par de apéndices segmentados localizados en la cabeza entre los ojos compuestos (Figura 2). Son de tipo geniculado (Cuadro 2) y de color negro. Están formadas por tres segmentos, el segmento basal es llamado escapo, el segundo segmento es el pedicelo y al conjunto de segmentos posterior al pedicelo se le conoce como flagelo (Figura 3).^{2,6}

El escapo está sujetado a la cabeza dentro de un hueco membranoso localizado en la parte craneal; gira sobre su propio eje por medio de un proceso articular y muscular principalmente basado en la acción de cuatro músculos.^{2,6}

El pedicelo es el segmento que ayuda a la unión del escapo con el flagelo; forma una articulación angulada y en él se encuentra una estructura sensorial llamada órgano de Johnston.^{2,6}

El flagelo a su vez está dividido en pequeños segmentos llamados artejos antenales o flagelómeros. Algunos autores dicen que la obrera y la reina poseen 10 artejos mientras que el zángano 11; sin embargo, otros autores como Snodgrass que menciona que la reina y la obrera poseen 11 artejos y el zángano 12 debido a que él toma el pedicelo como un artejo más. Además el flagelo posee dos músculos los cuales le brindan movimiento.^{2,6}

Las antenas están conectadas al sistema nervioso central, y poseen gran número de órganos sensoriales llamados sensilas mismos que se localizan principalmente en el flagelo, por lo anterior las antenas son órganos de gran importancia para interrelacionar a las abejas con el ambiente.^{2,6}

3.1.- Características del sistema integumentario

El integumento al cual también se le llama exoesqueleto, es la cubierta externa del cuerpo de los insectos. Se conforma por un complejo sistema que contiene diversas estructuras, cuya función primordial radica en proteger a la abeja y otros insectos contra daños físicos y la acción de depredadores, previene la pérdida de agua, retiene la hemolinfa e igualmente actúa como sitio de fijación de músculos y terminaciones nerviosas. El integumento está compuesto por la cutícula y las células epidermales o epidermis. A su vez, la cutícula se divide en diferentes capas: epicutícula, exocutícula y endocutícula (Figura 4).^{9,10,11}

La epicutícula es la capa más externa que permanece en contacto directo con el medio. Es una cubierta muy delgada que varía de 1 a 4 μm de grosor de acuerdo al tipo de insecto. En su composición química destacan esclerotina, lipoproteínas, lípidos, ceras, cemento y minerales. La esclerotina es una proteína estructural que le brinda a la epicutícula fuerza, dureza e impermeabilidad al agua. Asimismo, la epicutícula posee una capa de naturaleza lipoproteica llamada cuticulina, que es la primera capa de renovación para la nueva cutícula en la preparación a la muda. El cemento de la epicutícula que es un material resinoso parecido a la laca, es secretado por las glándulas dermales y es transportado a la superficie de la epicutícula. Además de que este material brinda protección, aporta el brillo que se observa en algunos tipos de insectos.^{9,10,11}

La segunda capa es la exocutícula. Está compuesta por quitina y proteínas y se encuentra altamente esclerotizada, lo que le da la propiedad de ser dura y rígida. Durante la muda la exocutícula es digerida por fluidos y desprendida junto con la epicutícula.^{9,10,11}

La capa más interna es la endocutícula la cual es suave y flexible, posee quitina y proteínas^{9,10,11}. El polisacárido quitina es un homopolímero de la N-acetil-D-glucosamina con un enlace β 1-4¹².

Por último, se encuentran las células epidermales, a las que en conjunto se les llama epidermis, tienen como función secretar diferentes compuestos para la formación de la cutícula y están especializadas para producir determinado tipo de secreción de acuerdo al tipo de célula o grupo de células. Una membrana basal separa a las células epidermales de la hemolinfa, dicha membrana posee poros, los cuales permiten que proteínas de la hemolinfa pasen hacia las células epidermales. Además existen canales de poro y canales de cera. Los canales de poro permiten que los compuestos secretados por las células epidermales crucen a través de la endocutícula y exocutícula sin traspasar la epicutícula, mientras que los canales de cera son los que permiten que esto suceda, ya que cruzan a través de la epicutícula hacia el exterior.^{9,10,11}

3.2.- Órganos sensoriales

Los órganos de los sentidos en las abejas están formados por un grupo de células especializadas para detectar los estímulos externos como táctiles, auditivos, gustativos, olfativos, térmicos y visuales. A los órganos sensitivos en las antenas se les denomina sensilas, las cuales están compuestas por células y terminaciones nerviosas (Figura 5).⁶

Las sensilas están clasificadas de acuerdo a su morfología debido a que su función no es conocida ampliamente. Conforme a la nomenclatura los órganos de los sentidos de la abeja melífera se describen como sensilas: tricoidea, basicónica, celocónica, ampulacea, campaniforme, placoidea y scolopofora (Figura 6).⁶

La sensila tricoidea (Figura 6a,b,c) es un pelo o seta pequeño fijado en la membrana en una cavidad de la cutícula. Consiste en tres largas células de la epidermis; una es la célula que forma el pelo o tricogénica, otra es la célula termogénica que es la célula que genera a la membrana y la tercera es la

célula sensorial la cual es bipolar. Las células sensoriales están intercaladas en la epidermis. La sensila tricoidea se presenta en todas las partes del cuerpo del insecto, en la abeja particularmente hay muchas en las estructuras bucales y en la antena. Responden a movimientos del pelo causados por el contacto con algún cuerpo o superficie externa y por ello se les considera órganos del tacto.⁶

A las sensilas basicónicas (Figura 6d) se les da este nombre debido a que la cutícula toma la forma de un cono; éste es una seta acortada y asociada a la célula tricogénica y termogénica. Es un pelo típico, pero el componente sensorial consiste en un grupo de células que emiten sus axones a un tronco nervioso aferente común. El proceso distal de la célula sensorial es reducido a fibras finas pegadas a un delgado racimo del cordón terminal que se extienden en conjunto en el extremo de la seta. Este cordón terminal es un paquete de tendones entrelazados y unidos individualmente en el proceso distal de las células sensoriales y cada punto de unión es un pequeño cuerpo oscuro, el cual representa a una capa conectiva de la célula sensorial de la sensila tricoidea. Los pelos cónicos tienen múltiples células sensoriales que son generalmente considerados como quimiorreceptores, por lo que se supone que la pared del cono es permeable para estímulos químicos del gusto y olfato. En la abeja los conos son abundantes en las estructuras bucales y en la antena.⁶

Las sensilas celocónica (Figura 6f) y ampulacea (Figura 6g) llevan este nombre porque son simples sensilas basicónicas en las que el cono está hundido en una cavidad en la cutícula. Éstas se presentan en la antena de la abeja pero son mucho menos numerosas que las sensilas basicónicas; y en muchos casos la sensila provee un pelo con una sola célula sensorial. Estos dos tipos de sensilas son considerados como órganos olfatorios.⁶

El nombre de las sensilas campaniformes deriva por la forma que adquiere en la cutícula; es como una cúpula encajada alrededor de la cutícula, y el proceso distal de la célula sensorial es insertado como el mazo de una campana. La sensila campaniforme se presenta en pequeños grupos, cada órgano tiene una sola célula sensorial que generalmente es representado como una simple célula bipolar con un largo y delgado proceso distal insertado en el cono apical. Las sensilas campaniformes están distribuidas en las estructuras bucales, en las bases de las antenas así como en las bases de las alas, patas

y en el aguijón. Suele llamárseles órganos “poros olfatorios”⁶ ya que se piensa que el proceso distal de las células sensoriales están expuestas a la superficie en pequeños huecos y son de este modo, directamente receptivos a estímulos de olor.⁶

Externamente, a nivel de la superficie de la cutícula, la sensila placoidea (Figura 6e) adquiere la forma de una placa. Son numerosas placas que están presentes en las antenas de las abejas; se estiman sobre 3000 placas en cada antena de la reina, 3600 a 6000 en obreras y 30 000 en zángano. Cada placa esta definida por una estrecha línea marginal de cutícula no esclerotizada, dentro de una línea de luz concéntrica formada por una cavidad marginal en la superficie interior. Los elementos celulares de la placa son iguales a los de la sensila basicónica. Las numerosas células sensoriales forman un cuerpo compacto donde la fibra del proceso distal se extiende externamente en un racimo delgado, y son conectados con las fibras del cordón terminal que suben del punto de la cavidad interior de la placa. El racimo y el cordón terminal están contenidos en una vacuola de una larga célula piramidal o cónica, la cual es llamada célula encapsulada, pero es claramente la célula tricogénica del cono. El cuello de esta célula encapsulada otra vez es abrazado por una larga célula conocida como célula encapsuladora, la cual llena la cavidad de la cutícula debajo de la placa. Esta célula evidentemente es la célula termogénica. En cuanto a la función de la placa se han externado diversas opiniones. Muchos investigadores creyeron que estos órganos registraban vibraciones, mientras que otros sostuvieron que son órganos olfatorios. La idea de que sean órganos olfatorios es generalmente aceptada en la actualidad, debido a que las placas son las más numerosas en las antenas de la abeja melífera, y la antena ha sido demostrada como el principal sitio para la percepción de olores. En el flagelo los órganos sensitivos antenales se presentan solo en los segmentos distales y fueron mostrados por Von Frisch y Frings. Se afirmó que cuando el flagelo es removido de ambas antenas, las abejas no reaccionan a olores. En cambio, si sólo un segmento con órganos sensoriales permanece intacto en cualquiera de las dos antenas, la abeja retiene el sentido del olfato.⁶

La sensila Scolopofora consiste en un grupo de sensilas simples y solo están presentes en la cabeza y en las patas.⁶

El órgano de Johnston que se encuentra situado en el pedicelo de la antena, fue originalmente identificado en el mosquito por Johnston. Este órgano consiste en numerosas sensilas elongadas que forman un cilindro sobre los nervios axiales de la antena. Las células sensoriales mandan sus nervios al interior del escapo cuando estos se unen al tronco nervioso de la antena. Sus procesos distales se unen en la membrana articular entre el pedicelo y la base del flagelo. Debido a su compleja estructura el órgano varía mucho entre insectos. Mc Indoo hizo un estudio detallado del órgano de la abeja melífera y encontró sólo una masa de pequeñas células sensoriales con un largo y delgado proceso distal pegado a la membrana articular en la base del flagelo.⁶ Este órgano registra los movimientos del flagelo y velocidad del viento, ya que en la abeja el flagelo se mueve libremente por medio del pedicelo.⁶

3.3.- Quimiorreceptores

Los sensores químicos están divididos ya sea para la detección de químicos acuosos (sentido del gusto) o para la detección de sustancias aerotransportadas (sentido del olfato).^{13,14}

Los quimiosensores atrapan a las moléculas químicas, las cuales son transferidas a un sitio de reconocimiento donde específicamente despolarizan la membrana y estimulan al impulso nervioso. A estas moléculas químicas se les denominan semioquímicos (Cuadro 3) y se dividen en dos categorías, las feromonas y los aleloquímicos, éstos últimos a su vez se dividen en kairomonas, alomonas y sinomonas.^{10,11,13,14}

Las feromonas sirven para la comunicación intraespecífica y se reconocieron alrededor de los años 50's. Fueron definidas como sustancias que son secretadas al exterior por un individuo y son recibidas por un segundo individuo de la misma especie en el que estimula una reacción específica generalmente de tipo comportamental. Las feromonas son principalmente volátiles, sin embargo, también hay químicos líquidos. Todas son producidas por las glándulas exócrinas que derivan de las células epidermales. Algunas de las feromonas que secretan las abejas son las feromonas sexuales (sustancia real), la feromona de congregación (secretada por la glándula de Nassenov), feromonas de marcaje (secretada por la glándula de Arnhart) y feromona de alarma (secretado por la membrana setosa del aguijón).^{10,11,13,14}

La comunicación química interespecífica, es decir comunicación entre individuos de diferentes especies se da por medio de aleloquímicos. Las kairomonas, alomonas y sinomonas forman parte de este tipo de sustancias y son agrupadas así de acuerdo a los beneficios que le provee al emisor o al receptor.^{10,11,13,14}

Las kairomonas benefician al receptor pero perjudican al emisor, las alomonas confieren una ventaja al emisor al modificar el comportamiento del receptor, aunque tiene un efecto neutro en éste último y las sinomonas son químicos que benefician tanto al emisor como al receptor.^{10,11,13,14}

Algún químico en particular puede actuar intraespecíficamente como feromona y a su vez interespecíficamente en cualquiera de estas categorías dependiendo de las circunstancias.^{10,11,13,14}

OBJETIVO

Realizar un estudio morfológico de la antena de la abeja obrera *Apis mellifera* L., y poder demostrar a nivel histológico cada una de las estructuras que conforman a éstas, mediante la utilización de la técnica de inclusión en parafina para obtener imágenes que sirvan como banco para la realización de un futuro manual en formato electrónico para apoyo a la docencia, así como base para futuras investigaciones.

JUSTIFICACION

En virtud de que en México no existen descripciones histológicas de la morfología de las abejas (*Apis mellifera* L.) y especialmente de las antenas; es necesario contar con imágenes de estas estructuras para su utilización como material didáctico de apoyo en la docencia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el presente estudio se utilizaron 20 abejas obreras adultas (*Apis mellifera* L.) a partir de las cuales se obtuvieron el par de antenas. Las abejas fueron recolectadas de colmenas ubicadas en el apiario del Centro de Educación Ambiental "Acuexcomatl" y fueron sacrificadas con acetato de etilo en una cámara letal. Posteriormente, se tomó a la abeja y se colocó sobre una caja de Petri previamente preparada con parafina para sujetarla con la ayuda de alfileres entomológicos. Por medio de un microscopio estereoscópico se procedió a realizar la disección de las antenas de cada uno de los ejemplares y fueron fijadas con Bouin durante 24 horas; dicho fijador consiste en una mezcla de una solución acuosa saturada de 150 ml de ácido pícrico, 150 ml de formaldehído y 10 ml de ácido acético.

Para su procesamiento se utilizó la técnica de inclusión en parafina y finalmente fueron teñidas con la tinción Hematoxilina y Eosina (H-E) para valorar su arquitectura morfológica. Para su observación se utilizó un microscopio óptico el cual ayudó a la identificación de las diferentes estructuras morfológicas. Finalmente se obtuvieron muestras fotográficas tomadas con una cámara digital integrada al microscopio.¹⁵

RESULTADOS

Con el presente trabajo se lograron obtener una serie de imágenes de las cuales se pudieron identificar diferentes estructuras morfológicas de las antenas de la abeja *Apis mellifera* L., tales como las sensilas y la capa de células epidermales, la cuál se tiñó color marrón con la tinción H-E (Figura 7), además de los músculos.

Entre las sensilas que se lograron identificar a nivel del flagelo, destacan las sensilas tricoideas que, como se había mencionado anteriormente, figuran como un pelo típico (Figura 8). Otras sensilas que se observaron fueron las sensilas basicónicas que son parecidas a un pelo, pero corto y de mayor grosor con la punta redondeada, lo que asemeja a un cono (Figura 9). Exteriormente estas dos sensilas se tiñeron de color café o marrón, pero en la base de cada una se observa una coloración rosada, que corresponde a su evidente inervación. A diferencia de las dos sensilas mencionadas anteriormente, la sensila placoidea se observó a nivel del integumento con la forma de placa y con un color rosado, debido igualmente a la inervación que presenta (Figura 10). La última sensila que se logró identificar fue la sensila ampulacea, la cual también se observa a nivel del integumento, pero cuya estructura se proyecta hacia adentro, destacando su inervación en color rosado (Figura 11).

A nivel de flagelo se realizó un corte donde se pudo identificar músculo estriado esquelético (Figura 12), éste tiñó color rosa y debido al corte transversal hace suponer que el músculo es similar a la forma de un cilindro. Además, se hizo un corte a nivel del pedicelo y en éste se identificaron tanto los músculos del flagelo como del escapo que también se tiñó de rosa (Figura 13).

DISCUSIÓN

Para hacer el presente estudio histológico se tuvo que enfrentar a algunas dificultades, debido a que el órgano objeto de estudio es muy pequeño.

Al hacer los cortes con el microtomo, éstos terminaban rotos debido a que el exoesqueleto de la abeja presenta dureza, y al observar las muestras bajo el microscopio no se pudieron observar las estructuras. Con el fin de superar estas dificultades se replanteo el tipo de proceso al que se sometieron las muestras, de tal forma que para el último grupo de muestras se utilizó, después de la fijación, fenol al 4% para reblandecer el exoesqueleto, lo que permitió identificar con relativa claridad algunas de las estructuras que se describieron en el apartado de resultados.

Los resultados obtenidos permitieron cumplir los objetivos planteados, toda vez que se lograron identificar parcialmente algunas estructuras y tejidos en las antenas de las abejas *Apis mellifera* L., sin embargo, a nivel histológico no se lograron detallar algunos de sus componentes intracelulares, todo lo anterior debido a que la microscopía óptica no permitió que esto sucediera.

CONCLUSIONES

Se pretende que el presente estudio sirva como base para futuras investigaciones sobre la anatomía de las abejas *Apis mellifera* L., mediante la utilización de técnicas histológicas, en particular la técnica de inclusión en parafina que fue la que se utilizó en este estudio.









Las imágenes obtenidas serán de utilidad como material didáctico para las asignaturas referentes al área apícola, impartidas en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, en las que se muestran las estructuras de las antenas de las abejas, y con esto, la enseñanza será más ilustrativa, así como la información recapitulativa les servirá de apoyo a las personas que estén interesadas específicamente en la anatomía de las abejas, en particular en las antenas así como en las funciones que tienen las estructuras que las conforman.






CUADROS

Cuadro 1. Descubrimientos básicos relacionados con el estudio de la anatomía y fisiología de la abeja melífera. ^{1,2}

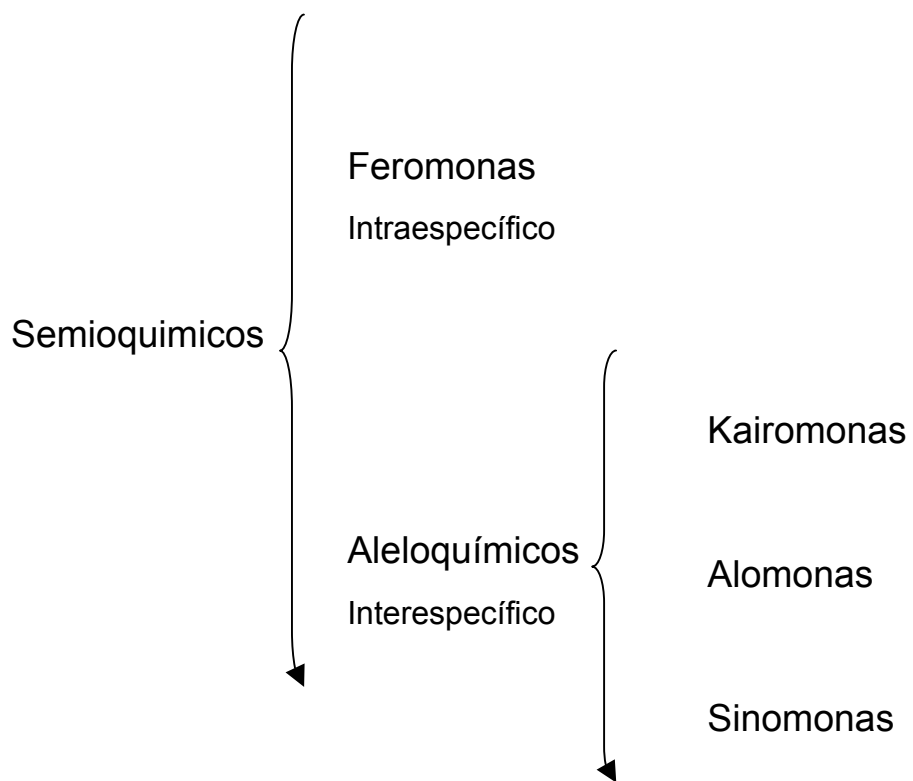
Descrito por	Año	País	Evento
Charles Butler	1609	Inglaterra	Descubrió que el “El rey abeja” es en realidad “Una abeja Reina”, escribió “La Monarquía Femenina”. En 1609 descubrió que los zánganos son abejas macho
Prince Cesi	1625	Italia	Publicó los primeros dibujos de abejas hechos bajo un microscopio.
Jan Swammerdam	1668-1673	Holanda	Hizo dibujos de la anatomía de la reina, obrera y zángano, las primeras descripciones exactas sobre las partes del aparato bucal de las abejas y de la glándula del agujón y del veneno, asimismo disecó el cerebro de la abeja para demostrar los nervios ópticos que se proyectan de los dos ojos compuestos y de los tres ocelos.
Martin John	1684	Alemania	Descubrió que las abejas producían cera y que no la recolectaban.
H.C. Hornbostel	1744	Alemania	Realiza una descripción correcta sobre la producción de la cera por la abeja
Carlos Linneo	1758	Alemania	Publicó la 10ª edición de <i>Systema Naturae</i> en el que a la abeja melífera la clasificó como <i>Apis mellifera</i> , ya que mellifera significa abeja que transporta miel, después intentó cambiar el nombre por uno mas apropiado <i>Apis mellifica</i> , que significa abeja que hace miel, pero fue invalidado por la Internacional Rules of Nomenclatura y no pudo ser cambiado.
Antón Janscha	1771	Austria	Descubre como se lleva a cabo la fecundación dela reina
Robert. E. Snodgrass	1956	E.U.A	Escribe dos libros: Anatomía de la abeja melífera y Anatomía y fisiología de la abeja melífera

Cuadro 2. Tipos de antenas en los insectos. ^{7,8}

NOMBRE	IMAGEN	DESCRIPCION
Setacea		Los segmentos distales se adelgazan y terminan en punta. Tiene forma de hilo.
Filiforme		Los segmentos son más o menos uniformes y cilíndricos. Tiene forma de hilo.
Moniliforme		Los segmentos son similares en tamaño y esféricos. Tiene forma de collar.
Aserrada		Segmentos en forma triangular en la mitad o las dos terceras partes de la misma; parecidas a una sierra.
Pectinada		Muchos segmentos tienen un proceso lateral largo y delgado y tiene la forma de un peine.
Clavada		Los segmentos más distantes de la base incrementan gradualmente de tamaño.
Capitada		Los segmentos mas distantes de la base se incrementan repentinamente.
Lamelada		Los segmentos terminales están expandidos lateralmente en forma de placas redondeadas un tanto aplanadas.

Flabelada		Los segmentos terminales están alargados formando láminas paralelas entre si.
Geniculada		El primer segmento es alargado y los demás son pequeños y se prolongan hacia fuera formando un ángulo con el primero, se les llama también acodada.
Plumosa		Muchos de sus segmentos tienen largos pelos.
Aristada		El último segmento esta ensanchado y lleva en el dorso un pelo llamado arista.
Estilada		El último segmento termina en un proceso delgado llamado estilo.

Cuadro 3. Cuadro conceptual de la clasificación de los semioquímicos.



FIGURAS

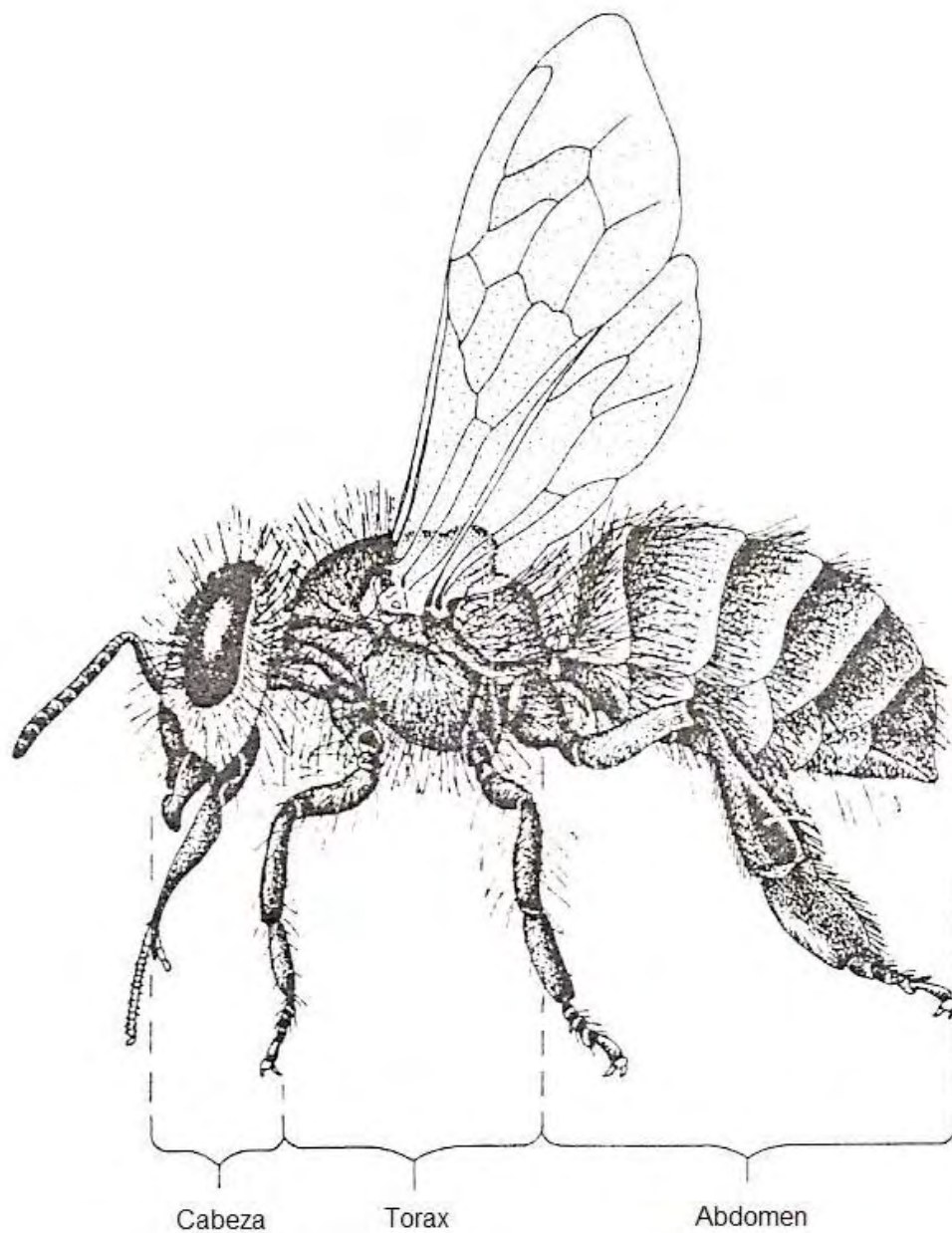


Figura 1. Diagrama del cuerpo de una abeja obrera mostrando los tres segmentos de su cuerpo, estructuras bucales extendidas, tres pares de patas y dos pares de alas.¹⁶

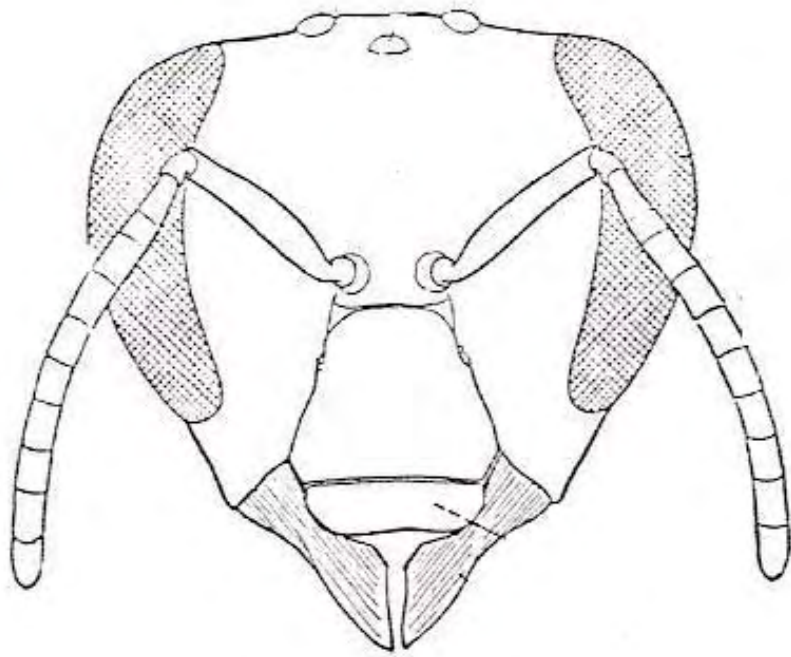


Figura 2. Cabeza de una abeja obrera.
Posición anatómica de las antenas.⁶

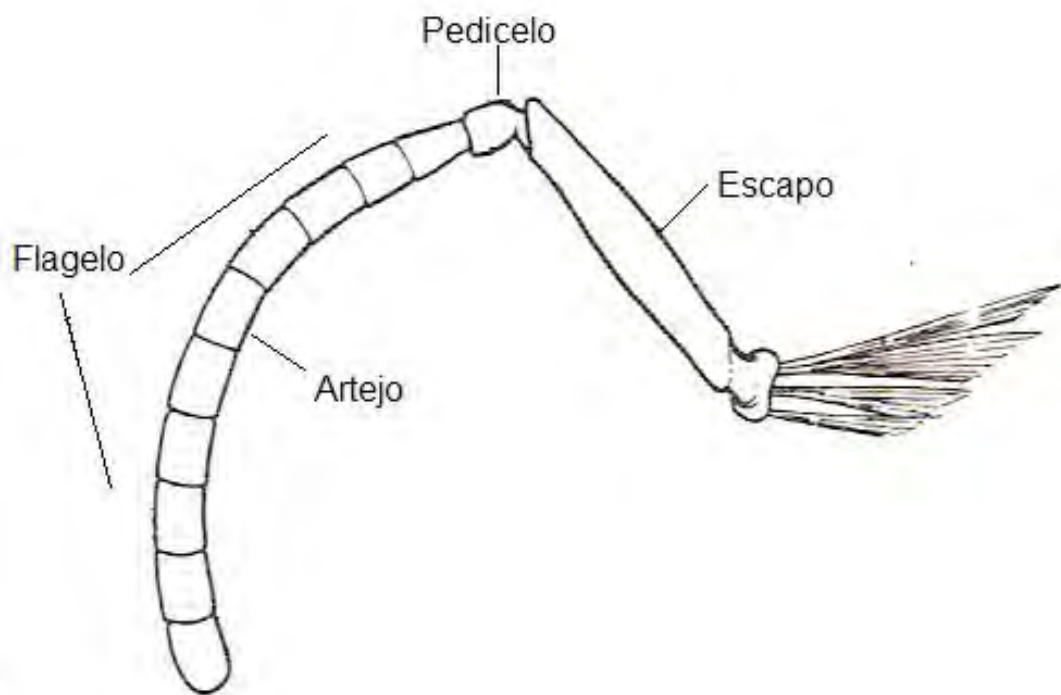


Figura 3. Antena de abeja melífera mostrando las estructuras en las que se divide.²

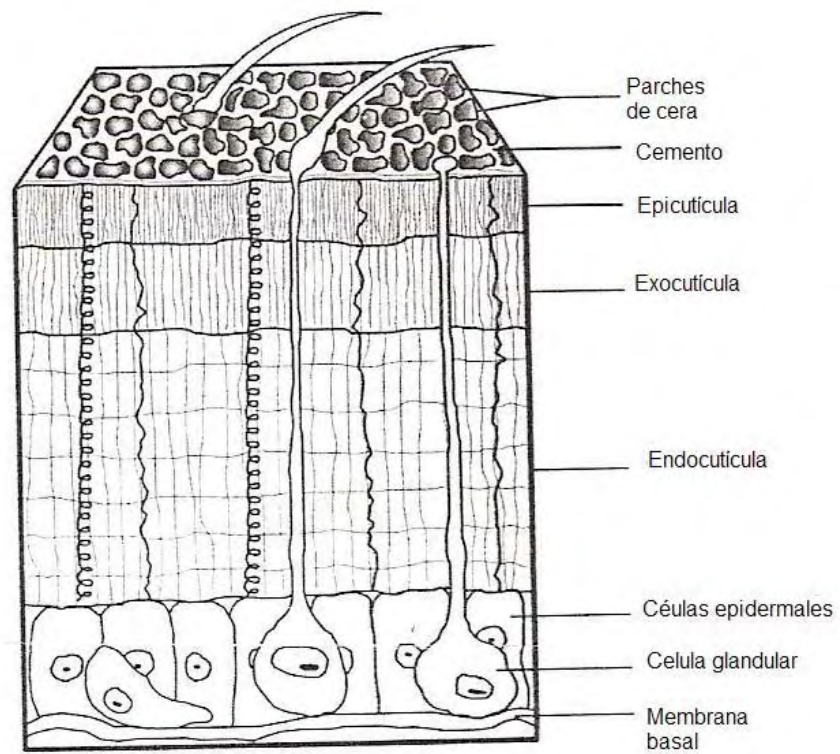


Figura 4. Reconstrucción diagramática de un bloque de integumento mostrando su organización general.¹⁰

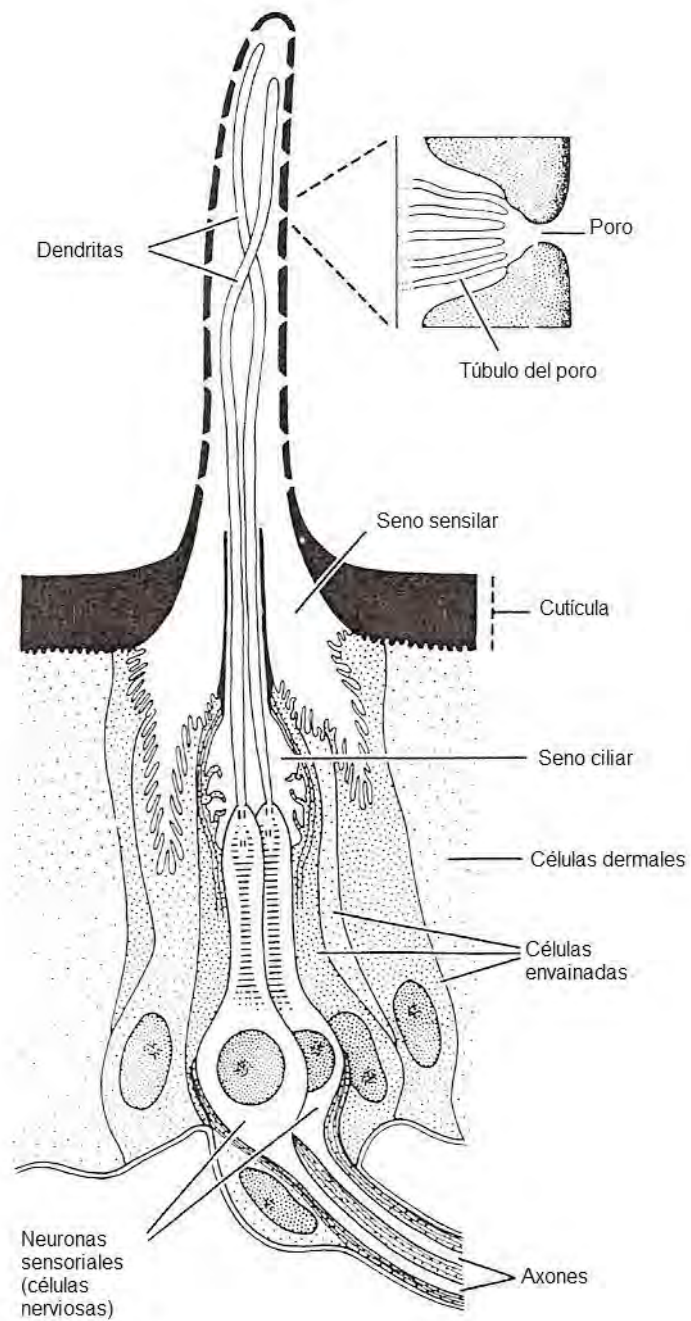


Figura 5. Sección longitudinal a través de una sensila olfatoria.¹⁴

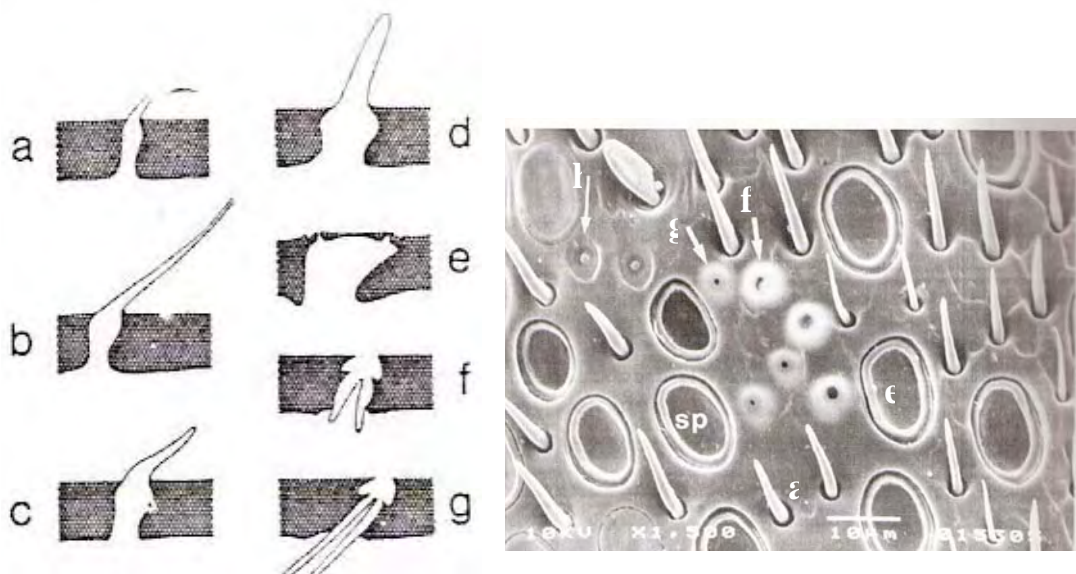


Figura 6. Tipos de sensilas.
a, b, c, tricoidea; d, basicónica;
e, placoidea; f, celocónicas;
g, ampulacea; h, campaniforme.¹⁶



Figura 7. Corte transversal de la antena a nivel del del flagelo.
Células epidermales (flecha blanca), sensilas (flecha negra), integumento (Flecha discontinua).
H.E. 400x



Figura 8. Corte transversal de la antena a nivel del flagelo.
Sensilas tricoideas (flechas negras), H.E.
100x

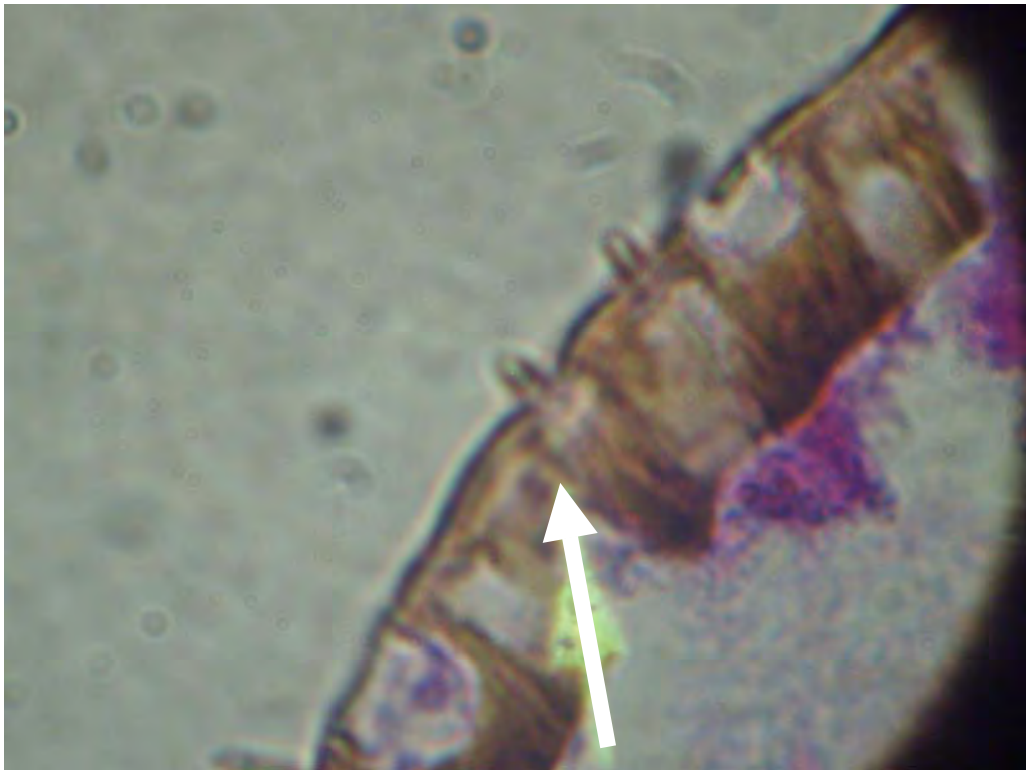


Figura 9. Corte transversal de la antena a nivel del flagelo.
Sensila basicónica (Flecha blanca), H.E. 400x

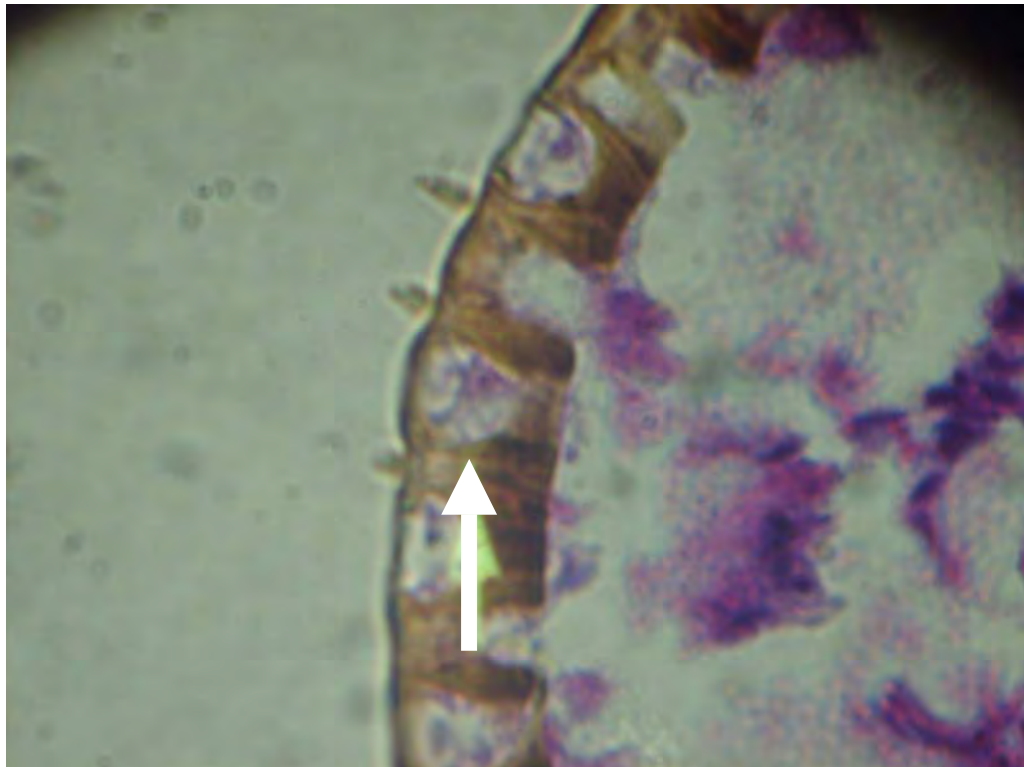


Figura 10. Corte transversal de la antena a nivel de flagelo.
Sensila placodea (flecha blanca), H.E. 100x

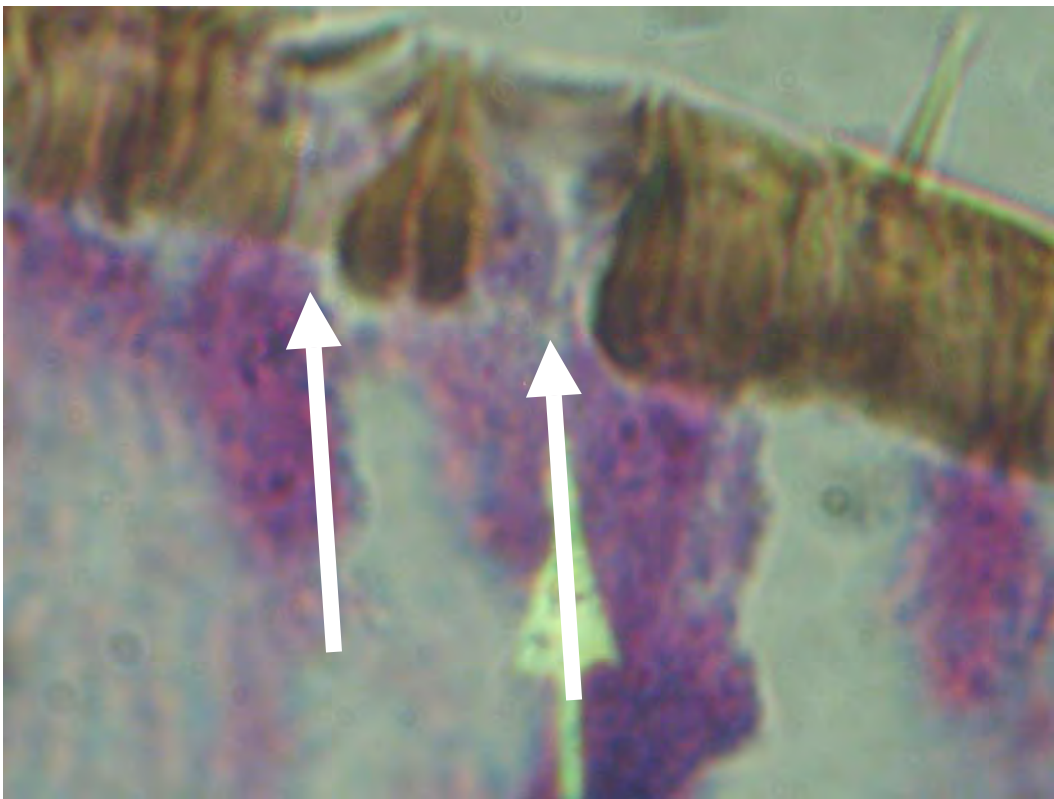


Figura 11. Corte transversal de la antena a nivel del flagelo.
Sensilas ampulaceas (flechas blancas), H.E.
400x

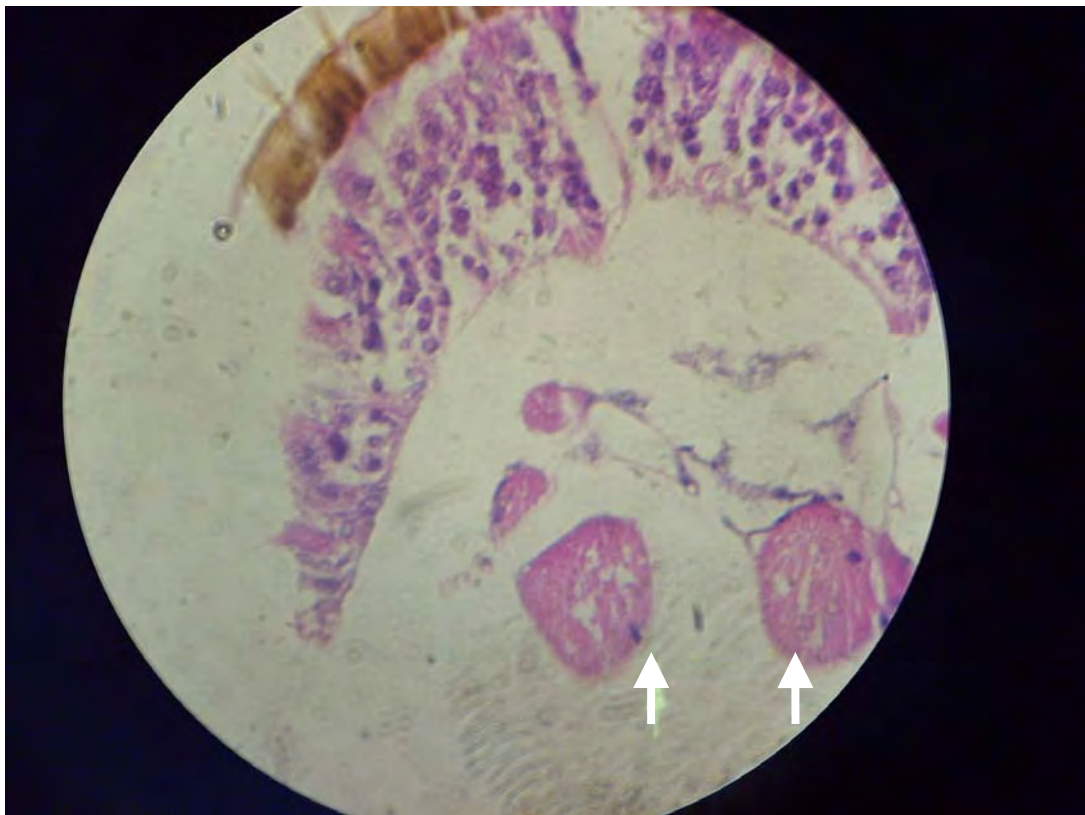


Figura 12. Corte transversal de la antena a nivel del flagelo.
Músculo estriado esquelético (flechas blancas). H.E.
40x

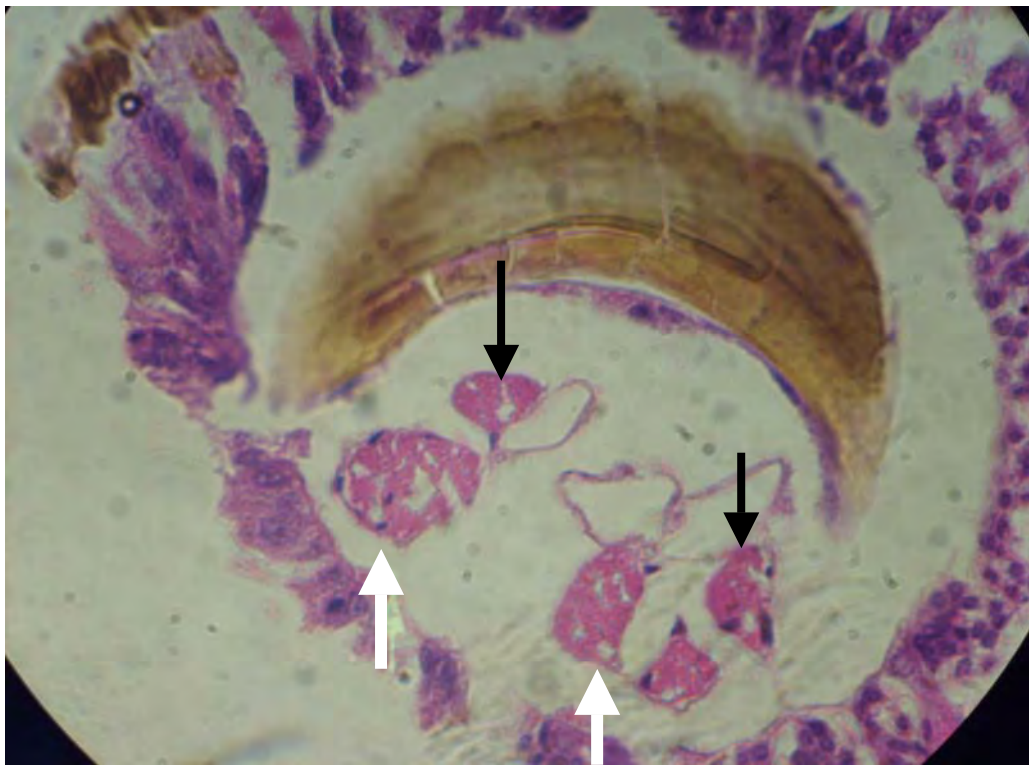


Figura 13. Corte transversal de la antena a nivel del pedicelo. Músculos del flagelo (flechas blancas), músculos del escapo (flechas negras). H.E. 40x

REFERENCIAS

1. Root AI. ABC y XYZ de la apicultura. 37^a ed. Argentina: Editorial Hemisferio sur, 1993.
2. Dadant and Sons. The hive and the Money bee. United States of America: Typesetting and pre-press work by MyW graphics. Inc,1993.
3. Dade HA. Anatomy and dissection of the honey bee. Oxford: The Alden Press, 1994.
4. Crane E. Bees and Beekeeping: science, practice and world resources. Great Britain: Cornell University Press, 1990.
5. Labougle JM, Zozaya JA. La apicultura en México. Ciencia y desarrollo 1986; 69 año XVII:17-36.
6. Snodgrass RE. Anatomy of the honey bee. New York: Cornell University Press, fourth printing 1984.
7. Borrer DJ. An introduction to the study of insects. Library congress. United States of America: Catalog card, 1960.
8. Cabezas MFA. Introducción a la entomología. 1^a ed. México: Editorial Trillas, 1996.
9. Corona PR. Introducción a la entomología. México: Editorial Limusa-Noriega editores, 1990.
10. Nation JL. Insect Physiology and biochemistry. Washington, D.C.: CRC Press, 2002.

11. Roeder KD. Insect Physiology. United States of America: John Wiley y Sons, inc, 1953.
12. Lehninger AL. Bioquímica: las bases moleculares de la estructura y función celular. 2ª ed. Barcelona: Editorial Omega, S.A., 1995.
13. Ross HH. Introducción a la entomología general y aplicada. 3ª ed. Barcelona: Editorial Omega, 1973.
14. Guilan PS. The insects an outline of entomology. 2ª ed. Oxford: Black Well science, 2000.
15. Anzaldúa ASR, Tolosa SJ. Manual de prácticas de histología veterinaria. 3ª ed. México: FMVZ-UNAM, 2003.
16. Winston ML. The biology of the honey bee. London England: Harvard University Press, 1987.
17. Peres GR, Segui GL, Stort CA, Backx NA. Is the number of antennal plate organs (sensila placodea) greater in hygienic than in non-hygienic Africanized honey bees?. Genetics and Molecular Research. 2003 Sept 30 [epub ahead of print]