



UNIVERSIDAD MICHUACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DE ACICALAMIENTO EN TRES
RAZAS DE ABEJAS *Apis mellifera* CON RELACION AL ACARO *Varroa
destructor***

Tesis que presenta:

PMVZ. SILVIA VIRIDIANA PAREDES CALDERON

Para obtener el titulo de

Medico Veterinario y Zootecnista

ASESORES:

- **M. C. Soc. JOSE ANTONIO LUNA DELGADO**
M. C. ALEJANDRO REYES SÁENZ

COASESORES:

MC. RUY ORTIZ RODRÍGUEZ
MVZ. JORGE ARMANDO MÉNDEZ REYES

Morelia Michoacán, febrero de 2010.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DE ACICALAMIENTO EN TRES
RAZAS DE ABEJAS *Apis mellifera* CON RELACION AL ACARO *Varroa
destructor***

Tesis que presenta:

PMVZ. SILVIA VIRIDIANA PAREDES CALDERON

Para obtener el título de

Medico Veterinario y Zootecnista

Morelia Michoacán, febrero del 2010.



Aprobación de Impresión del Trabajo

Morelia, Michoacán, a 25 de Enero de 2010

C. MC. ORLANDO ARTURO VALLEJO FIGUEROA

Director de la FMVZ-UMSNH

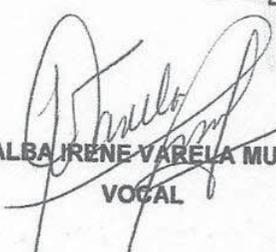
PRESENTE.

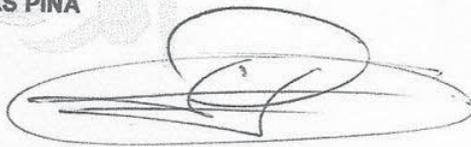
Por este conducto hacemos de su conocimiento que la tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE ACICALAMIENTO EN TRES RAZAS DE ABEJAS *Apis mellifera* CON RELACION AL ACARO *Varroa destructor*.", del P. MVZ. SILVIA VIRIDIANA PAREDES CALDERÓN, dirigida por el asesor MC. JOSÉ ANTONIO LUNA DELGADO, fue *revisada y aprobada* por esta mesa sinodal, conforme a las normas de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

ATENTAMENTE

DR. ROGELIO GARCIDUEÑAS PIÑA

PRESIDENTE


MC. ALBA IRENE VARELA MURILLO
VOCAL


MC. JOSÉ ANTONIO LUNA DELGADO
VOCAL (ASESOR)

UNIDAD ACUEDUCTO
Av. Acueducto y Tzintzuntzan
Col. Matamoros C.P. 58130
Morelia, Michoacán
Teléfono y FAX: (01443) 314 1463
C.E. direccion@urantia.vetzoo.umich.mx
subdireccion@urantia.vetzoo.umich.mx

UNIDAD POSTA
Carretera Morelia-Zinapecuaro Km. 9.5
Teléfono: (01443) 312 5236 FAX: 312 4176
Municipio de Tarímbaro, Michoacán
C.E. secretario.academico@urantia.vetzoo.umich.mx
secretario.administrativo@urantia.vetzoo.umich.mx
secretario.tecnico@urantia.vetzoo.umich.mx

AGRADECIMIENTOS

A dios por ser generoso conmigo y permitirme tener una vida plena y llena de bendiciones al lado de las personas que quiero.

A mis padres Guadalupe y Gilberto porque cuando me equivoque me perdonaron, cuando dude me aconsejaron y cuando soñé me alentaron, siendo la guía de mi camino en buenos y malos momentos.

A mis hermanos Gilberto y Nahomi, por que en los malos momentos han sido mi fortaleza y en los buenos mi felicidad.

A mi país por darme libertad y oportunidades.

A mis amigos incondicionales Senchin, Jonatan, Citlaly, Ricardo, Sandy, David, Blas, Gerardo, Alain y Mau a los cuales les agradezco que confiaran en mí y me apoyaran en los momentos malos y compartieran conmigo los buenos, en especial a mi prima Ireri que desde que tengo uso de razón a sido mi amiga, mi confidente y mi apoyo incondicional en la vida.

A mis compañeros de generación, los cuales me acompañaron durante toda mi formación profesional.

A todos los profesores que hicieron posible mi formación académica, y especialmente a los que hicieron posible la realización de este trabajo “gracias por su apoyo, ayuda y comprensión” al Prof. José Antonio luna, Prof. Ruy Ortiz, Prof. Alejandro Reyes, Prof. Rogelio Garcidueñas, Prof. Darío Rivera, Profa. Alba Irene Varela, al Sr. Gerardo (don güero) y al Medico Jorge Armando Méndez que mas que un gran apoyo en la realización de este proyecto es un gran amigo.

A todas las personas que no he mencionado pero que han formado parte de mi vida y me han apoyado y acompañado en todos mis proyectos “gracias”.

INDICE

RESUMEN.....	I
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	2
1. La colonia de abejas.....	3
1.1. Reina.....	3
1.2. Zángano.....	4
1.3. Obreras.....	4
2. Anatomía de la abeja.....	5
2.1. Cabeza.- anatomía externa.....	6
2.1.1. Antenas.....	7
2.1.2. Ojos simples u ocelos.....	8
2.1.3. Ojos compuestos.....	8
2.1.4. La mandíbula.....	8
2.1.5. El clípeo y el labro.....	9
2.1.6. La probosis.....	9
2.2. Cabeza.- anatomía interna.....	10
2.3. El tórax.....	10
2.3.1. Las alas.....	11
2.3.2. Las patas.....	12
2.4. Tórax. partes internas.....	13
2.5. El abdomen.- partes externa.....	13
2.6. El abdomen.- partes internas.....	13
2.7. Sistemas del organismo de la abeja.....	14
2.7.1. El sistema muscular.....	14
2.7.2. Sistema circulatorio.....	15
2.7.3. El sistema respiratorio.....	16
2.7.4. Sistema nervioso.....	18
2.7.5. Sistema digestivo.....	19
2.7.6. Sistema reproductivo.....	21
2.7.6.1. Sistema reproductivo del macho.....	22
2.7.6.2. Sistema reproductivo de la hembra.....	23
2.7.7. Sistema glandular.....	25
2.7.7.1. Glándulas hipofaríngeas.....	25
2.7.7.2. Glándulas salivales.....	26
2.7.7.3. Glándulas mandibulares.....	26
2.7.7.4. Glándulas de nassanof.....	27
2.7.7.5. Glándulas cereras.....	27
2.7.7.6. Glándulas de veneno.....	29

2.7.8. Sistema defensivo.....	29
3. Principales razas.....	31
3.1. Caucásica (<i>Apis mellífera</i> caucásica).....	31
3.2. Carniola (<i>Apis mellífera</i> cárnica).....	32
3.3. Europea o abeja negra (<i>Apis mellífera mellífera</i>).	32
3.4. Italiana (<i>Apis mellífera</i> ligústica).	32
3.5. Africana (<i>Apis mellífera</i> scutellata)	33
4. Principales plagas y enfermedades de las abejas.....	33
5. Varroasis.....	33
5.1. Epizootiología.....	34
5.2. Etiología.....	35
5.3. Anatomía.....	36
5.3.1. Placa esternal.....	36
5.3.2. Placa genitoventral.....	36
5.3.3. Placa anal.	36
5.3.4. Placa endopodal..	36
5.3.5. Placa metapodal.	37
5.3.6. Placa marginal.....	37
5.3.7. Peritema.	37
5.3.8. Aparato bucal.	37
5.3.9. Órganos respiratorios.....	37
5.3.10. Poro genital.	37
5.3.11. Patas.	38
5.4. Ciclo de vida de la varroa.	38
5.5. Reproducción de varroa	41
5.6. Mortalidad natural de varroa.	42
5.7. Distribución de varroa en la colonia.....	43
5.8. Multiplicación de varroa en la colonia.	43
5.9. Patogenia.....	43
5.9.1. Daños directos.....	43
5.9.1.1. En obreras.....	43
5.9.1.2. En zánganos.....	44
5.9.1.3. En la reina.....	44
5.9.2. Daños indirectos.....	44
5.10. Morbilidad.....	45
5.11. Mortalidad.....	45
5.12. Signos clínicos.....	46
5.13. Diagnóstico.	46
5.14. Diagnóstico diferencial.	48
5.15. Tratamiento.	48

5.16. Prevención y control.....	49
5.17. Métodos de defensa sanitaria de la colonia.....	49
5.17.1. Mecanismos de resistencia de la abeja.....	50
5.17.2. Mecanismos de resistencia de la colonia.....	50
5.17.2.1. Acicalamiento.....	50
5.17.2.2. Tipos de acicalamiento.....	51
5.17.2.3. Técnicas de diagnóstico de acicalamiento.....	52
5.17.2.3.1. Directo.....	52
5.17.2.3.2. Indirecto.....	52
OBJETIVO.....	53
MATERIAL Y MÉTODOS.....	54
Zona de estudio.....	54
Marco de estudio.....	54
Población objetivo.....	54
Periodo de estudio.....	54
Diseño de estudio y técnica de muestreo.....	54
Método diagnóstico.....	55
Análisis de resultados.....	55
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
CONCLUSIÓN.....	67
BIBLIOGRAFÍA.....	68
GLOSARIO.....	72
ANEXOS.....	74
ANEXO A. Formato de anotación para cuantificación de varroa en base al tipo de daño.....	74
ANEXO B. Control semanal de porcentaje (%) de infestación.....	75
ANEXO C. Diagnóstico de porcentaje (%) de infestación en abejas adultas (prueba David de Jong).....	76
ANEXO D. División por cuadrantes de <i>varroa destructor</i> para Determinación del tipo de Daño.....	77

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Periodo de desarrollo de la abeja en días.....	5
Cuadro 2. Clasificación taxonómica de <i>Varroa jacobsoni</i>	35
Cuadro 3. Análisis de varianza para varroas recolectadas por colmena.....	56
Cuadro 4. Análisis de varianza para el genotipo sobre la infestación de <i>varroa</i>	58
Cuadro 5. Medias de mínimos cuadrados para la infestación de varroa de acuerdo al genotipo.....	59
Cuadro 6. Análisis de varianza para la infestación de varroa por colmena por tiempo.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del desarrollo de la abeja obrera.	5
Figura 2. División anatómica de la abeja.	6
Figura 3. División anatómica de la cabeza de la abeja.....	7
Figura 4. Anatomía de la probosis.....	9
Figura 5. Estructura de las alas de la abeja.	11
Figura 6. Estructura de las patas de la abeja.....	12
Figura 7. Sistema muscular de la abeja.....	14
Figura 8. Estructura del sistema circulatorio de la abeja.....	16
Figura 9. Estructura del sistema respiratorio de la abeja.....	17
Figura 10. Estructura del sistema nervioso de la abeja.....	19
Figura 11. Estructura del sistema digestivo de la abeja.....	21
Figura 12. Estructura del sistema reproductor del macho.....	23
Figura 13. Estructura del sistema reproductor de la hembra	24
Figura 14. Ubicación de las glándulas hipofaríngeas.....	25
Figura 15. Ubicación de las glándulas salivales.....	26
Figura 16. Ubicación de las glándulas de nassanof.....	27
Figura 17. Estructura de las glándulas de cera	28
Figura 18. Estructura del sistema defensivo de la abeja	30
Figura 19. Anatomía de la varroa.....	38
Figura 20. Sincronización de ciclos de desarrollo de la abeja y de la varroa.....	42

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Número de varroas recolectadas por colmena de acuerdo al genotipo de abejas presentes en el apiario.....	57
Grafica 2. Proporción de varroa y grado de lesión durante el periodo de estudio.....	61
Grafica 3. Nivel de infestación en cría y abejas en diferentes periodos.	62
Grafica 4. Porcentaje de daño a varroa de acuerdo a la región anatómica.....	63
Grafica 5. Porcentaje de acicalamiento por colmena.....	64
Grafica 6. Área dañada a varroa por cada genotipo.....	65

EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DE ACICALAMIENTO EN TRES RAZAS DE ABEJAS *Apis mellifera* CON RELACION AL ACARO *Varroa destructor*

* Silvia Viridiana Paredes Calderón
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
U.M.S.N.H.

Actualmente la apicultura en nuestro país se encuentra en un proceso constante de crecimiento, no obstante el desarrollo de esta actividad se ha visto interrumpido por la plaga de la varroasis, la cual se considera como la más dañina de las plagas que atacan a las abejas en nuestro país. El objetivo de la investigación fue evaluar el grado y efecto de genotipo en la infestación de varroa en un apiario y su control natural en un periodo de 70 días. Se evaluaron 4 grupos (n= 5 colonias/grupo) según su origen genético: Cordovan (originada a partir de *Apis mellifera carnica* y *Apis mellifera ligustica*), Carniola (*Apis mellifera carnica*), Caucásica (*Apis mellifera caucasica*) e híbrido africanizado. La información se analizó mediante un análisis de varianza. Los resultados determinaron que la infestación fue diferente en los 10 periodos (7 días/periodo) evaluados; los periodos 5 y 10 fueron los más críticos con 47 y 63 varroas, respectivamente. El nivel de infestación/colmena fue diferente ($P < 0.001$) entre ellas. El acicalamiento de las abejas analizadas produjo un 37% de varroas muertas, porcentaje diferente ($P < 0.05$) al 58% de varroas muertas sin daño. Las partes más dañadas de la varroa fueron: coraza, patas y, quelíceros-patas ($P < 0.05$). Se encontró, cierta especialización de las abejas/colmena para dañar una parte del cuerpo de la varroa ($P < 0.05$). Hubo efecto de genotipo sobre la infestación; 1.2 ± 0.26 y 1.5 ± 0.26 varroas/colmena para los genotipos Caucásica y Cordovan, respectivamente ($P < 0.001$). Ambos genotipos fueron iguales entre sí ($P > 0.05$), pero diferentes ($P < 0.05$) a los genotipos Carniola e híbrido. Un factor importante en el control natural de la infestación es el genotipo de las abejas. Además, el genotipo Cordovan presenta cierta tendencia hacia la especialización a la hora de mutilar a las varroas; principalmente en la coraza y patas de estas.

Palabras clave: *varroasis, apicultura, acicalamiento, infestación*

* Pasante de Médico Veterinario Zootecnista
Correo electrónico: ohashys@hotmail.com

INTRODUCCION

Actualmente la apicultura nacional se encuentra en proceso de crecimiento, no obstante, atraviesa por dos problemas importantes: la estabilización de la africanización y la presencia de la plaga llamada varroasis, también conocida como garrapata de las abejas. Dicha plaga es considerada como la más dañina para las abejas en nuestro país (García, 2007) y podría acabar con la apicultura mexicana de no ser combatida con eficiencia (SAGARPA, 2008).

Esta plaga es la causante de que se realicen gastos excesivos en manejo zosanitario de producción, de comercialización y de investigación, además de que los constantes tratamientos ocasionan estragos en la calidad de la miel, al presentar gran cantidad de residuos químicos en ella (Guevara, 1999) afectando el desarrollo de la colonia (Rosales, 2007), ya que ataca a las tres castas de abejas en la colonia, así como a la producción de miel (Lesur, 2002).

La varroasis también afecta negativamente a las abejas actuando como vector de diferentes virus, bacterias y hongos e incrementando la incidencia de enfermedades (Espinoza *et al.*, 2006), al alimentarse de hemolinfa en abejas adultas e inmaduras (Colin, 1999), reduciendo el peso de las abejas hasta en 25% y el promedio de vida hasta en 68% (Ramos, 2000).

Por lo anterior, la varroasis se considera actualmente a nivel mundial, como el principal problema sanitario al que se enfrenta la apicultura (García, 2007), ya que lamentablemente en algunos sitios, es imposible mantener las colmenas sin tratamiento.

Planteándose como una solución al problema; la posibilidad de criar abejas genéticamente resistentes a *Varroa* (Correa y Novoa, 1996).

ANTECEDENTES

La apicultura es una de las actividades industriales más antiguas del hombre, teniendo su origen en el lejano oriente. Se conocen datos de esta práctica en tumbas del antiguo Egipto, China y Persia (Baltierra, 2003).

Se han encontrado antecedente de esta actividad en cavernas al sur de España, a las cuales se les atribuye una edad de más de 10 000 años, siendo en ese entonces la explotación por medio de colonias silvestres, considerándose como apicultura propiamente dicha a partir de que el hombre descubrió la forma de reutilizar las colonias de abejas (Schopflocher, 1996).

Las abejas que se utilizan en apicultura fueron introducidas al nuevo mundo; inicialmente no existía el genero *Apis* en esta región, se introdujeron razas de abejas europeas y después de 1956 abejas del continente africano incorporadas en el continente suramericano.

La apicultura en México es una actividad de gran importancia, ya que se estima que de ella dependen directa o indirectamente mas de 500, 000 personas, de las cuales 40, 000 son apicultores (Baltierra, 2003). Contando con 2.7- 2.9 millones de colmenas con valor de 25 millones de pesos y producciones de 640 a 60 000 ton, lo que coloca a México como el 5° productor a nivel mundial, siendo el tercer lugar en exportación de mieles mexicanas (Coronado, 1996).

La abeja europea *Apis mellífera mellífera* se introdujo a la Nueva España por la región central del Altiplano entre 1760 y 1770 vía un puente marítimo (Florida-Cuba-México), el cambio de técnica y la transformación total de la actividad apícola se dio en el siglo XIX en gran parte de la península de Yucatán. Después de 1920 se introdujeron nuevas razas al país (Coronado, 1996).

Con la introducción de nuevas razas también llegó la africanización a nuestro país, considerado como un problema para la apicultura nacional, decretándose el 13 de octubre de 1984 la prevención y control de la abeja africanizada y sus híbridos y el 3 de diciembre del mismo año, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Programa para el Control de la Abeja Africana, culminando en 1985 con el establecimiento del Comité Consultivo como instrumento de coordinación y asesoría del ejecutivo federal para el cumplimiento del programa (Coronado, 1997).

El estado de Michoacán contaba en el 2003, con un total de 1010 apicultores agrupados en 27 organizaciones, con un total de 82 653 colmenas de las cuales 71,978 son tecnificadas y 10,675 son rústicas, obteniendo producciones estimadas de 1,708 ton de miel, 34.16 ton de cera, 120 Kg. de polen, 19,800 reinas, 48 Kg. de jalea real, 200 Kg. de propóleos y 10,000 has polinizadas (Baltierra 2003).

1. La Colonia de abejas

Las abejas actualmente utilizadas en apicultura son insectos del orden de los heminópteros, pertenecientes al genero *Apis* y a la especie *mellífera*. Estas abejas viven en grandes sociedades conocidas como colonias, las cuales en la apicultura moderna, se introducen en cajas que contiene cuadros móviles llamadas colmenas, que permiten su mejor manejo (SAGARPA, 2008). Los integrantes de la colonia tienen una función específica y se dividen por castas, como sigue:

1.1. Reina. Hembra fértil, su función principal es producir los huevos. Alcanza su madurez sexual después de 5 días de vida, tiempo después del cual, la reina virgen sale de la colmena para realizar su vuelo de acoplamiento, apareándose con varios zánganos, para después regresar a su colonia.

1.2. Zángano. Macho de la colmena. En la época de reproducción, (meses de floración) aumenta su número, ya que su tarea principal en la colmena es acoplarse con la reina virgen.

1.3. Obreras. Son hembras infértiles de la colmena que producen solo zánganos al no ser fecundadas; pero en casos especiales, como cuando falta la reina, son capaces de desarrollar ovarios y poner huevos (figura 1). Esta abeja posee otros órganos que no presenta la reina o los zánganos, permitiéndole realizar tareas necesarias para la vida de la colonia, las cuales dependen de su edad y desarrollo físico:

- 1-3 días. Limpian los panales de la colmena dando calor a los huevos y las larvas.
- 4-12 días. Son llamadas nodrizas por cuidar y alimentar a las larvas.
- 13-18 días. En este periodo producen cera y panales.
- 19-20 días. En esta etapa defiende la colmena colocándose en la entrada de ella, evitando la entrada de abejas de otras colonias.
- 21-38 hasta 42 días. Recolectan néctar, polen, agua y propóleos para cubrir las necesidades de la colmena (SAGARPA, 2008).

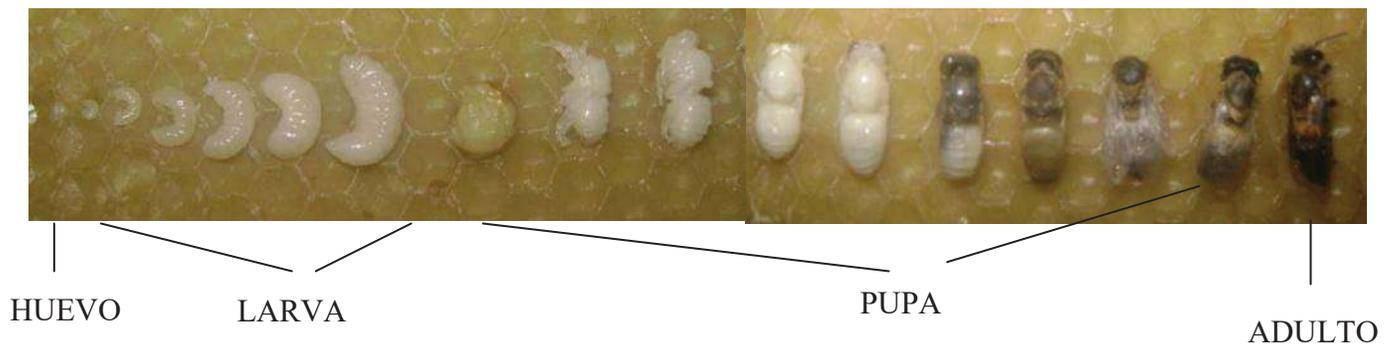
En una colonia se encuentra por lo general una sola reina, de 100 a 2000 zánganos lo que dependerá de la época del año, y varios miles de obreras, las cuales pueden llegar a 80 000 (Schopflocher, 1996).

La duración de la vida de la abeja depende de la cantidad de trabajo que realice, pudiendo vivir 6 semanas con exceso de labores a 6 meses fuera de la época de floración. Cada casta de abejas tiene un periodo diferente de desarrollo y son criadas en diferentes celdas (ver cuadro 1).

CUADRO 1. Periodo de desarrollo de la abeja en días

Fase de desarrollo	Reina	Obrera	Zángano
Huevo	3	3	3
Larva	5 ½	6	5 ½
Pupa	7 ½	12	15 ½
Total	16	21	24

FUENTE: SAGARPA, 2008.

**FIGURA 1. Esquema del desarrollo de la abeja obrera
(Obtenido durante el periodo de estudio).**

2. Anatomía de la Abeja

La abeja melífera es un organismo altamente especializado y por esta razón está provista de mecanismos y accesorios que le posibilitan la vida considerando como de especial importancia la estructura y las modificaciones de los órganos que adaptan a la abeja a su forma de vida y la diferencian de otros insectos.

El cuerpo de la abeja se encuentra dividido en cabeza, tórax y abdomen (ver figura 2). En la cabeza se encuentran los ojos, antenas y piezas bucales; en el tórax las alas y las patas; y en el abdomen las glándulas cereras y el aguijón (Root, 2002).

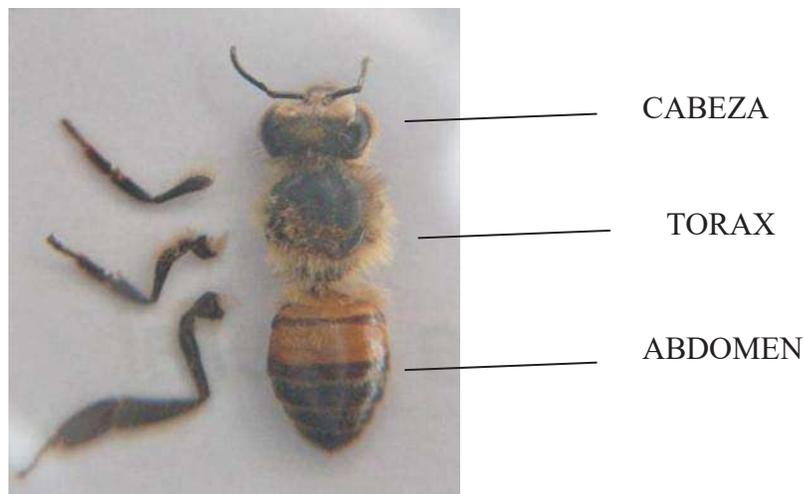


FIGURA 2. División anatómica de la abeja (Obtenido durante el periodo de estudio).

El esqueleto es externo y sirve de protección a las partes internas, que son mas blandas.

2.1. Cabeza.- anatomía externa

Es de forma triangular, en la parte más ancha superior están situados sus grandes dos ojos compuestos y tres pequeños ojos simples llamados ocelos, Las antenas se ubican en la parte central superior de la cabeza y las piezas bucales en la parte inferior, con un labro, un clípeo y la probosis (ver figura 3) (Pesante, 2003).

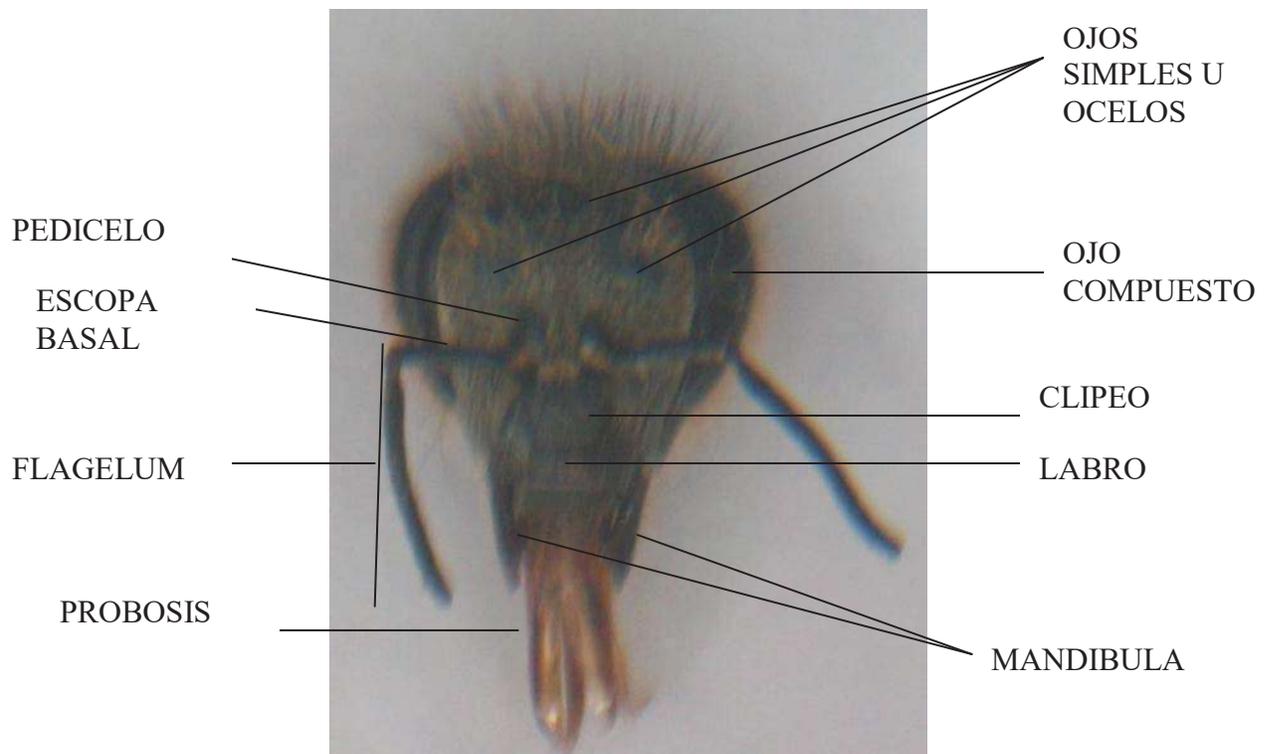


FIGURA 3.- División anatómica de la cabeza de la abeja
(Obtenido durante el periodo de estudio).

2.1.1. Antenas

Estas se localizan a ambos lados y casi en el centro de la parte anterior de la cabeza, constan de una scopa basal y del *flagelum*. La base de la antena se conoce como pedicelo. El flagelum esta dividid en 11 segmentos y en los machos en 12, existiendo múltiples órganos sensoriales, olfativos y de tacto en cada uno de estos segmentos.

Las antenas cumplen con una doble función ya que detectan sustancias químicas en dos escalas: a distancia y en las inmediaciones de la abeja ya que mientras vuelan pueden percibir humo, néctar, polen, feromonas, depredadores y en su plano inmediato pueden oler y tocar con las antenas (Pesante, 2003).

2.1.2. Ojos simples u ocelos

Se localizan en la parte superior de la cabeza y entre si forman un pequeño triangulo. En el zángano están localizadas un poco mas abajo pero aun así en la parte superior frontal, su función es percibir intensidad de luz y variaciones tanto diurnas como estacionales.

2.1.3. Ojos compuestos

Están localizados en la parte superior lateral de la cabeza, son los órganos externos de la cabeza que mas espacio ocupan. Cada ojo esta compuesto de múltiples estructuras conocidas como omatides, cada omatide es una unidad sensorial visual y consta de un lente, una célula cono y un nervio óptico. Cada córnea es hexagonal y esta separada de corneas continuas por las células pigmentadas, cada córnea proyecta su propia imagen; en el zángano hay unos 7-8000 omatides, en la obrera entre 4-5000 y en la reina de 3-4000. Estos ojos sirven para detectar movimiento y alertar de depredadores.

2.1.4. La mandíbula

Estas estructuras se suspenden en la parte inferior de la cabeza a los lados de la boca, detrás del *labrum*; cada mandíbula tiene movimiento lateral solamente, dentro de estas corre un canal que da salida a las secreciones mandibulares, las cuales son utilizadas para trabajar cera, comer polen y para cualquier trabajo que requiera morder (Pesante, 2003)

2.1.5. El cílopeo y el labro

Estas estructuras en forma de placas están localizadas en la parte central inferior de la cabeza y protegen las partes bucales más delicadas; la placa superior es la más grande y se conoce como el cílopeo y la inferior en forma de rectángulo el labro.

2.1.6. La probosis

Este no es un órgano como tal, está formado por un grupo de estructuras que se unen y tiene una función particular, por esta estructura retráctil se ingiere y regurgita néctar, agua o miel (ver figura 4) (Pesante, 2003).

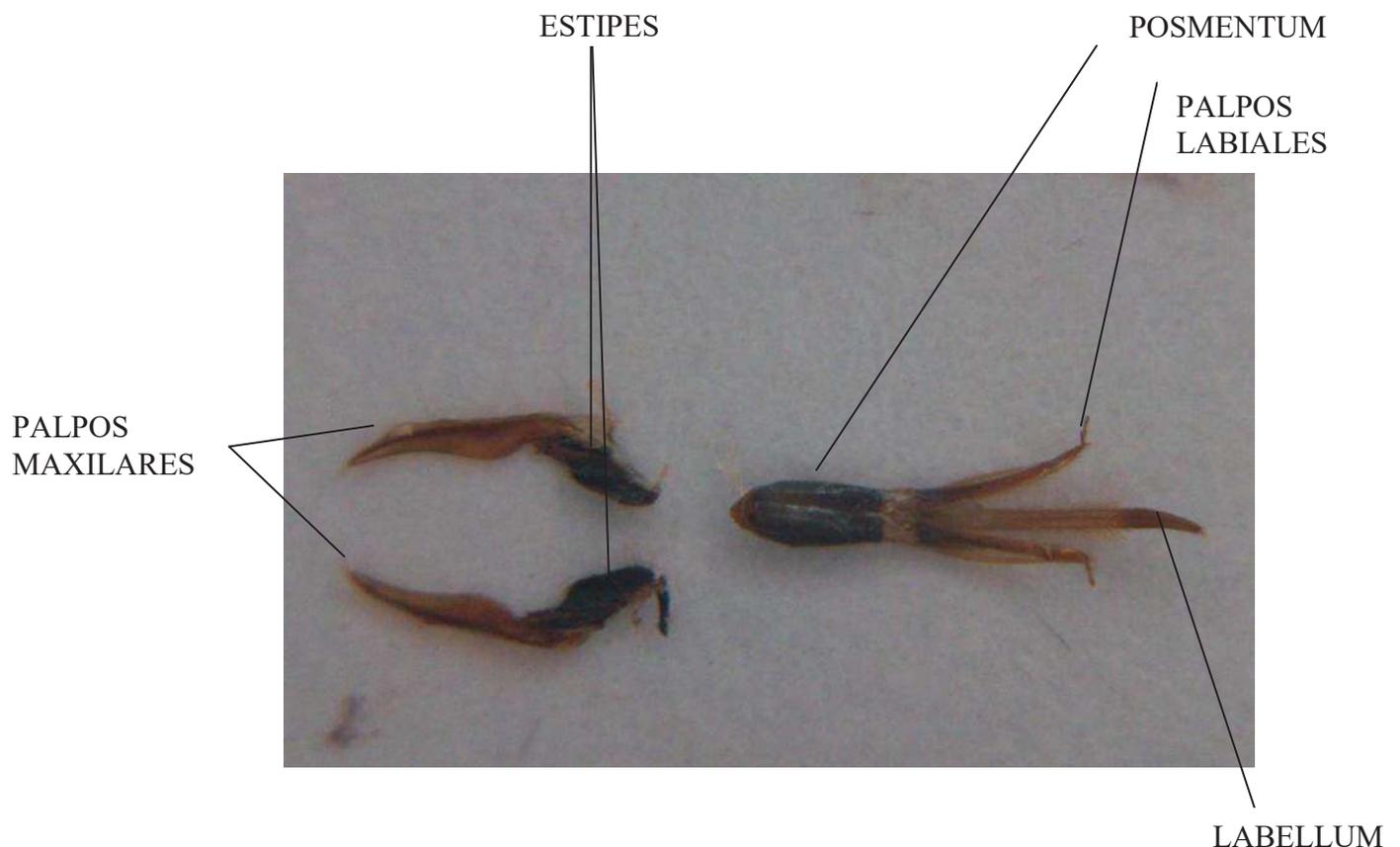


FIGURA 4.- Anatomía de la probosis
(Obtenido durante el periodo de estudio).

2.2. Cabeza.- anatomía interna

Entre las partes que se encuentran en el interior de la cabeza están la bomba de succión, las glándulas de alimento, las glándulas salivales, el cerebro y el *tentorium*, los cuales no se tocarán a detalle por no ser parte primordial de esta investigación.

2.3. El tórax

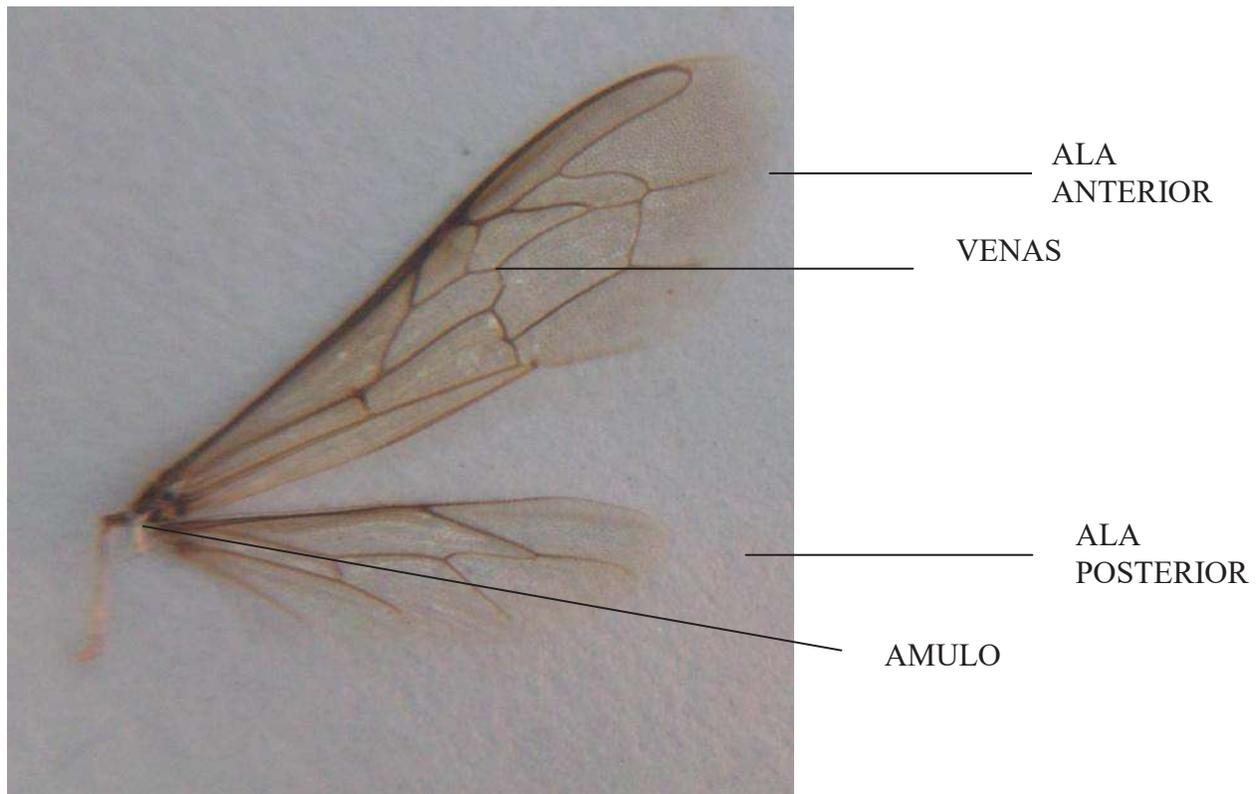
En el tórax encontramos las alas, las patas y las primeras conexiones externas del sistema respiratorio. El tórax se divide en cuatro diferentes segmentos; el protorax, el mesotorax, el metatórax y el propodeum estos escleritos están tan unidos, que cuesta distinguir sus límites. Los segmentos dorsales se conocen como notos, los ventrales externos y los laterales pleuras.

El protórax esta conectado al cuello y da soporte a la cabeza, en este se encuentra el primer par de patas; el mesotórax es el segmento más grande y contiene el primer par de alas, el segundo par de patas y el primer par de espiráculos (los cuales conectan la tráquea con el exterior).

El metatórax contiene el segundo par de alas, el tercer par de patas y el segundo par de espiráculos, el propodeum se encuentra en la parte caudal del tórax y se considera parte de él, pero en realidad es el primer segmento del abdomen. Contiene el tercer par de espiráculos (los otros 7 están en los primeros segmentos del abdomen), el propodeum se reduce abruptamente a formar el petiolo abdominal (Pesante, 2003).

2.3.1. Las alas

Estas se forman por la unión de dos capas del exoesqueleto, fortalecidas por estructuras tubulares conocidas como venas, a través de las cuales fluye la hemolinfa. Las alas son una anterior y una posterior las cuales se unen al vuelo por dos ganchos llamados amulos, lo que hace que ambas alas batan al mismo tiempo como una sola, cuando no están volando las alas se doblan sobre el tórax y el abdomen, gracias a sus estructuras quitinosas y membranosas que actúan como músculos (ver figura 5) (Pesante, 2003).



**FIGURA 5.- Estructura de las alas de la abeja.
(Obtenido durante el periodo de estudio).**

2.3.2. Las patas

Las patas se encargan de la locomoción principalmente, aunque cumplen también otras funciones como recoger y cargar el polen y los propóleos, limpiar el cuerpo de polen y materias extrañas. Los tres pares de patas de la abeja varían en forma y tamaño pero se dividen en los mismos tres segmentos. El segmento más próximo al tórax es la coxa, el siguiente es el trocánter, el fémur, la tibia, el tarsos y el pretarsus (ver figura 6); el pretarsus es un segmento pequeño que contiene dos garras y el arolium. Con las garras, la abeja trepa en superficies ásperas, mientras que los *arolium* los utilizan en superficies pulidas y en donde las garras no tienen encaje. Se cree que por las espinas de la planta, se secreta un líquido adhesivo que aumenta la tracción en las superficies pulidas.

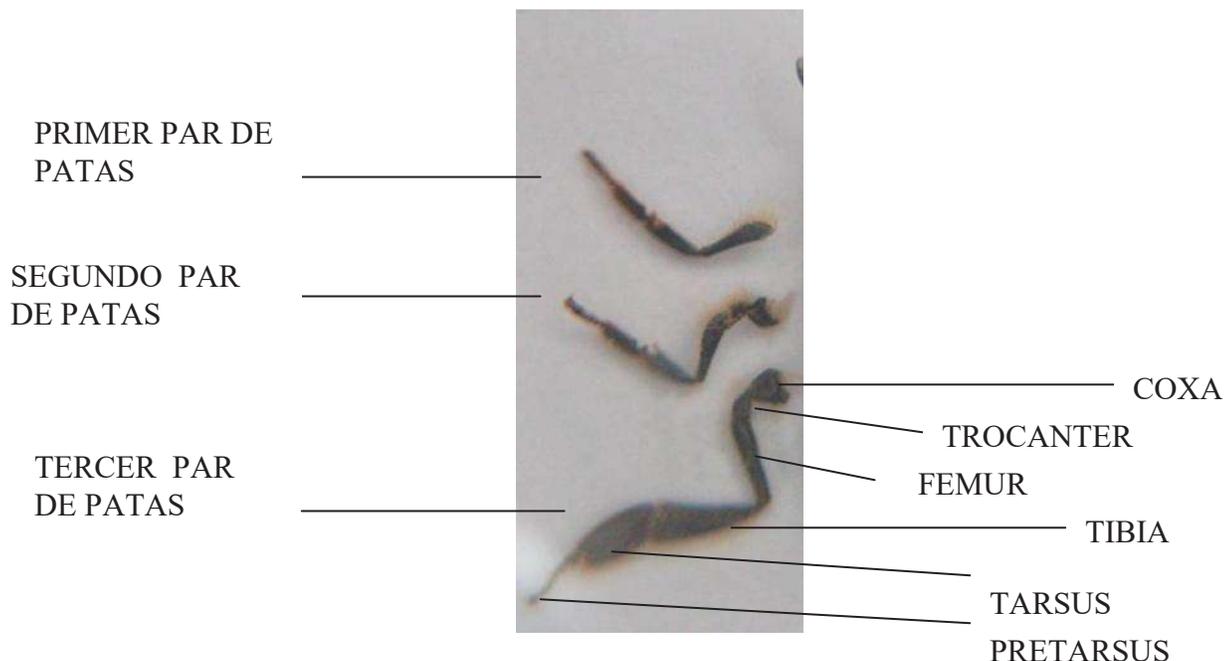


FIGURA 6.- Estructura de las patas de la abeja
(Obtenido durante el periodo de estudio).

2.4. Tórax.- partes internas

En su interior el tórax ésta ocupado principalmente por músculos ya que es en está parte donde se encuentran todos los órganos de locomoción; sin embargo, también existen ganglios nerviosos que controlan los músculos del tórax, así como aquellos que van al abdomen como la hemolinfa que pasa por el tórax rumbo al corazón y el abdomen.

2.5. El abdomen.- partes externa

En su parte externa se encuentran los órganos de acoplamiento así como las glándulas cereras, glándulas aromáticas y siete pares de espiráculos, al aguijón y las glándulas asociadas a la producción de veneno.

El abdomen consta de nueve segmentos, el primer segmento es el propodeum que propiamente se encuentra en el tórax, el abdomen se conecta al tórax por el petiolo abdominal y aunque el petiolo es tan fino, permite la flexibilidad para el momento de hundir el aguijón, así como facilitar la postura por parte de la reina.

2.6. El abdomen.- partes internas

El abdomen contiene las vísceras de la abeja. En esta parte se encuentra la mayor parte del sistema digestivo, órganos reproductores y glándulas accesorias (Pesante, 2003).

2.7. Sistemas anatómicos de la abeja

2.7.1. Sistema muscular

El sistema muscular de las abejas se compone de distintos músculos estriados distribuidos por todo su cuerpo, los cuales se clasifican según su ubicación en: músculos del esqueleto, los cuales se encuentran en cuerpo patas y alas; y músculos viscerales, que se encuentran en el corazón, intestinos y algunos otros órganos internos.

Los músculos más desarrollados son los del vuelo, los cuales se muestran en la figura 7; estos músculos tienen características muy específicas tales como:

- Que todos son músculos estriados
- Tienen un alto consumo de energía
- La limitación que presentan las abejas al vuelo a diferentes temperaturas siendo la óptima para el vuelo entre 19-30 °C de temperatura torácica.
- Frecuencia de movimiento de 210 veces por segundo
- Consumo de 10 mg de azúcar por hora de vuelo.

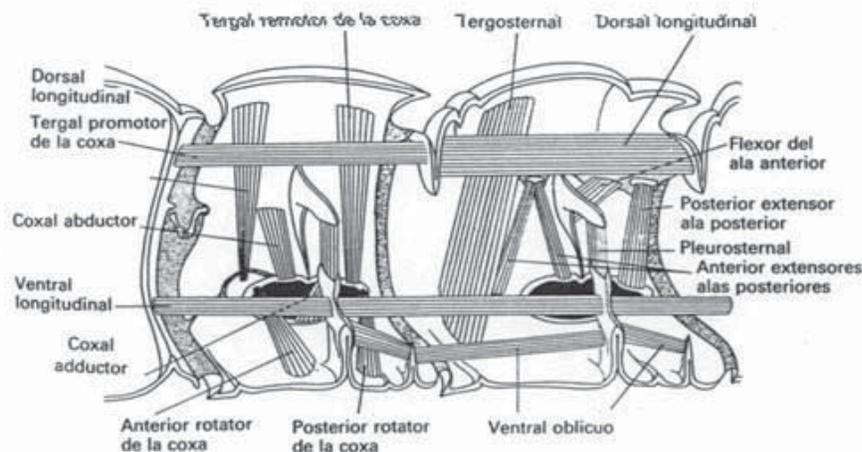


FIGURA 7.- Sistema muscular de las alas (Pesante, 2003)

2.7.2. Sistema circulatorio

Este sistema se encarga de la detoxificación del organismo de la abeja, por medio del transporte de la hemolinfa por el organismo la que esta tiene como función atacar y digerir partículas extrañas (Pesante, 2003).

Los espacios en el cuerpo de la abeja que no están ocupados por tejidos u órganos, están bañados por la hemolinfa. Flotando en la hemolinfa hay numerosas células sanguíneas o hemocitos En esto se parecen a los glóbulos blancos. Como parte de las funciones de estos hemocitos está la detoxificación, incluyendo en algunos casos, pesticidas.

La hemolinfa se mantiene en circulación a través del cuerpo mediante una estructura muscular, tubular, y por membranas vibrantes. La hemolinfa de la abeja es color ámbar claro. El tubo pulsátil hace las funciones de corazón y está localizado en la parte dorsal del cuerpo de la abeja, extendiéndose de la parte media del abdomen, al tórax y la cabeza donde vacía en la parte inferior del cerebro. La parte que se encuentra en el abdomen se conoce como corazón, y la parte que pasa por el tórax, aorta (ver figura 8).

Los lados del corazón están perforados por cinco aberturas, las ostias. Por estas aperturas es que la hemolinfa entra al corazón de forma tal que la hemolinfa fluye de abajo y atrás hacia arriba y adelante. Esta membrana está controlada por una red de 5 pares de músculos que crean la cavidad pericardial. En la parte ventral del cuerpo, sobre el cordón nervioso, existe otra membrana o diafragma ventral. Esta es mucho más muscular que la dorsal y tiene movimientos rítmicos hacia atrás. La hemolinfa vacía en la cabeza donde riega todos la estructuras allí presentes y luego fluye hacia atrás pasando por canales específicos en el tórax y abdomen (Pesante, 2003)

Esparcidas por la cavidad del cuerpo, se encuentran unas masas de células, blandas y blancas, los cuerpos grasos. Estas células contienen, embebidas en su

citoplasma, gotas de aceite y glicógeno. Son por lo tanto tejidos para almacenaje de productos alimenticios.

Estas están más desarrolladas en la larva y proveen alimento para la pupa, pues ésta última no se alimenta durante esta etapa de desarrollo.

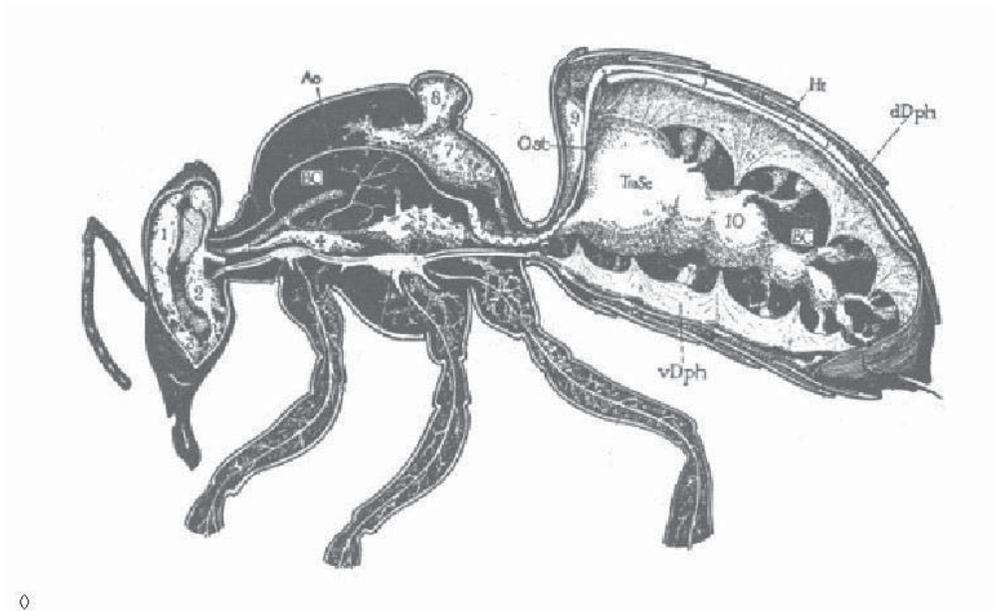


FIGURA 8.- Estructura del sistema circulatorio:
 Ht = corazón, dDph = diafragma dorsal, Ost = ostia o fenestra,
 Ao = aorta, vDph = diafragma ventral. (Pesante, 2003).

2.7.3. Sistema respiratorio

El sistema respiratorio de la abeja está compuesto por un gran número de pequeños canales tubulares, multi-ramificados y de pared muy fina, que son introcrecimientos del integumento conocidos como, tráqueas (Pesante, 2003).

Las ramificaciones terminales de las tráqueas llegan hasta la más diminuta célula del cuerpo. La hemolinfa no transporta oxígeno otro que el que usan las células que carga la propia hemolinfa. El sistema de tráqueas de la abeja es muy elaborado, pero consiste en su mayoría de ensanchamientos de las tráqueas o sacos de aire.

Las tráqueas se comunican al exterior mediante los espiráculos. Existen 10 pares de espiráculos en la abeja, tres en el tórax y siete en el abdomen. La respiración es llevada a cabo mediante la contracción rítmica del abdomen. Las tráqueas de por sí son bastante rígidas y no permiten que haya mucho intercambio de gases con el exterior; sin embargo, los sacos de aire son blandos, colapsables y responden a cambios en presión generados por las contracciones y expansiones musculares del abdomen. En esta forma tienden a comportarse como pulmones.

Los sacos de aire más grandes se encuentran en el abdomen; sin embargo, también los encontramos en el tórax como se muestra en la figura 9. Las tráqueas terminan en túbulos minúsculos, o traquéolos. Estos se embeben en las células y les hacen disponible oxígeno. El bióxido de carbono pasa en solución desde la hemolinfa y sale del cuerpo de la abeja por difusión (Pesante, 2003).

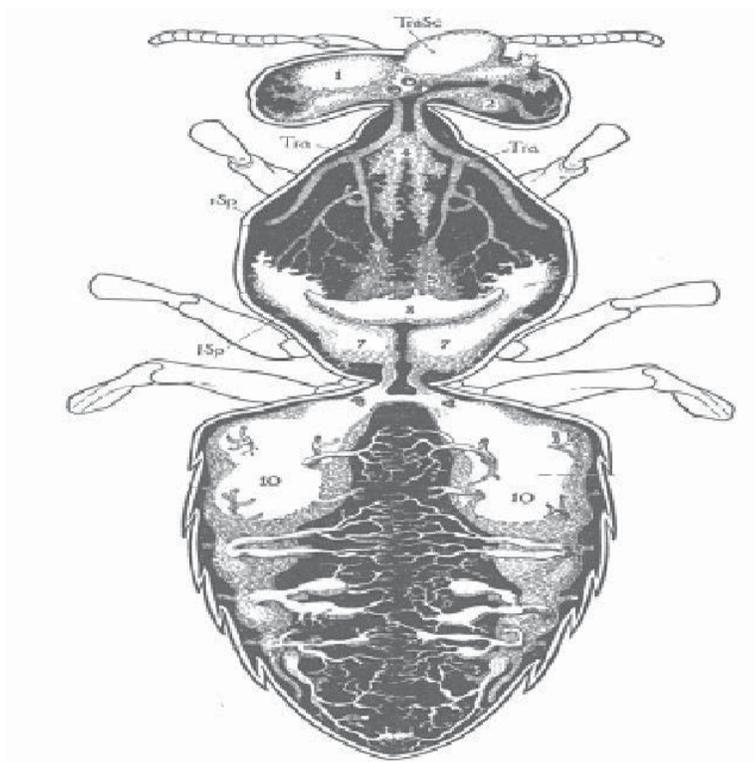


FIGURA 9.- Estructura del sistema respiratorio:

TraSc = sacos traqueales, Tra = tráqueas, Sp = espiráculos (Pesante, 2003)

2.7.4. Sistema nervioso

Una característica distintiva de estos animales, es la capacidad de ajustar sus acciones según cambian las condiciones en su medio ambiente. Esto es posible ya que existen grupos de estructuras especializadas llamadas órganos sensoriales que hacen posible percibir estos cambios (Pesante, 2003)

Estos órganos están compuestos de células nerviosas. De éstas salen nervios sensoriales que llevan el mensaje al sistema nervioso central (figura 10). Otro grupo de fibras nerviosas llamadas nervios motores llevan el mensaje del sistema nervioso central a los músculos o glándulas que evocan la respuesta necesaria. Un tercer grupo de fibras, las fibras de asociación conectan los terminales de los nervios que entran con las raíces de los nervios que salen.

De esta forma se establece un circuito completo donde: se detecta el estímulo; va al sistema nervioso central, donde es interpretado; y sale una respuesta eléctrica por los nervios motores hasta los músculos o glándulas que llevan a cabo la respuesta correspondiente (Pesante, 2003).

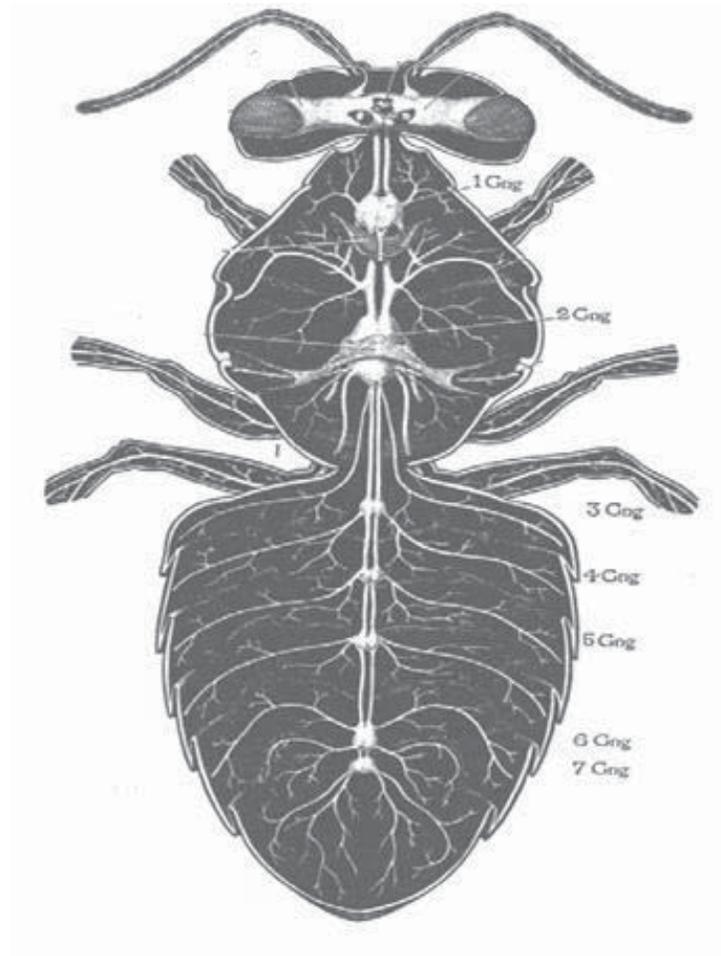


FIGURA 10.- Estructura del sistema nervioso.
Gng = ganglios segmentales (Pesante, 2003).

2.7.5. Sistema digestivo

Este sistema comienza con la boca. Esta abre en la cavidad de la bomba de succión y continúa con el esófago que pasa por el cuello y tórax, se expande en un saco fino localizado en la parte anterior del abdomen, el estómago o saco de néctar. Donde la abeja carga el néctar o agua, del campo a la colonia. Le sigue al saco de néctar el proventrículo, un canal angosto y muscular (figura 11).

Luego del proventrículo sigue el ventrículo, o estómago propio. Siguiendo al ventrículo está el intestino, que se divide en dos áreas intestino anterior e intestino

posterior o recto. Este último abre al ano. La estructura de la bomba de succión ha sido descrita en relación a las estructuras de la cabeza. El esófago es un tubo muscular, por donde el alimento es movido por ondas musculares que se mueven anteroposteriormente.

En el saco de miel la abeja carga y almacena alimento. El proventrículo sirve como aparato regulador del alimento que entra en el ventrículo. La parte anterior del proventrículo que da al saco de néctar tiene una válvula en forma de X. Mediante esta válvula, sumamente muscular, la abeja puede selectivamente, remover el polen del néctar o miel y pasarlo al ventrículo, La parte anterior del ventrículo tiene una válvula que evita la regurgitación de material del estómago al saco de miel, Es en el ventrículo = mesenterón que se lleva a cabo la digestión y absorción de sustancias alimenticias.

Las sustancias digeridas pasan por la membrana peritrófica, la cual es selectiva, y se mezclan con la hemolinfa. El intestino de la abeja su parte anterior y posterior o recto tienen como función remover agua y materiales de desperdicio.

En ecosistemas templados, durante el invierno, cuando la abeja no puede salir al campo a deshacerse de sus desechos metabólicos, los almacena en el recto, llegando este a ocupar una gran parte del abdomen. En la unión del intestino con el ventrículo, se encuentra una red de túbulos llamados *túbulos de Malpighio*. Estos son órganos de excreción y se extienden por toda la cavidad del cuerpo de la abeja. Tienen como función remover desperdicios y sales de la hemolinfa. Estos productos de desecho pasan por estos tubos al recto y de allí son eliminados (Pesante, 2003).

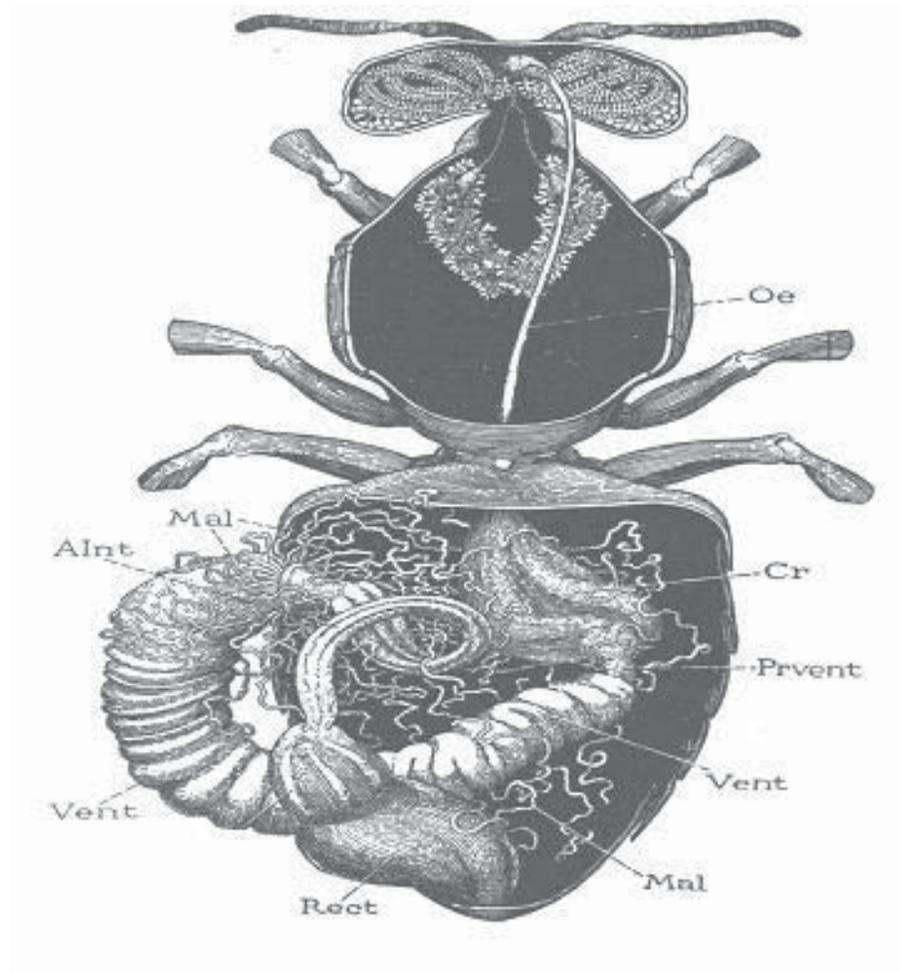


FIGURA 11.- Estructura del sistema digestivo de la abeja:
Oe = esófago, Cr = molleja, Prvent = proventriculo, Vent = ventrículo,
Mal = túbulos de Malpigio, AInt = intestino anterior, Rect = recto

2.7.6. Sistema reproductivo

El sistema reproductivo está desarrollado sólo en la reina y el zángano, únicamente bajo condiciones especiales se desarrollan los ovarios de las obreras y hay puesta de huevos.

2.7.6.1. Sistema reproductivo del macho

Los órganos masculinos que contienen las células reproductivas primarias y en las cuales se desarrollan los espermatozoides se conocen como testículos. En el zángano los testículos son un par de cuerpos chatos que se encuentran en el abdomen. De cada testículo sale un ducto llamado *vas deferens*. Este es enrollado en su comienzo pero luego se endereza y ensancha convirtiéndose en la vesícula seminal. La parte posterior de cada vesícula seminal penetra en una glándula mucosa, la cual es relativamente grande. Las glándulas mucosas se unen en un ducto común conocido como el ducto eyaculatorio (ver figura 12)

El ducto eyaculatorio abre en una estructura compleja conocida como pene. Se conoce como pene, a diferencia de otros insectos, ya que en la cópula el mismo es evertido y forma una estructura intromisora que sirve para descargar el semen en la vagina de la reina. Los espermatozoides bajan de los testículos a las vesículas seminales donde son almacenados por un tiempo, con sus cabezas embebidas en las paredes de estas.

Durante la época reproductiva, los espermatozoides son movidos a través del ducto eyaculador, junto con una secreción producida por las glándulas mucosas, a la vulva. Los espermatozoides están localizados junto con las secreciones mucosas en la vulva; sin embargo, estos no están mezclados con la mucosa si no que permanecen agrupados. Esto facilita su remoción cuando los mismos tienen que ser utilizados en la inseminación instrumental.

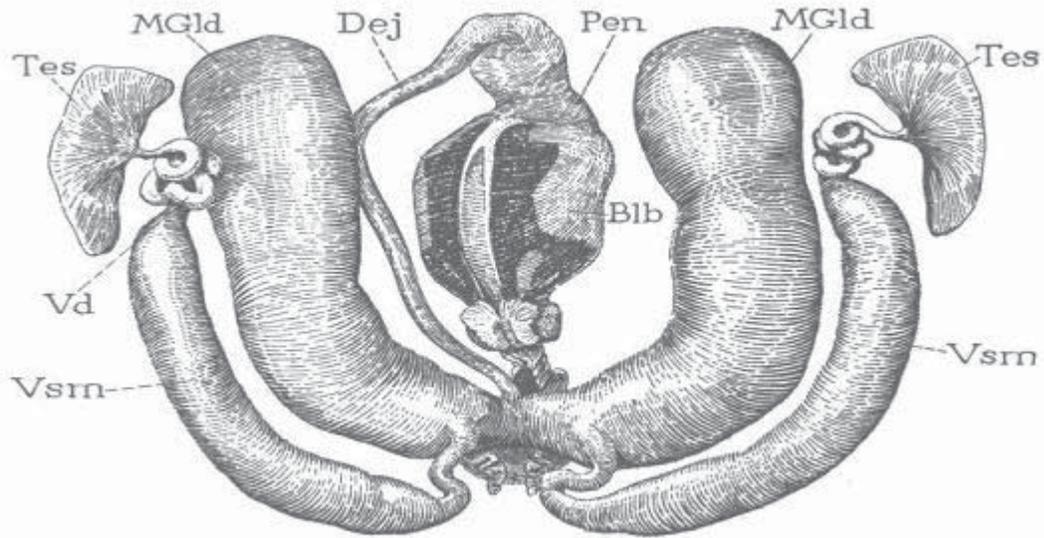


FIGURA 12-. Estructura del sistema reproductor del macho:

Dej = ducto eyaculador, MGld = glándula mucosa, Tes = testículos, Vd = Vas Deferens, vsm = vesícula seminal, Pen = pene, Blb = bulba (Pesante, 2003)

2.7.6.2. Sistema reproductor de la hembra

En la hembra las células primarias se conocen como ovarios y en ellos se producen los huevos. Los ovarios de la reina, son dos pares de estructuras masivas en forma de pera tal como se muestran en la figura 13.

Los ovarios están compuestos de estructuras tubulares conocidas como ovariolos. En la parte posterior de cada ovario los ovariolos se unen en un ducto común llamado oviducto lateral. Estos a su vez se unen en el ducto común. El ducto común se ensancha en su parte distal para formar la vagina, la cual abre al exterior por el orificio medio, localizado en la base de la ponzoña. En la parte dorsal de la vagina se encuentra el receptáculo seminal o espermateca, es aquí donde la reina almacena el abasto de espermatozoides para ser utilizados posteriormente en la fertilización de huevos.

Los órganos reproductores de la obrera están atrofiados por control feromonal del ácido oxo-decenoico producido en las glándulas mandibulares de la reina.

Cuando la reina muere, desaparece la fuente de esta feromona y luego de varios días, los ovarios de las obreras se van desarrollando e inclusive éstas llegan a poner huevos. Dado el caso de que no hubo cópula y de que por lo tanto no tienen un abasto de espermatozoides, los huevos no pueden ser fertilizados, por lo que todo los que nacerán serán machos. El zángano se desarrolla por partenogénesis.

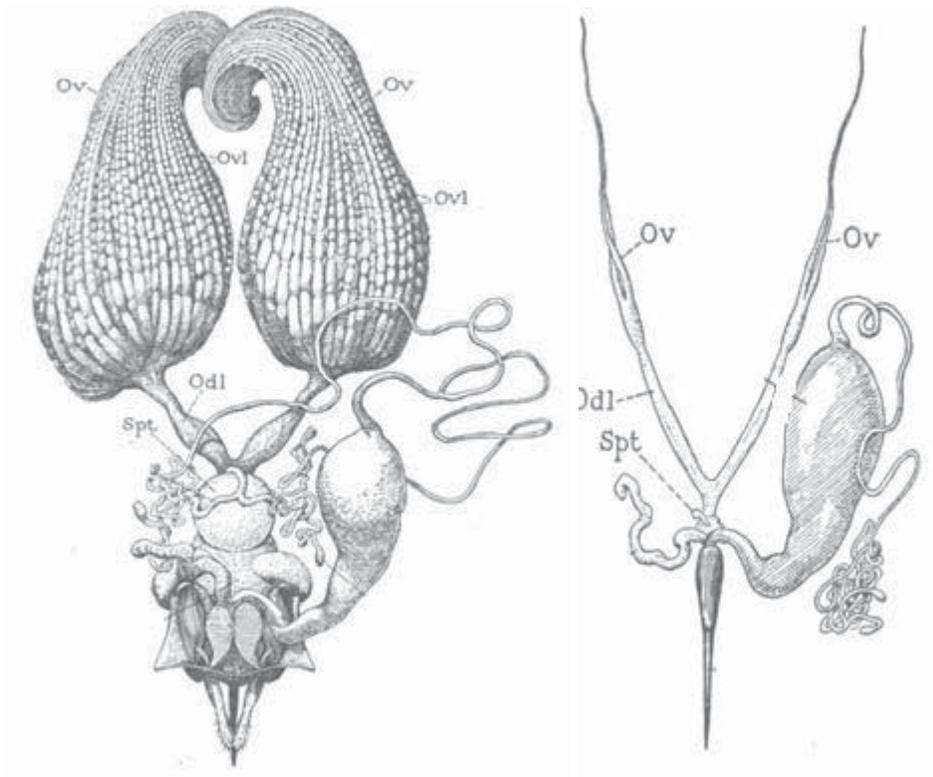


FIGURA 13.- Estructura del sistema reproductivo de la hembra:

Ov = ovario, Ovl = ovariolo, Odl = oviducto lateral, Debajo de la espermateca está el oviducto común, Spt = espermateca. Izquierda = reina, derecha = obrera (Pesante, 2003)

2.7.7. Sistema glandular

Una glándula es una formación orgánica especializada, o un conjunto de Células diferenciadas del tejido epitelial, encargada de elaborar, segregar y excretar ciertas sustancias que intervienen de forma exclusiva en determinados procesos fisiológicos.

2.7.7.1. Glándulas hipofaríngeas

Se localizan en la cabeza de las abejas obreras, de forma esférica (figura 14), muy desarrolladas en la etapa de nodrizas. En la reina son rudimentarias y en el zángano no existen. Sus células secretoras se agrupan en forma de racimos y vierten su secreción en la parte inferior de la laringe por medio de un conducto central. Aquí se acantona el virus de la cría sacciforme.

El producto de la secreción sirve de alimento a las larvas en sus tres primeros días de vida y a la reina durante toda su vida. Cuando la edad de las abejas avanza, estas glándulas pierden su funcionalidad, su volumen disminuye comenzando a producir la invertasa, necesaria para provocar el desdoblamiento de los azúcares del néctar (Pesante, 2003)



FIGURA 14.- Ubicación de las glándulas hipofaríngeas:

FGId = glándulas secretoras de alimento = glándulas de la hipofaringe (Pesante, 2003)

2.7.7.2. Glándulas salivales

Estas glándulas se encuentran en la cabeza y en el tórax (postcerebrales o torácicas). Los dos conductos comunes vierten la saliva (líquido acuoso ligeramente alcalino), a ambos lados de la lengua. La saliva ayuda a diluir la miel y disolver los cristales de azúcar, además de humedecer las sustancias (polen en el momento de la recolección). Contiene enzimas encargadas de la transformación del néctar y los mielatos en miel. En las glándulas torácicas se acartonan los virus de la parálisis aguda (Pesante, 2003)

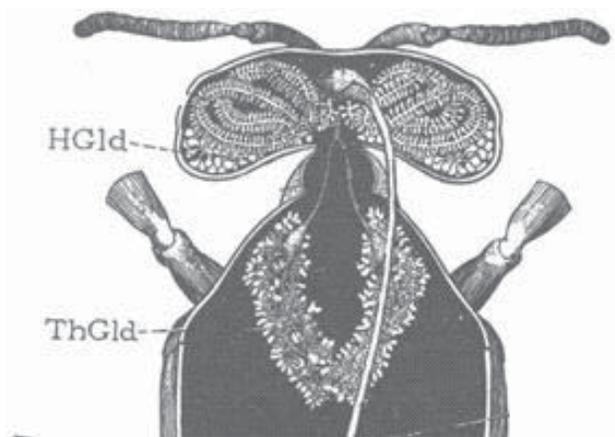


FIGURA 15.- Ubicación de las glándulas salivales:
HGld y ThGld = glándulas salivares (Pesante, 2003)

2.7.7.3. Glándulas mandibulares.

Se sitúan en la cabeza de las abejas obreras y de la reina (los zánganos carecen de ellas). El conducto excretor vierte en el interior de las mandíbulas. En las abejas obreras produce una fracción de la jalea real y en la reina secreta una feromona que juega un importante papel en la cohesión social de la colonia (efecto aglutinante de las obreras, inhibición de la construcción de realeras, atracción de los zánganos en los vuelos de acoplamiento) (Pesante, 2003).

2.7.7.4.-Glándula de Nassanof

La glándula de Nassanof es una glándula odorífera, situada en la parte dorsal del abdomen, en la cara anterior de la 7ª tergita abdominal como se muestra en la figura 16. Cuando la abeja se encuentra en reposo no se aprecia la glándula, solamente se ve cuando la abeja dilata el abdomen y adapta la posición característica de "llamada" con el abdomen hacia arriba y batiendo las alas, entonces despiden un olor característico que identifica y atrae a todas las abejas de la misma colonia que se pueden encontrar desorientadas.

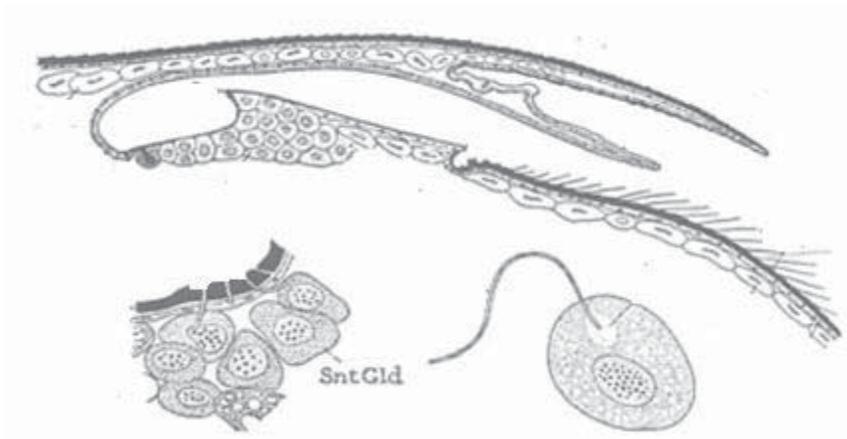


FIGURA 16.- Ubicación de las glándulas de nassanof entre segmento VI y VII del abdomen. NstGld = Glándula aromática (Pesante, 2003)

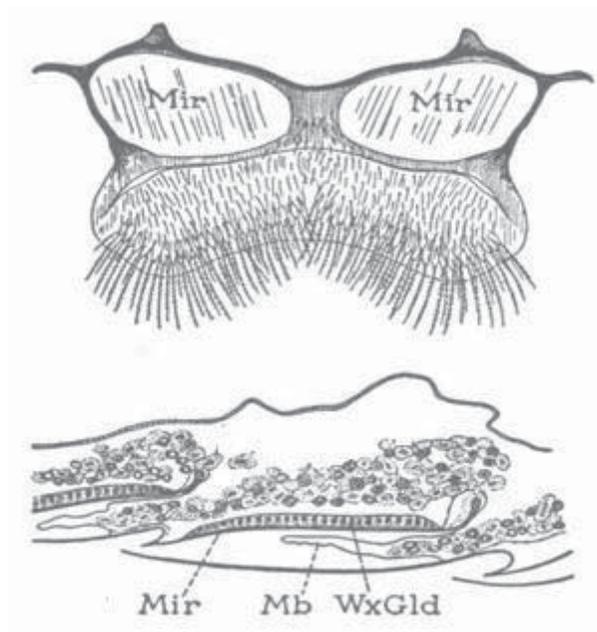
2.7.7.5. Glándulas cereras

En la parte anterior de las esternitas de los segmentos 4 al 7 se encuentran las glándulas cereras, formando en total 4 pares uno por cada segmento. En cada esternita hay dos zonas de color claro denominadas "espejos de la cera", que llevan poros por donde sale la secreción grasosa de las glándulas cereras, ubicadas en la parte interna de cada esternita (Pesante, 2003).

Las escamas o placas de cera, las llevan las abejas a la boca con el segundo par de patas y con las mandíbulas las amasan y moldean para posteriormente ir construyendo los panales (Pesante, 2003)

Las escamas tienen forma de pentágono irregular y son muy pequeñas (ver figura 17), pesando cada una 0,0008 g con lo que se necesitan aproximadamente 1,250.000 escamas para producir 1 Kg. de cera. Solamente las abejas poseen glándulas cereras, las cuales empiezan a funcionar aproximadamente a los 12 días de vida y terminan a los 20 días, cuando se convierten en pecoreadoras.

Para fabricar cera, las abejas tienen que consumir mucho polen y miel, cuando las colmenas están flojas consumen unos 15 Kg. de miel y polen para producir 1 Kg. de cera. Por el contrario cuando la colmena esta fuerte, consume solamente unos 10 Kg. de miel y polen.



**FIGURA 17.- Estructura de las glándulas de cera:
Glándulas ceríparas; Mir = espejos, WxGld = glándula cerípara,
Mb = membrana intersegmental (Pesante, 2003).**

2.7.7.6. Glándula del veneno

De esta glándula se tratará en el apartado referente al sistema defensivo.

2.7.7.8. Sistema defensivo

El aparato de defensa es indispensable para la supervivencia de la especie. Sin él, la atracción que la miel tiene para el hombre y otros animales habría desaparecido hace siglos. Este órgano de defensa está compuesto fundamentalmente por el aguijón y la bolsa de veneno.

La ponzoña o aguijón es similar en estructura a un ovipositor. Esta estructura sólo la tiene la hembra. En los Himenópteros, la ponzoña ha evolucionado hasta convertirse en un aparato para inyectar veneno. La ponzoña está localizada en una cámara en la parte terminal del abdomen (figura 18).

La aguja de la ponzoña parece ser sólida pero en realidad está compuesta de tres partes movibles, un estilete y dos lancetas. El estilete termina en punta fina pero en su parte proximal es bastante ancha, en su parte interior recibe el veneno. Las lancetas son largas, esbeltas, puntiagudas y corren a lo largo de la parte inferior del estilete. En el medio de estas tres estructuras se forma un canal por donde pasa el veneno. La abeja encorva el abdomen hacia abajo, expone la ponzoña, y la hunde en la piel del agresor. Las lancetas y el estilete tienen, a lo largo de su borde una serie de espinas que facilitan su anclaje en la piel. Por medio de acción muscular, las lancetas se mueven, en forma alterna hacia adelante, penetrando cada vez más en la piel (Pesante, 2003).

El veneno sale a la víctima por unas hendijas en los costados terminales de la ponzoña. La misma sigue bombeando veneno y penetrando aún cuando es desgarrada de la abeja.

El veneno es producido en dos glándulas, la principal es la glándula ácida, mejor conocida como el saco de veneno, la cual produce ácido fórmico. La segunda es la glándula básica. En el saco de veneno se almacenan las secreciones de ambas glándulas; de esta forma, siempre existe una reserva de veneno para uso inmediato. El veneno es chupado o succionado por acción de las lancetas y una serie de válvulas, del saco de veneno a la base del estilete y finalmente pasa por el canal formado por el estilete y las lancetas. Su saco y glándulas de veneno son más grandes que en la obrera (ver figura 18). La reina ha evolucionado con ponzoña menos armada de espinas pues ésta es utilizada en el combate con otras reinas y el fin es el de eliminar al adversario, y no morir en el proceso. Por el contrario, la obrera muere al picar.

La ponzoña de la reina es mucho más larga que la de las obreras y no tiene tantas espinas en sus costados.

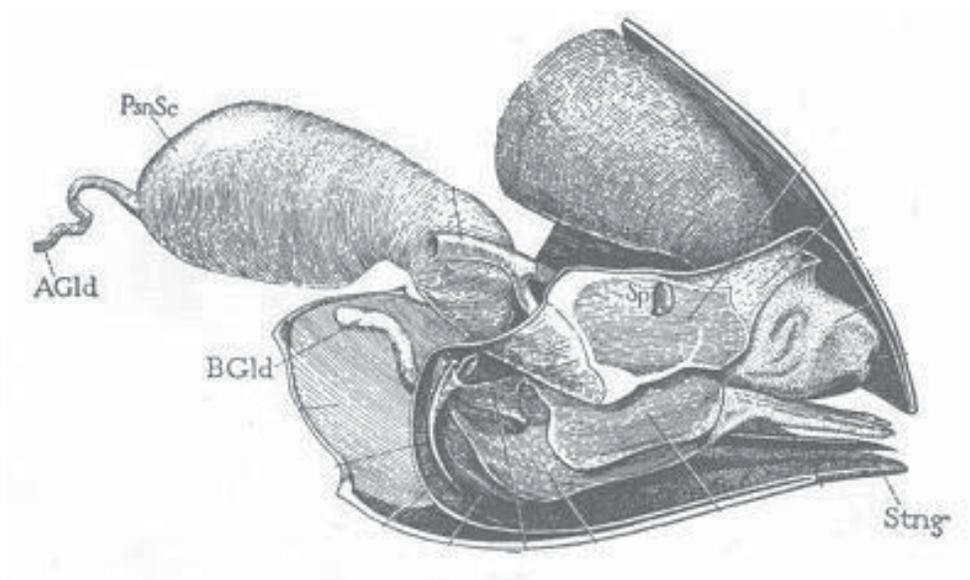


FIGURA 18.- Estructura del sistema defensivo de la abeja:
Stng = ponzoña, **PsnSc** = saco de veneno, **AGId** = glándula ácida, **BGId**

En la ponzoña se produce una feromona que tiene un efecto importantísimo sobre las abejas de la colonia y de colonias vecinas. Esta es la feromona de alarma, su componente principal es el *acetato de iso-pentilo*. Esta feromona; alarma y alerta a las obreras; estimula el comportamiento de picar, pero su función más importante es la de identifica la víctima a ser picada.

Esta feromona sigue activa luego de picar a un agresor, las demás abejas se orientan a la fuente de feromona y van a picar al área donde se encuentra la ponzoña. Las abejas de una colonia pueden ser alertadas sin que una abeja pique a un agresor. Se observará, que en ciertas ocasiones las obreras exponen el abdomen al aire y sacan la ponzoña, percibiéndose en la mayoría de los casos una pequeña gota de veneno en su punta (Pesante, 2003).

3. Principales Razas

Las abejas pertenecen al género *Apis*, conjunto de insectos himenópteros de características similares. De la *Apis* hay cuatro especies; *Apis dorsata*, *Apis florea*, *Apis cerana* y *Apis mellifica*, esta última a su vez tiene varias razas de las cuales se describen las principales a continuación.

3.1. Caucásica (*Apis mellífera* Caucásica)

Esta abeja es originaria de los altos valles del Cáucaso central, su forma y tamaño es similar al de las Carniolas y su color tiende a ser marrón, en ocasiones con manchas marrones sobre las primeras franjas del abdomen con pelos que cubren su cuerpo de color gris plomo. Es muy mansa y produce colonias potentes. Alcanza su pleno desarrollo en verano y se consideran enjambradoras. Sus defectos principales son la tendencia a propolizar en exceso los elementos de la colmena, la construcción de opérculos planos y oscuros, la tendencia a desorientarse y pillar, además de ser muy sensibles a Nosemiasis y no ser grandes productoras de miel.

3.2. Carniola (*Apis mellífera cárnica*)

Esta raza proviene de los Alpes austriacos de Yugoslavia y del valle del Danubio (Hungría, Rumania y Bulgaria), es parecida a la italiana, ya que esta cubierta de pelos cortos y abundantes, los zánganos tienden a ser gris o de un color gris amorronado. Es reconocida por su mansedumbre y se dice que es una de las abejas más dóciles que existen. Inverna bien, ya que su consumo de reservas en esta época es muy limitado, propóliza poco y no es propensa al pillaje. Es muy resistente a las enfermedades y tiene una lengua muy larga. Su principal defecto es la tendencia a enjambrar debido a su acelerado desarrollo en épocas de floración (Root, 2002).

3.3. Europea o abeja negra (*Apis mellífera mellífera*)

Fue la primera abeja que se introdujo en América, proviene de Inglaterra, Holanda, Alemania y Francia, se cree que las abejas holandesas no eran negras sino marrones. Esta abeja varía en aspecto y temperamento de acuerdo con el lugar de origen, tiene cuerpo grande, alas angostas, pelos largos y color uniforme (en algunas ocasiones manchado), casi nunca presentan franjas bien marcadas, es conocida por su laboriosidad y su temperamento nervioso (Root, 2002).

3.4. Italiana (*Apis mellífera ligustica*)

Procede del norte de Italia, se caracteriza porque los primeros anillos del abdomen son amarillos en las obreras. Es laboriosa, mansa y poco enjambradora, saca partido de las mieladas cortas, tiene tendencia a la deriva y construye pocas celdas reales. La reina es amarillo cobriza y se deja observar fácilmente (Asencio, 1998).

3.5. Africana (*Apis mellifera scutellata*)

Se origina de las regiones templadas semiáridas y sábana del África central, donde las condiciones ambientales poco estables y alta densidad de depredación, influyeron en el desarrollo de un comportamiento altamente defensivo con capacidad de reproducción en periodos cortos y emigración a lugares con más néctar, ocasionando decremento por africanización en cuanto a producción de 85% (Coronado, 1997). En 1956 la abeja africana fue llevada a Brasil, de donde escaparon 26 enjambres en 1957, llegando a Panamá en 1982 y a México por la frontera de Guatemala a Chiapas en 1985, cruzando los límites de Texas en 1991 (Otis *et al.*, 2005).

4. Principales plagas y enfermedades de las abejas

Las enfermedades de las abejas pueden ser de origen bacteriano (Loque Americana, Loque Europea y Septicemia), viral (Cría sacciforme y Parálisis), producidas por hongos (*Ascosferosis*), de etiología nutricional como la Disentería y las más dañinas las cuales son causadas por parásitos como *Nosemeasis*, *Amebosis*, *Acarapiosis*, *Galleriosis*, *Braulosis* y *Varroasis* (Llorente 1990), la cual se considera es el problema sanitario número uno a nivel mundial (Guzmán, 2005), Por ser el tema de la varroasis el tema central de este trabajo, se expondrá una revisión mas amplia sobre esta plaga.

5. Varroasis (*Varroa destructor*)

El principal problema de índole patológico de la apicultura actual es la parasitosis provocada por el acaro *Varroa jacobsoni oud* (Flores *et al.*, 1998). En México la varroasis y la africanización de las abejas constituyen las dos limitantes más importantes para el desarrollo de la apicultura (Arechavaleta *et al.*, 1998). El

parásito más importante en *Apis mellífera* es *Varroa jacobsoni* (Garza, 1996), ya que a partir de los 90's la producción de miel bajó por esta infestación, representando uno de los principales problemas mundiales y nacionales (Aguirre *et al.*, 2001).

5.1.- Epizootiología

La varroasis es una parasitosis externa que afecta a las abejas, causada por el ácaro *Varroa Jacobsoni Oudermans*, que causa alta mortalidad en las colonias, siendo una enfermedad de declaración obligatoria (Llorente, 1990).

El ácaro fue señalado por primera vez por E. Jacobson en 1904 (Yáñez, 2004) en la Isla de Java del archipiélago Indonésico, y descrito y clasificado por el Holandés A. C. Oudermans (Llorente, 1990), recibiendo por lo anterior el nombre de *Varroa jacobsoni oudermans*.

En el año 2000, mediante un estudio de ADN realizado por Anderson y Trueman (citado por Gómez, 2007), se demostró que el ácaro *Varroa jacobsoni oudermans* es un complejo de parásitos formado por más de dos especies, incluidas en una nueva clasificación restringida a abejas del género *Apis cerana* en la región de Malasia e Indonesia, por lo cual, los ácaros que afectan a las abejas del género *Apis melífera* alrededor del mundo pertenecen a otra especie denominada *Varroa destructor*, por lo que estudios anteriores realizados de *Varroa* en el género *Apis melífera*, se refieren en su mayoría a *Varroa destructor* y no a *Varroa jacobsoni* (Calderón, 2003).

Este parásito es identificado originalmente como huésped natural de la abeja asiática *Apis cerana* con el cual vive en equilibrio (Yáñez, 2004), ya que esta es capaz de detectar a los parásitos introducidos en la celdas y sobre las abejas, eliminándolos (Flores *et al.*, 1998), ocasionándoles la muerte a *Varroa* por acicalamiento hasta en 90% (Casanova, 2008), y en ocasiones en pleno vuelo hasta en un 99.6% (Casanova y Sierra 2008), ya que cuando *Apis cerana* no se puede

quitar el parásito, baila y atrae un gran número de abejas para que las retiren de su cuerpo. A este comportamiento se le conoce como *autodesparasitación* o *acicalamiento* (Guzmán, 2007), *grooming* y *despiojamiento* (Gómez, 2007), el cual se considera ha evolucionado por el largo tiempo de asociación con el parásito (Correa y Guzmán 1996).

Hasta 1950, solo había *Varroa* en *Apis cerana*. Al introducir abeja europea a Japón y el sureste de Asia, ocurrió el contagio (Moncada, 2004); para 1958, logró infestar a las abejas del género *Apis mellífera* (Vandame *et al.*, 1995), introducidas a Asia; Además, la importación de abejas legales e ilegales, ocasionó que esta parasitosis se dispersara por Europa en los años 70's (Rosales, 2007) y por África y América, eliminando a las colonias europeas silvestres que fueron reemplazadas por colonias africanizadas (Vandame *et al.*, 1995). Fue reportado por primera vez en México en 1992 (Becerra *et al.*, 2005; Guzmán, 2007), el cual por medio de la trashumancia se expandió por toda la república mexicana (Vandame *et al.*, 2008).

5.2.- Etiología

Esta parasitosis es producida por la infección a la colonia de *Varroa jacobsoni oudermans*, la cual presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Tipo:	artrópoda
Clase:	arácnida
Orden:	acarina
Sub.-orden:	mesogstigmata
Familia:	dermanisidae
Sub.-familia:	<i>varroidae</i>
Genero:	<i>varroa</i>
Especie:	<i>Jacobsoni</i> (Moncada 2004).

CUADRO 2.- Clasificación taxonómica de *Varroa jacobsoni* (Moncada 2004).

5.3. Anatomía

Las hembras tienen un cuerpo ovalado de color café rojizo, más ancho que largo, dorsalmente presenta un escudo quitinoso que cubre la mayor parte de su cuerpo con numerosas sedas, mide 0.87 a 1.27 de largo y 1.13 a 1.93 mm de ancho. Los machos tienen un cuerpo más pequeño que el de las hembras, son de color blanquecino, miden de 0.75 a 0.86 de largo por 0.64 a 0.87 mm de ancho. Al igual que la hembra, dorsalmente esta cubierto por un escudo que cubre la mayor parte de su cuerpo y numerosas sedas (Aguirre *et al.*, 2001). El cuerpo de la varroa se compone de las siguientes partes (figura 19).

5.3.1. Placa esternal. Es un medio escudo de tejido esclerotizado con 10 pelos organizados simétricamente, con 4 poros situados a cada lado de la placa. En la hembra se localizan sobre la placa genitoventral y sólo se pueden observar disecando las patas.

5.3.2. Placa genitoventral. La hembra presenta el escudo genital de mayor tamaño que el del macho y de forma menor definida, de proyección lateral profunda y angular con numerosas sedas. Mide de 0.32 a 0.64 de largo por 0.42 a 0.81 mm de ancho, el macho presenta un escudo genitoventral largo con proyección profunda simulando una cintura, mide de 0.10 mm de largo con un ancho muy irregular.

5.3.3. Placa anal. En la hembra es un escudo triangular con vértice dirigido al extremo posterior, con tres sedas preanales, distribuidas una al lado derecho, una a su izquierda y una al centro.

5.3.4. Placa endopodal. En la hembra es un escudo de forma triangular con vértices romos, uno de ellos dirigido al extremo anterior del cuerpo y el otro hacia la parte externa del mismo. El vértice interno es más alargado y agudo y se localiza directamente en la parte posterior de la coxa de la cuarta pata. Presenta 7 sedas en

la región externa de la placa derecha y 8 sedas en la placa izquierda. En el macho no esta determinada.

5.3.5. Placa metapodal. La hembra muestra un escudo alargado de forma triangular invertida, con los tres vértices romos y la base situada en la región ecuatorial del cuerpo, esta cubierta con numerosas sedas, presenta 22 sedas más largas en los márgenes externos de cada escudo. El macho no presenta esta placa.

5.3.6. Placa marginal. El cuerpo de la hembra presenta de 21 a 24 sedas distribuidas lateralmente desde el nivel de la coxa de la tercera pata, hasta el inicio del tercer tercio de la placa metapodal, esta placa carece de sedas en la parte central en dirección de la placa anal. En el macho se presenta a partir de la cuarta pata y es de distribución continua, presentando 18 sedas en forma de espinas.

5.3.7. Peritema. Está localizado en la hembra en la región ventral es submedio y su base se encuentra a un lado de la coxa de la tercera pata y se dirige a la placa marginal sin salirse mas allá de ella.

5.3.8. Aparato bucal. Los palpos de las hembras presentan numerosas sedas, el palpo derecho mide de 0.045 a 0.16 mm de largo y el palpo izquierdo mide de 0.051 a 0.19 mm de largo, la forma alargada y terminada en punta de los quelíceros es similar en las hembras y en las protoninfas; en el macho presenta forma de tubo en su parte distal.

5.3.9. Órganos respiratorios. Los espiráculos se encuentran localizados hacia la región interna de la base de cada placa metapodal, en el macho no se observan.

5.3.10. Poro genital. El orificio genital se localiza a la altura de la tercera y cuarta pata anterior a la placa genitoventral.

5.3.11. Patas. Tanto en la hembra como en el macho están constituidas por 6 segmentos: coxa, trocánter, rodilla, fémur, tibia, tarso. Presentan numerosas sedas largas y puntiagudas, el tarso tiene forma de copa con la parte terminal a manera de ventosa (Aguirre *et al.*, 2001).

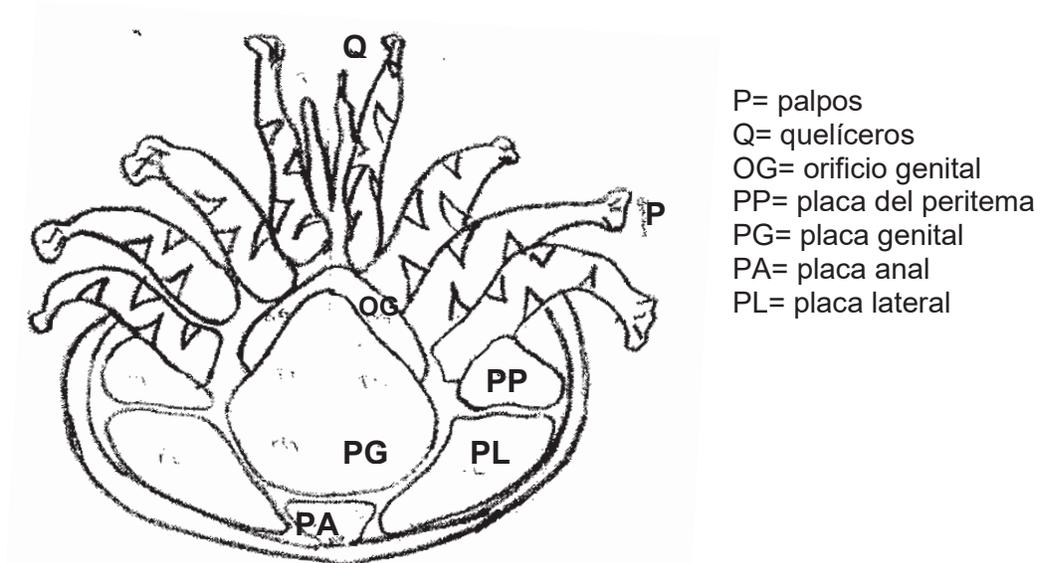


FIGURA 19.- Anatomía de la varroa (realizado para formatos de estudio)

5.4. Ciclo de vida de la varroa

El individuo clave del ciclo de desarrollo de la *Varroa* es la hembra adulta (Vandame *et al.*, 2008). El ciclo biológico de esta comprende dos fases que acontecen dentro de la colonia: fase forética y fase reproductiva (Vedi, s/a).

El ciclo inicia cuando la hembra de *Varroa* finaliza la fase en que vive sobre las abejas, conocida como fase forética, la cual tiene una duración de 4- 14 días

cuando hay cría o varios meses en ausencia de esta (Calatayud, 2008). Durante este periodo, la varroa se alimenta 12 veces por semana (Mobus y Bruyn 1999).

En abejas adultas *Varroa* se encuentra en el abdomen por debajo de los escleritos, sostenida por las membranas ínter segmentales usando sus extremidades y partes bucales para sostenerse, ubicándose en invierno en la parte ventral de la abeja y en verano en el dorso (Moncada, 2004).

La *Varroa* durante la fase forética, vive 2-3 meses en verano y 4-6 meses en invierno. En ausencia de abejas, la vida de la *Varroa* depende de la humedad y la temperatura externa, con temperaturas de 13-25°C y humedad de 65-70%, vive 7 días dentro de la colmena, fuera de la colmena su vida depende de la humedad ambiental, viviendo 9 días a 28°C con humedad de 85%, y solo 24 horas a 35°C con humedad de 50%, permitiendo este factor su contagio por materiales (Moncada, 2004).

La *Varroa* deja la fase forética, 15-20 horas pre operculado en obrera y 40-50 horas preoperculado en zángano (Medina, 1997), o a un peso de la larva de 100 mg en el caso de la obrera y 200 mg en el caso del zángano, ambos en el estado larval (Remy *et al.*, 2008).

La fase reproductiva comienza cuando una hembra de *Varroa*, abandona el cuerpo de la abeja adulta y se introduce en una celda. El ácaro de *Varroa* se siente atraído por ciertos ésteres de ácidos grasos que se encuentran en la larva en el quinto estadio, aunado al ácido palmítico que rodea a la larva presente en el aire cercano a ella (Nazzi *et al.*, 2007).

Otra teoría sugiere que la preferencia de *Varroa* por abejas nodrizas viene de una fuente distinta a la propia larva, además de la cría el alimento puede ser otro atrayente, ya que en 1985 se demostró que el alimento de la larva incide la reproducción de *Varroa destructor* (Nazzi *et al.*, 2007).

Una vez introducida en la celda, la *Varroa* permanece inmóvil sumergida en el alimento larval aproximadamente durante 15 horas en la celda de obrera, hasta la fase de pupa de la abeja, lo cual ocurre al momento de la operculación de la celda. Operculada la celda, la larva de abeja se alimenta durante 36 horas y comienza a tejer su capullo, el final del alimento larval ocasiona la señal para que la *Varroa* salga de la fase inmóvil (Remy et al., 2008), suba a la pupa y se alimente por primera vez, perforando el quinto anillo ventral con su quelícero (Gómez, 2002), consumiendo en cada comida 0.1 mg de hemolinfa. En caso de morir la pupa, la *Varroa* vive hasta 3 semanas (Mobus y Bruyn 1999).

Cuando la abeja termina de tejer su capullo y entra en estadio preinfaal inmóvil, la *Varroa* produce una acumulación fecal en un extremo de la celda (Gómez, 2002), que le servirá posteriormente como sitio de reproducción al adoptar la pupa una posición definida, momento en el cual la hembra de *Varroa* comienza la postura (Calatayud, 2008).

Después de la operculación de la celda, aproximadamente a las 70 horas, la *Varroa* pone un huevo por primera vez adoptando una actitud inmóvil, durante un minuto toca la pared de la celda con su primer par de patas manteniendo el huevo contra la pared con sus dos primeros pares de patas, dando como resultado un macho (Vedi, s/a); Posteriormente en intervalos de 26-32 horas, los siguientes huevos darán origen a hembras (5-6 hembras en celda de obrera y 6-7 en celda de zángano). En las celdas de obrera, solo cuatro descendientes alcanzan la etapa adulta (3 hembras y un macho) y en las de zángano 6 (un macho y 5 hembras) (Medina, 1997).

A las 10 horas posteriores a la postura, el huevo se convertirá en larva, y como tal durará otras 10 horas. En esta etapa solo cuentan con 6 extremidades. Después pasará a protoninfa, durando en este periodo 2 días; posteriormente se convertirá en deutoninfa permaneciendo así 72 horas, de las cuales 38 a 46

permanecerá inmóvil. En esta etapa ya cuenta con todos los rasgos característicos de adulto, al cual llegará en 160 horas (Remy *et al.*, 2008).

En el estado de protoninfa, la *Varroa* ya ha desarrollado sus quelíceros y puede comenzar su alimentación, la cual ocurre por orden de edad, el macho no se alimenta ya que modifica su aparato bucal y lo convierte en aparato copulador. Una vez terminada la alimentación, el macho se dirige al bolo fecal esperando a las hembras, que después de defecar copulan con él, permaneciendo unido a la primera hembra que llega, hasta la llegada de la siguiente hembra; Poco tiempo después de haber copulado con las hembras, el macho muere por inanición ya que nunca se alimenta.

En caso de no ser fecundada alguna hembra, permanecerá estéril el resto de su vida, por atrofia de su aparato reproductor. Después de 2-3 días de madurez, la *Varroa* adquiere su color rojizo típico. Cuando emerge la abeja, las *Varroas* saldrán con ella y buscarán otra abeja para comenzar su fase forética e iniciar un nuevo ciclo reproductivo (Calatayud, 2008).

5.5. Reproducción de Varroa

Los principales factores que afectan la reproducción de *Varroa* son: la falta de postura de *Varroa*, la muerte del macho antes de la fecundación, el inicio tardío de la postura y la muerte de la hembra en la celda antes del inicio de la postura. Además, solo el 72.2% de *Varroas* dejan descendientes viables, quedando 1-2 *Varroas* viables en obrera y 2-4 en cría de zángano, realizando cada hembra 2-3 ciclos reproductivos.

Aproximadamente el 30% de las hembras viables, mueren al finalizar su primer ciclo reproductivo y menos del 10% llegan a completar más de 2 ciclos, (Calatayud, 2008). En México se le ha calculado a *Varroa* una tasa de reproducción de 42- 88% (Becerra *et al.*, 2005).

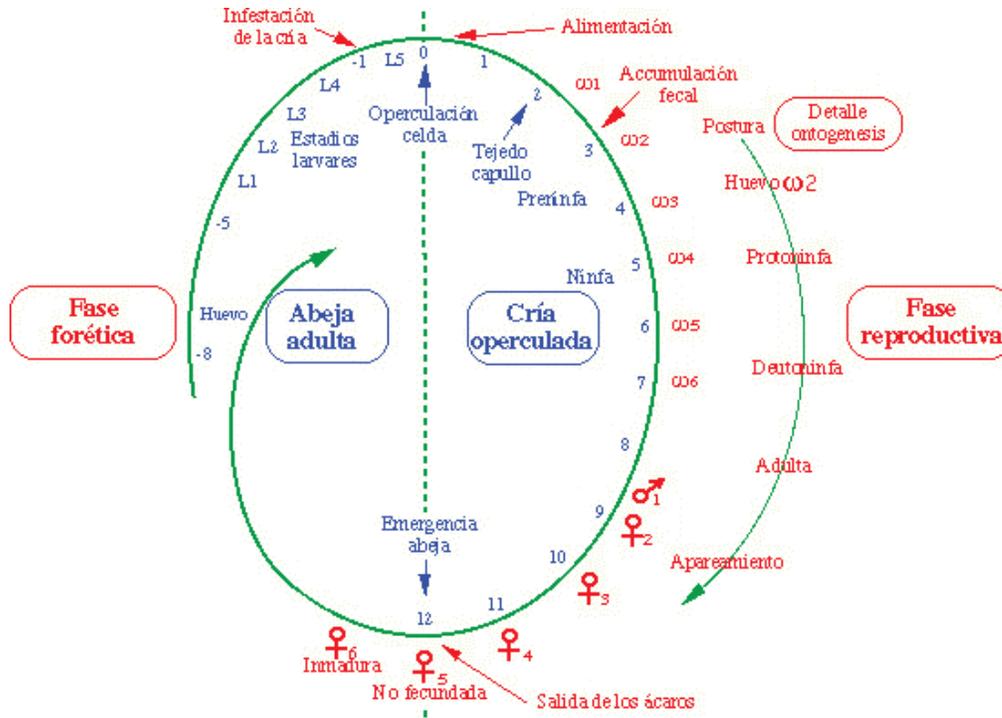


Figura 20: Sincronización de los ciclos de desarrollo de la abeja y de *Varroa*: En azul: desarrollo de la abeja (los números indican el número de días separando de la operculación. En rojo: desarrollo de la familia *Varroa*. La letra w indica la postura de un huevo (Vandame et al, 2009).

5.6. Mortalidad natural de *Varroa*

Este parásito tiene un periodo de vida de 2-3 meses en verano y de 4-6 meses en invierno, en ausencia de la abeja el periodo de vida de *Varroa* depende de la humedad y la temperatura (Llorente, 1990).

La *Varroa* vive 30-40 días durante los periodos reproductivos y varios meses en ausencia de cría, muriendo cada día el 1-3 % de la población en la presencia de cría y del 0.3-0.5% en ausencia de cría (Calatayud, 2008).

5.7. Distribución de Varroa en la colonia

En presencia de cría el 30-40% de las *Varroas* están sobre las abejas y 60-70% en la cría. Cuando la cría es abundante, puede presentar hasta un 80% de *Varroa* en ella (Calatayud, 2008).

5.8. Multiplicación de Varroa en la colonia

La población de este parasito en las colonias se multiplica por dos aproximadamente cada mes, en climas cálidos con presencia continua de cría, 10 hembras pueden multiplicarse hasta alcanzar una población de 4000-5000 *Varroas* y terminar con la colonia por la presencia de otra enfermedades (Calatayud, 2008)

5.9. Patogenia

La *Varroa* se alimenta tanto de las abejas adultas como de la cría, pero se puede reproducir solo en cría operculada, causando graves daños (Flores *et al.*, 1998) y pudiendo causar la transmisión de enfermedades virales y bacterianas (Becerra *et al.*, 2005).

Dependiendo el tipo de daño que ocasiona *Varroa* sobre la colonia de abejas pueden clasificarse en dos grupos: de acción directa o indirecta (CPA, 2008).

5.9.1. Daños directos

5.9.1.1. En obreras

Las abejas sin parasitar tienen un peso corporal de 114 mg lo cual es 10% más que las abejas emergidas con 3 o menos *Varroas* maduras, las cuales en caso de poder volar, reducirán su tiempo de vuelo 26%. Al emerger con cuatro ácaros o más su peso se reduce 22%.

Se reduce la vida de la abeja a la mitad al emerger con una *Varroa* madura y su progenié, con dos *Varroas*, la abeja vive únicamente 17 días, con más de dos solo vive 9 días; en este caso, la abeja puede emerger lisiada, además de que ninguna de las dos ultimas, podrán ser nodrizas ni cereras y jamás abandonarán la colmena (Bernar y Clive, 1999) ya que su supervivencia en invierno, es de veinte a veinticinco días (Becerra *et al.*, 2005).

5.9.1.2. En zánganos

- Pérdida de peso corporal que va de 9 a 41 mg o hasta en 25% (Ramos, 2000).
- Pocas probabilidades de aparearse.
- Un zángano parasitado tiene 30% menos proteína en la hemolinfa.
- Reducción del tamaño de los testículos y reducción espermática de 40-50%.
- Sólo 10% abandonan la colmena (Jadricic y Otis, 2004).

5.9.1.3. En la reina

- Reducción en el tamaño y fuerza

En infestaciones altas, hasta 50% no emergen (Mobus y Bruyn, 1999).

5.9.2. Daños indirectos

- Merma en la producción de miel de las colmenas hasta en 65% (Arechavaleta *et al.*, 2008)
- Reducción en periodo de vida de la colonia de abejas en 68% (Ramos, 2000)
- Muerte de las colonias
- Peligro de contaminación de miel por acaricidas

- Transmisión de hongos patógenos como *Ascosphaera apis*.
- Transmisión de *Bacillus larvae* causante de *Loque Americana*, ya que se ha demostrado recientemente que *Varroa* es capaz de transportar sobre su cutícula las esporas de este agente (CPA, 2008).

5.10. Morbilidad

La principal forma de contagio de *Varroa* es por contacto con material contaminado, deriva, manipulación descuidada, trashumancia, pecoreo y pillaje (Moncada, 2004), se calcula que por estos últimos llegan hasta 70 *Varroas* por día a una colonia de abejas en un día muy activo (García, 2007).

Otro factor es el crecimiento poblacional de *Varroa* ya que el 40% son fértiles en celdas de abejas africanizadas y 80% en abejas europeas (Vandame *et al.*, 1995); pudiendo tener un mayor crecimiento en estas últimas y mayor diseminación entre ellas. Otro factor determinante es la tolerancia, las abejas africanizadas son la única raza conocida del género *Apis mellífera* que la manifiesta de forma natural, y las colonias infestadas persisten indefinidamente (Martin, 2005), presentándose un 40% en abejas africanizadas y 80% en europeas (Ledezma, 2000). Se considera que la resistencia se presenta cuando las colmenas que son atacadas por la *Varroa*, sobreviven y mantienen su capacidad de producción sin tratamiento alguno (Liebig, 1997).

5.11. Mortalidad

Los daños que la *Varroa* causa, dependen del grado de infestación pero generalmente las colonias sucumben en 2 a 4 años (Guzmán *et al.*, 2000); así por ejemplo, una colonia europea en abril, con 400 *Varroas*, alcanza en agosto 7000, nivel considerado como crítico (Medina y Vicario, 1998), el cual ocurre cuando la infestación llega al 40%, desencadenando la muerte de la colonia (Becerra *et al.*, 2005). Así, esta parasitosis sin tratamiento, puede matar el 15% de las abejas el

primer año, 30% el segundo y el 100% de las colonias el tercero (Lesur, 2002; Otis *et al.*, 2005).

5.12. Signos clínicos

Las colonias se debilitan y las abejas se encuentran nerviosas, hay mortalidad en la cría primero y después en abejas, por lo general es asintomático y para cuando se detecta ya se encuentra en un avanzado grado de parasitosis la colmena (SAGARPA, 2006). El periodo pre-latente varía según el clima y el grado de exposición de la colmena, teniendo como principales signos la demora en la eclosión de las abejas de hasta 3-4 días, la reducción de la vida productiva de la abeja hasta en 64-83%, la falta de vitalidad en las abejas, muerte prematura, malformaciones en abejas recién eclosionadas y la presencia de enfermedades alternas (Llorente, 1990).

5.13. Diagnóstico

El diagnóstico temprano de esta parasitosis es de vital importancia, ya que puede ayudar a salvar la vida de la colonia y evitar la dispersión a colonias vecinas. Se lleva a cabo mediante la observación del comportamiento, signología e inspección de la cría para buscar crías sin eclosionar (Llorente, 1990)

Otro método de diagnóstico es el farmacológico, el cual utiliza moléculas acaricidas para forzar la caída de las *Varroas*, las cuales son recolectadas en cartulinas colocadas en el piso de la colmena. Este método también puede ser utilizado sin la presencia de moléculas acariciadas, por medio de la recolección del parásito en charolas por el método de conteo de caída libre (Llorente, 1990; Peniche, 2007). Consiste en colocar una charola de triplay de 3 mm de grosor y de 35 x 45 cm con un marco de 2 cm, de espesor por 1 cm de alto, abiertas en uno de sus lados cortos. La cara superior de la charola contiene el marco que estará cubierto por una malla criba cuadrada de 8 cuadros por pulgada lineal. En el espacio formado

entre la malla y el triplay, se introducirá una hoja de papel Bond de 33 x 43 cm impregnado de grasa vegetal, que se introduce por la piquera hasta el fondo de la colmena, asegurándose de no impedir el libre acceso de las abejas, donde caerán naturalmente las varroas que mueren diariamente. La caída de *Varroas* por día no debe ser mayor a 10.

El método diagnóstico más confiable en la actualidad es el de laboratorio, ya que permite datos más exactos. Este tipo de diagnóstico incluye la determinación del porcentaje de infestación en abejas adultas por el método David de Jong.

El método se basa en obtener del centro de la colonia de abejas una muestra de 200 a 500 abejas en un frasco con alcohol al 70%, mediante el barrido de abejas del panal del bastidor cuidando de no incluir a la reina y transportando la muestra al laboratorio. Se utiliza una botella, generalmente de plástico, a la que se le corta el fondo y se le añade una malla criba de 4 mm por pulgada. Se tapa la botella se invierte de su posición normal y se llena hasta su parte media con agua jabonosa o alcohol al 70%, donde son incluidas las muestra de abejas. Se agita de 3 a 5 minutos, se destapa y se invierte el líquido sobre un paño blanco que sirve de colador, instalado sobre un recipiente de boca ancha. De esta manera, las abejas quedarán en la botella y las *Varroas* sobre el paño blanco. Los resultados se reportan, multiplicando el número de ácaros por cien y se dividen entre las abejas encontradas.

El diagnóstico en cría se lleva a cabo por medio de la técnica de conteo en panal. Esta determinará el grado de infestación en la cría, y consiste en desopercular un promedio de 50 celdillas, buscar en el fondo y retirar las *Varroas* presentes en ellas. Para sacar el porcentaje de infestación en cría se dividirá el número de celdas con varroa, entre las celdas desoperculadas, entre 100 (SAGARPA, 2006).

5.14. Diagnóstico diferencial

La varroasis debe diferenciarse de la infestación con el piojo de la colmena, conocido científicamente como *Braula coeca* (Llorente, 1990), el cual es un pequeño díptero parecido a la *Varroa* que generalmente se encuentra sobre las abejas nodrizas y la reina (Schopflocher, 1996).

5.15. Tratamiento

La erradicación de *Varroa* es imposible, por lo cual se tienen que usar pesticidas (Martin, 2005). Actualmente este parásito es controlado con insecticidas que ocasionan desventajas, tales como: desarrollo de resistencia, toxicidad para las abejas y el hombre, residuos en miel y cera y altos costos (Guzmán y Arechavaleta, 1998; Guzmán 2005).

Existen formas de controlar la varroasis mediante productos elaborados con diferentes principios activos, como los químicos y los orgánicos; con distintas formas de acción, como los sistémicos que son ingeridos por las abejas; los de contacto (Bacci, 2008); además de técnicas de control biológico, las cuales han dado buenos resultados en algunas épocas del año (Peniche, 2007).

Las formas de administración de medicamentos son por medio de humos o gases, los cuales se aplican por medio del ahumador; evaporadores, como las sustancias orgánicas; y soluciones, que se aplican en recipientes dentro de la colmena (Bacci, 2008).

Los principios activos utilizados en la actualidad son: Amitraz, Fluvalinato, Flumetrina, Cohumapos, Cimiazol, Bromopropilato entre otros. Algunos tratamientos alternativos contra este parásito son los ácidos orgánicos como: láctico, fórmico y oxálico (Bacci, 2008); además de aceites esenciales (Bacci 2007) y vaselina (Yáñez, 2004).

El control biológico de la varroa se lleva a cabo mediante la introducción de un cuadro con cría de zángano en la zona de cría, ya que la *Varroa* al tener más días para realizar su ciclo, tendrá preferencia por estas celdas. Al eliminar la cría de zángano cuando este operculada, también se eliminarán las *Varroas* (Peniche, 2007).

5.16. Prevención y control

Una posibilidad de controlar este parasito es el utilizar abejas genéticamente resistentes a varroasis (Correa y Novoa 1996), Se ha comprobado que la selección a través de los machos, es un factor primario en lo que se refiere a la resistencia a pestes (Benedetti, 1998; Jadric y Otis, 2004).

Las medidas de prevención y control incluyen la realización de diagnósticos periódicos de control de infestación, regular la movilización de colmenas, el control de importación de reinas y la capacitación constante de los apicultores (Baltierra, 2003).

Otra forma de control no tan común, consiste en evaluar el comportamiento de acicalamiento y potenciarlo a través de la selección de las abejas con características de interés (García, 1997).

5.17. Métodos de defensa sanitaria de la colonia

La abeja ha desarrollado diversos mecanismos de defensa a lo largo de sus 100, 000 años de evolución, los cuales le confiere resistencia ante agentes extraños. La salud de la colonia depende de su capacidad de mantener activos sus sistemas de defensa, los cuales se dividen en dos mecanismos:

5.17.1. Mecanismos de resistencia de la abeja

- Barrera cuticular, la cual esta conformada por el exoesqueleto.
- Barrera intestinal, integrada por la barrera peritrófica.
- Flora intestinal, la cual consta de bacterias benéficas.
- Microbismo del polen, por medio del cual se adquiere la flora intestinal.
- Interferones, glicoproteínas producidas por la pared intestinal.
- Reacciones celulares, por medio de agregados celulares se logra la eliminación de agentes patógenos.
- Defensa hemolinfática, por la producción de lisozima y más de 800 tipos de péptidos antimicrobianos AMP.

5.17.2. Mecanismos de resistencia de la colonia

- Comportamiento higiénico, el cual confiere resistencia contra Loque Americana y Cría Calcificada.
- Comportamiento de limpieza, este funciona contra Acariasis.
- Comportamiento VSH (Varroa specific hygiene) el cual actúa contra *Varroa*.
- Acicalamiento (Gómez, 2007).

5.17.2.1. Acicalamiento

El acicalamiento se define como la capacidad de las abejas obreras del género *Apis*, para detectar y eliminar a las ácaros presentes en su cuerpo o el cuerpo de sus compañeras, ayudando a disminuir la población de *Varroa* (Moncada, 2004).

Este comportamiento también es conocido como *grooming* (Flores *et al.*, 1998) o *despiojamiento* (Gómez, 2007) y consiste en que las abejas obreras realizando

movimientos vigorosos con el tórax y abdomen eliminan de cualquier parte de su cuerpo las *Varroas* con ayuda de sus patas y mandíbulas (Moncada, 2004). Al morder a los parásitos las abejas les ocasionan daños y los hacen caer al fondo de la colmena (Spivak, 1998; Espinoza *et al.*, 2006). La capacidad de heredar este comportamiento es de 0.71 (Spivak, 1998, Guzmán y Arechavaleta 1998).

Cuando las abejas no pueden quitarse las *Varroas*, ejecutan un baile para atraer a otras compañeras y que los retiren con sus mandíbulas (Spivak, 1998), este comportamiento ayuda a eliminar o disminuir la población de parásitos y se considera como una de las alternativas para el control de esta infección (Moncada, 2004)

Se ha demostrado, que el comportamiento de acicalamiento es un mecanismo importante de tolerancia de las abejas a *Varroa*, aunque en México no existen estudios que comprueben la capacidad de expresión de este comportamiento en abejas europeas, africanizadas y sus híbridos (Becerra *et al.*, 2005). Aun siendo el de mayor impacto en la inhibición del desarrollo de *varroa* (Guzmán y Arechavaleta 1998).

De cuatro mecanismos de limpieza estudiados, el acicalamiento tuvo mayor impacto en abejas de diferentes orígenes genéticos (Arechavaleta *et al.*, 2008). Este comportamiento es medido de manera indirecta, a través de la observación de los ácaros dañados presumiblemente por las mandíbulas de las abejas (Guzmán, 2007).

5.17.2.2. Tipos de acicalamiento

Al localizar las *Varroas*, las abejas las muerden causando daños severos a sus extremidades u otras partes del cuerpo (Moncada, 2004), segmentando el lidosoma y ocasionándoles la muerte. La *Apis mellífera* puede ocasionar la muerte a *Varroa* por acicalamiento hasta un 16% (Casanova, 2008).

El acicalamiento sobre sí mismas se conoce como autogrooming y sobre otras abejas se le llama halogrooming (Flores *et al.*, 1998; Guzmán y Arechavaleta 1998).

5.17.2.3. Técnicas de diagnóstico de acicalamiento

Los métodos de medición de este comportamiento, se han clasificado en:

5.17.2.3.1. Directo. Consiste en infestar artificialmente a las abejas con hembras adultas de *Varroa*, colocadas sobre el cuerpo de cierto número de abejas en una colmena de observación durante un tiempo estimado, para determinar el tiempo de reacción.

5.17.2.3.2. Indirecto. Se realiza mediante el conteo individual de las *Varroas* caídas en charolas recolectoras, las cuales se clasifican de acuerdo al tipo de lesiones que presentan, y que se consideran son causados por las abejas (Espinoza *et al.*, 2006).

OBJETIVO

Determinar entre las razas de abejas Carniola (*Apis mellífera cárnica*), Caucásica (*Apis mellífera Caucásica*), Cordovan (proveniente de las razas Carniola e Italiana) y la línea Hibridá Africanizada comúnmente utilizada en la producción apícola nacional, cual presenta un mejor comportamiento de acicalamiento que elimine la *varroa destructor*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Zona de estudio. El estudio se realizó en la localidad de Umécuaro, perteneciente a la tenencia de Santiago Undameo, del municipio de Morelia en el Estado de Michoacán de Ocampo, ubicada a 23 kilómetros de la capital del estado. Limita al norte con la tenencia de Morelos y la ciudad de Morelia; al este con la tenencia de Atécuaro; al oeste con la tenencia de Tacicuaro, Tiripetío y San Nicolás Obispo; y al sur con el municipio de Acuitzio (Sectur, 2009).

Marco de estudio. Este se conformo por el apiario “La Escondida”

Población objetivo. Se integro por 20 colmenas tipo Jumbo, divididas en 4 grupos de 5 colmenas cada uno según su origen genético: el G1 lo integraron 5 colonias de la línea Cordovan (originada a partir de *Apis mellifera cárnica* y *Apis mellifera Ligustica*); G2 5 colonias de la raza Carniola (*Apis mellifera cárnica*); G3 5 colonias de la raza Caucásica (*Apis mellifera Caucásica*) y el G4 5 colonias híbridas, las reinas utilizadas fueron reinas comerciales de libre fecundación.

Periodo de estudio. El periodo de trabajo fue del 1° de febrero al 21 de julio del año 2008.

Diseño de estudio y técnica de muestreo. Para realizar la evaluación del comportamiento de acicalamiento, los grupos se distribuirán en 4 filas a una distancia entre colmenas de 1.5 metros y entre filas de colmenas de 3 metros, con orientación al este. Una vez instaladas, fueron introducidas las abejas reinas para comenzar el proceso de adaptación y en la semana siguiente se inicio con la alimentación, en intervalos de siete días por un periodo de cuarenta y dos días. La alimentación suministrada fue a base de de jarabe, un litro por cada colmena, preparado con agua y azúcar (1lt/1kg).

Una vez transcurridos 21 días de alimentación, se evaluó en cada colmena el porcentaje de infestación por el método de David de Jong (SAGARPA, 2006) y se les dio un tratamiento acaricida con Flumetrina en presentación en tiras de plástico a una concentración de 0.6 g/ tira (Bayvarol), durante 24 días (Bacci, 2008). Posteriormente, las mediciones de infestación serán durante 10 semanas, cambiando las hojas de las charolas cada 7 días. El papel usado se colocó en una bolsa de plástico transparente de 40 x 60 cm, colocado en una caja de cartón y trasladado al laboratorio de Microbiología de la F.M.V.Z. de la U.M.S.N.H., donde se observó en el microscopio cada uno de los ácaros, sobre un portaobjetos de vidrio flotado sin pulir de 0.7 mm de grosor de 50 x 75 mm con una visión de 40x. Al mismo tiempo, se tomaron mediciones comparativas de porcentaje de infestación cada 3 semanas en crías con el método de Conteo en Panal y en abejas adultas con el método David de Jong (SAGARPA, 2006). Para obtener el grado de infestación de la colmena en comparación al grado de acicalamiento de cada una de las razas.

Método diagnóstico. La manipulación de las *Varroas* fue por medio de pinzas entomológicas, fueron colocados de forma ventral y dorsal al microscopio para determinar y cuantificar los daños causados por las abejas en los cuatro cuadrantes y por regiones anatómicas (Anexo A), considerado como anotación en el formato **1** en caso de sufrir daño en la región y **0** en caso de no sufrir daño.

Análisis de resultados. Los resultados fueron analizados de acuerdo al siguiente modelo matemático:

$$Y = m + raza + región + técnica + E_{ijn}, \text{ donde:}$$

- Y = una observación del porcentaje de infestación
 M = media poblacional
 $Raza_i$ = efecto fijo de la i ésima raza ($i=1, 2, 3, 4, 5...$)
 $Región_j$ = efecto fijo de la j ésima región anatómica ($j = 1, 2, 3, 4, 5 \dots$)
 $Técnica_n$ = efecto fijo de la n técnica del conteo de infestación
 E_{inc} = efecto aleatorio asociado a cada observación E_{ijn} -NID (O, P2)

RESULTADOS Y DISCUSION

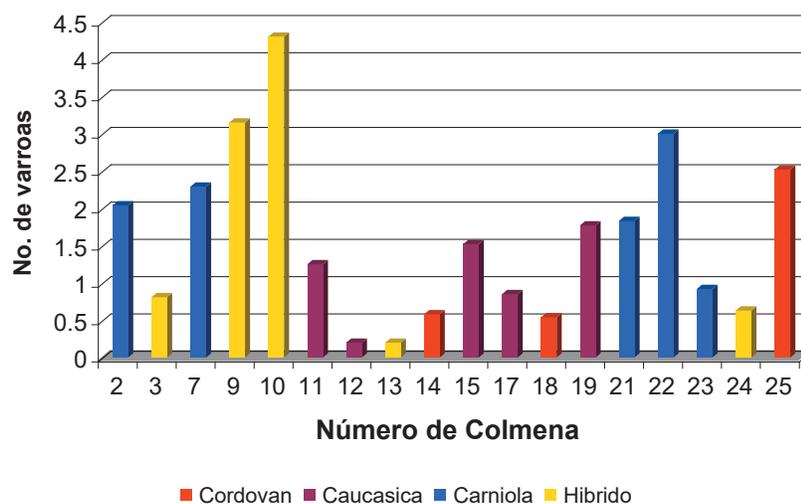
De acuerdo con los resultados se encontró que el promedio general de varroas encontradas por colmena fue de 2.0 ± 2.0 ; con un coeficiente de variación (CV) $> 100 \%$ (cuadro 1). Por lo que se puede establecer que el nivel de infestación de varroa/colmena en el apiario fue variable: encontrando de 0 a 15 varroas/colmena/medición.

Cuadro 3.- Análisis de varianza para varroas recolectadas por colmena

F. de V.	GL	CM
Colmena	17	26.6528559**
Error	301	
Prom.		2.0
D.E		± 2.0
C.V		> 100
R ²		0.26

** Altamente significativo ($p > 0.001$)

Así, uno de los principales factores que determinaron el número de varroas presentes en el apiario fue la colmena ($p < 0.001$) (Cuadro 3); es decir, el número de varroas colectadas estuvo afectada por el número de la colmena. Dicho efecto se puede apreciar en la siguiente gráfica.



Gráfica 1.- Número de Varroas recolectadas por colmena de acuerdo al genotipo de abejas presentes en el apiario durante el periodo de estudio.

En la gráfica 1 se aprecia números impares de colmenas, lo cual se debe a que se colocaron 6 reinas de cada genotipo, pero se utilizaron solo 5 reinas para la medición. Para las colonias de reina Cordovan, se utilizaron las colmenas 14, 16, 18 y 25 (colocando solo 4 reinas, ya que 2 murieron precolocación), la colmena 14 cambió de reina y la 16 murió a la segunda semana de muestreo; por lo que fueron muestrear todos los periodos las colmenas 18 y 25 para este genotipo.

Las colonias de reina Caucásica se colocaron en las colmenas 11, 12, 15, 17, 19, 20, descartándose la última porque enjambro; las demás participaron durante las mediciones.

De las colonias de reina Carniola se utilizaron las colmenas 2, 7, 9, 22, 21, 23; de estas sólo la colmena 9 cambio de reina, por lo que se tomó como híbrida; las demás se continuaron utilizando.

Para las colonias Híbridas se seleccionaron la colmena 1, 3, 10, 13, 24 y la colmena 9 (la cual no permitió la permanencia de la reina Carniola).

De acuerdo con la gráfica 1, las colmenas 9, 10, 22 y 25 fueron las que presentaron el mayor número de varroas y fueron estadísticamente diferentes ($p < 0.05$) al resto de las colmenas evaluadas. La diferencia en el comportamiento entre colmenas, en cuanto a infestación de varroas, puede atribuirse a lo que Vandame (2009) reportó en sus investigaciones: “al introducir nuevas reinas hay un importante efecto sobre la sensibilidad a enfermedades por una constante infestación vertical de las crías (crías enfermas son vectores de infestación hacia las crías nuevas)”. Este ciclo de infestación entre crías está determinado principalmente por el ciclo de postura entre una reina y otra.

Los hallazgos de este investigador en lo referente al ciclo de infestación por varroa y su relación con el ciclo de postura entre una reina y otra, puede ser un factor que explique la variabilidad ya que no todas las reinas comenzaron la postura en un mismo tiempo. No obstante, dicho efecto no fue medido y por lo tanto debe analizarse en futuros trabajos para aclarar el fenómeno de la varroasis debido al cambio de reina. Los resultados del efecto del genotipo de las abejas sobre la infestación de varroa se observan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis de varianza para el genotipo sobre la infestación de varroa.

F. de V.	GL	CM
Genotipo	3	32.84236077**
Error	315	
Prom.		2.0
D.E		±2.0
C.V		>100
R ²		0.05

** Altamente significativo ($p < 0.001$).

Estos resultados concuerdan con lo analizado por Root (2002), quien determinó un comportamiento diferente entre genotipos presentes en un apiario, sobre la infestación de varroa.

Root (2002) encontró la existencia de una mayor sensibilidad de algunos genotipos; así mismo, se ha demostrado que las abejas de genotipo Caucásica son muy sensibles a *nosemiasis*, enfermedades asociadas a varroa; mientras que a diferencia de las abejas del genotipo Carniola son muy resistentes a la parasitosis y por consecuencia a las enfermedades asociadas a infestaciones por varroas (Vandame *et al.*, 1995; Ledesma, 2000). Sin embargo, se ha establecido que las abejas africanizadas son la única raza conocida del género *Apis mellífera* que tiene resistencia de forma natural, a la infestación por varroa (Martin, 2005).

La infestación de varroa de acuerdo al genotipo fue de 1.2 ± 0.26 varroas/colmena y por recolección para el caso de las abejas Caucásicas y de 1.5 ± 0.26 varroas/colmena para las abejas cuyo genotipo fue Cordovan. Ambos genotipos fueron estadísticamente iguales ($p > 0.05$), pero diferentes a los genotipos Carniola e híbrido ($p < 0.05$), mostrando una mayor sensibilidad a la infestación por varroa al genotipo Carniola y una mayor tolerancia a dicha infestación al genotipo Caucásica (Cuadro 5)

Cuadro 5. Medias de mínimos cuadrados para la infestación de varroa de acuerdo al genotipo.

Genotipo	Promedio*	E.E.
Caucásica	1.22 ^a	0.26
Cordovan	1.58 ^a	0.32
Carniola	2.20 ^b	0.21
Híbrido	2.68 ^b	0.24

*= Numero de varroas

Literales ^{a, b} = diferencias estadísticas ($p < 0.05$)

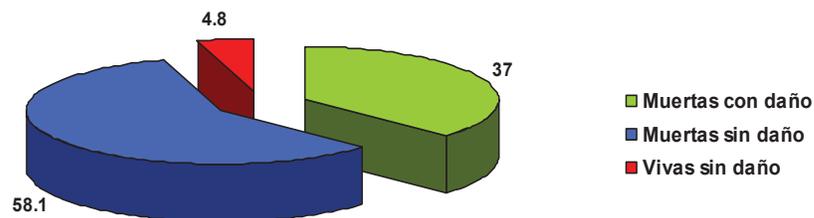
Estos últimos resultados muestran que los genotipos Carniola e híbrido, presentaron una mayor infestación de *varroa*, contrario a lo que plantea Casanova (2008), quien determinó que existe resistencia a varroa de la abeja africana, con menor cantidad de daños producto de la infestación. A diferencia de la *Apis mellífera*,

la cual cada vez presenta una mayor sensibilidad a la infestación. Esto pudiera explicar los resultados de la presente investigación con respecto a la menor resistencia que presentan las abejas híbridas y las abejas de raza Carniola, pues ambos genotipos pertenecen al género *Apis mellifera*.

Sin embargo, se ha determinado que el género posee de forma natural resistencia a la infestación de varroa por medio del comportamiento de acicalamiento; capaz de heredarse en 0.71 (h^2). Esto puede explicar la resistencia de otros genotipos producto de la hibridación (Spivak, 1998; Guzmán y Arechavaleta, 1998; Martin, 2005). Liebig (1997), considera que la resistencia se presenta cuando las colmenas que son atacadas por la *Varroa*, sobreviven y mantienen su capacidad de producción sin tratamiento alguno.

Investigaciones al respecto, han demostrado que el comportamiento de acicalamiento es un mecanismo de tolerancia a *Varroa*, aunque en México no existen estudios que comprueben la capacidad de expresión de acicalamiento de abejas europeas, africanizadas y sus híbridos (Guzmán y Arechavaleta 1998; Becerra *et al.*, 2005). No obstante, se sabe que la especie *Apis mellifera* puede ocasionar la muerte a *Varroa* por acicalamiento hasta en un 16% (Casanova, 2008).

De acuerdo a lo anteriormente expuesto se encontró que el comportamiento de acicalamiento para eliminar varroas en el apiario analizado fue del 37%; porcentaje que fue estadísticamente diferente al porcentaje de muertas sin daños y vivas sin daños ($p < 0.05$) (Gráfica 2).

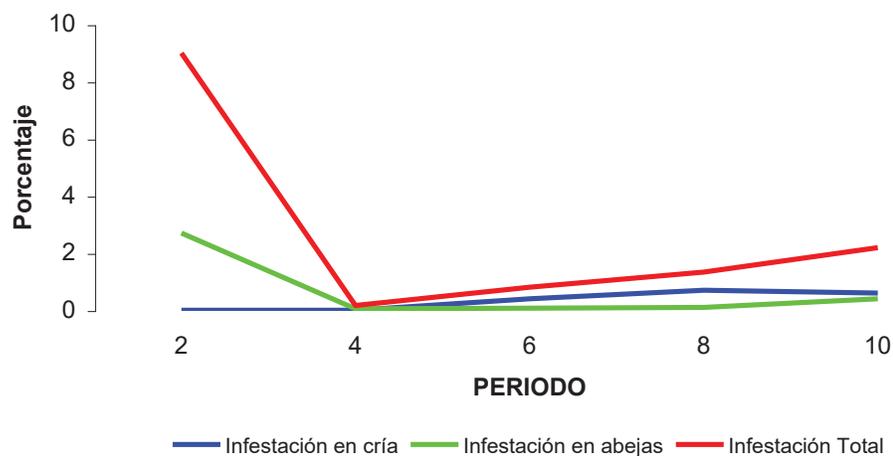


Gráfica 2. Proporción de varroa y grado de lesión durante el periodo de estudio

En lo referente a la muerte de varroas por acicalamiento, Concuera con los resultados encontrados por Casanova (2008) ya que la muerte de *varroas* por acicalamiento en el apiario analizado fue de 37%.

Sin embargo, se debe de considerar que este porcentaje (37%) fue obtenido en 10 periodos (7 días/periodo) de recolección de varroas muertas; por lo que si se calcula las muertes de varroa por acicalamiento en un periodo, se obtiene un promedio de 3.7% varroas muertas por acicalamiento; lo que determinaría que este comportamiento (eliminación de varroas), en el apiario analizado es inferior.

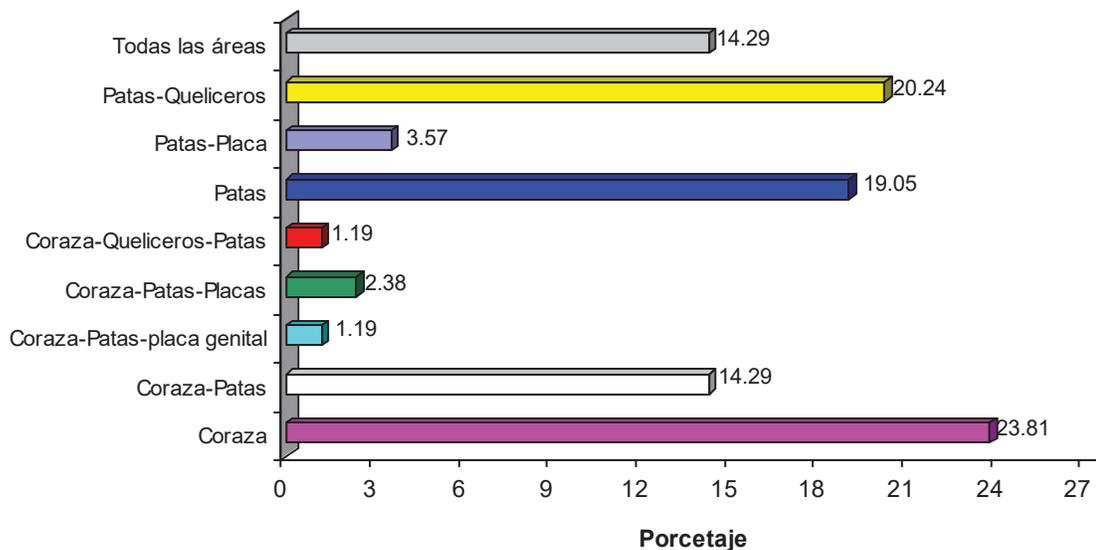
No obstante, la colonia de abejas con menores niveles de infestación, eliminan más *varroas*, ya que esta población crece a un ritmo menor (Guzmán y Arechavaleta 1998).



Gráfica 3.- Nivel de infestación en cría y abejas en diferentes periodos.

Con respecto a las muertes de varroas sin daño, es decir muertes de varroas no asociadas al acicalamiento de las abejas, se encontró un 58.1% en el total de los 10 periodos analizados y un promedio de 5.81% por periodo, con una mortalidad diaria de 0.83 %. Estableciendo que la presencia de varroas muertas sin daño puede ser atribuido a la mortalidad natural de varroa (1 al 3% por día, en presencia de cría) (Calatayud, 2008). Esto es aproximado al resultado encontrado en la presente investigación (0.83% de varroas muertas sin daño/día).

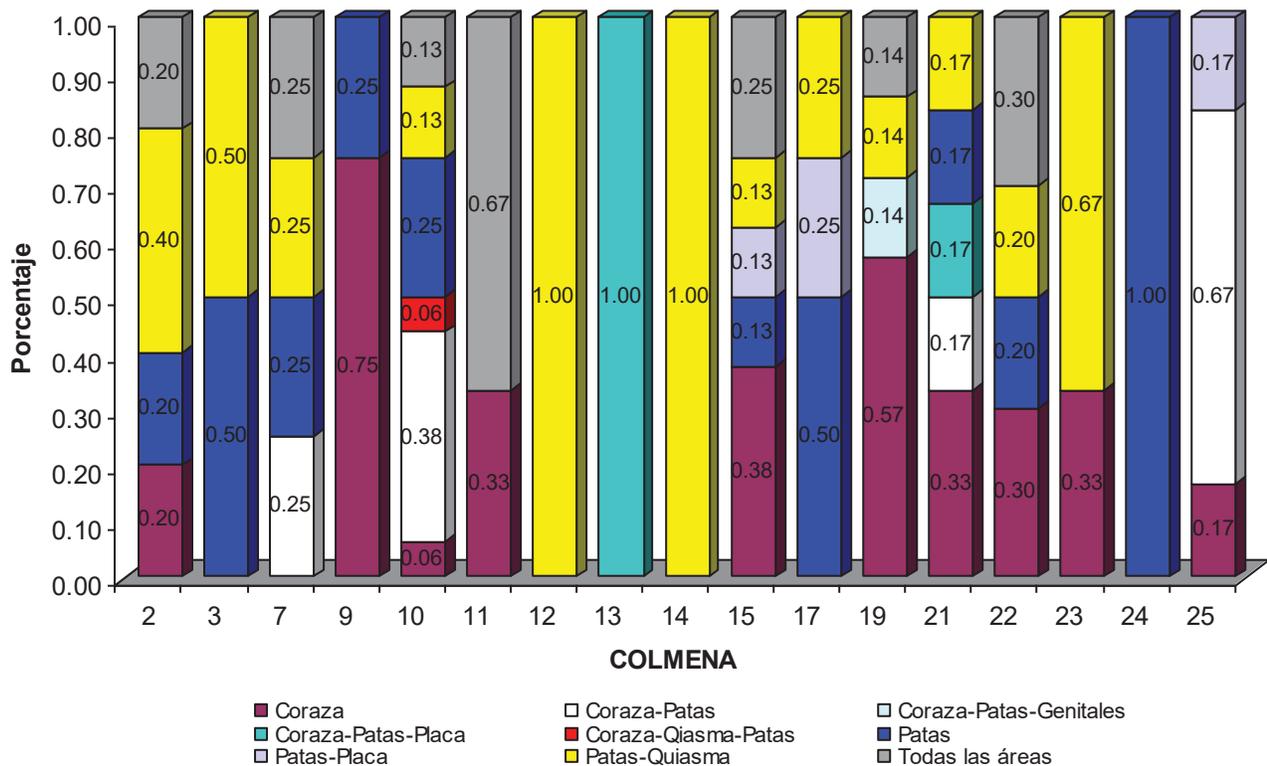
De acuerdo a las varroas muertas por acicalamiento se determinó que la parte mas dañada por las abejas del apiario fue la coraza (23.81% de daños), y los queliceros (20.24% de daño) (Gráfica 4). Se ha establecido que los parásitos eliminados y analizados, en función de la intensidad de resistencia que presenten las abejas, muestran diferentes lesiones, principalmente en: caparazón (coraza), donde la lesión se manifiesta por el dorso hundido, lo que revela la acción de las mandíbulas de la abeja; primer par de patas ausentes (que sirven de antenas), por lo que el ácaro, privado de información del medio exterior, se descuelga de la abeja; la ventosa terminal de las patas es destruida y la fijación en su huésped resulta así problemática (Wikipedia, 2009). Aspectos que coinciden con lo resultados encontrados en la presente investigación.



Gráfica 4. Porcentaje de daño a varroa de acuerdo a la región anatómica

En los resultados obtenidos en el presente estudio se estableció que el acicalamiento fue de 18.9% como valor general para todos los genotipos utilizados (Gráfica 5), siendo superior al establecido por Casanova (2003), esta superioridad puede ser debida a los bajos niveles de infestación presentados en el apiario (Guzmán y Arechavaleta 1998).

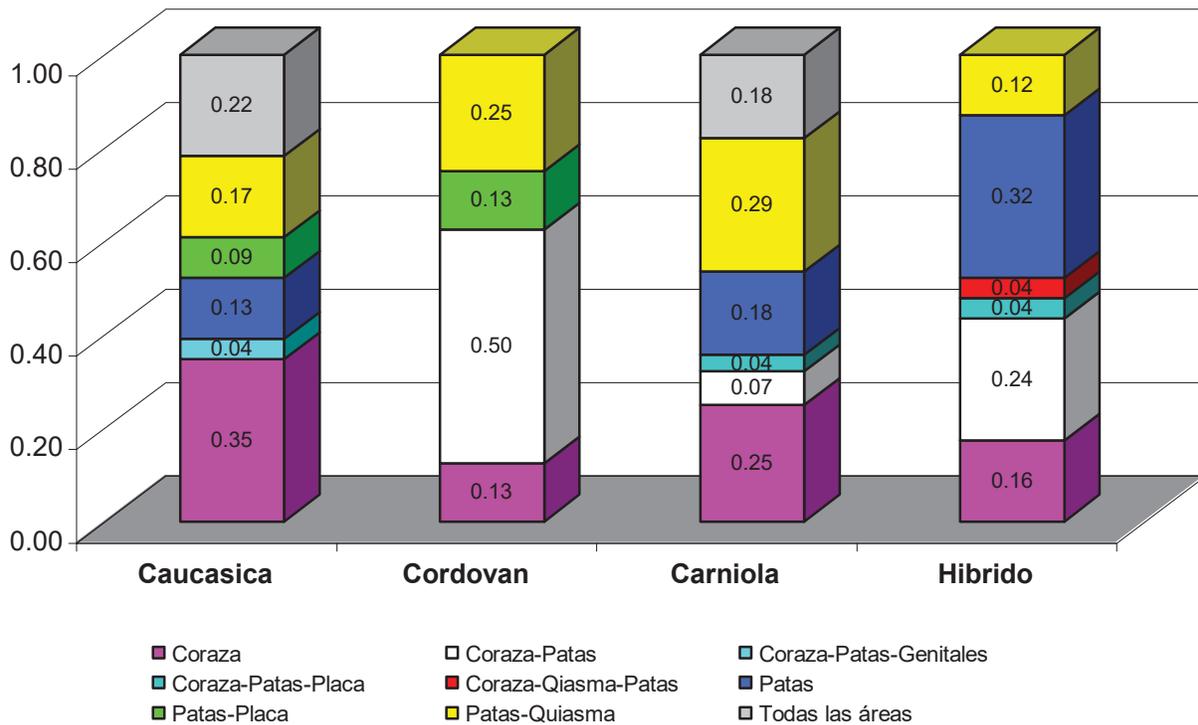
Otro factor determinante en el porcentaje de acicalamiento puede ser el crecimiento población de varroa, ya que 40% de esta es fértil en celdas de abejas africanizadas y 80% en abejas europeas (Vandame *et al.*, 1995); pudiendo tener un mayor crecimiento en estas últimas y mayor diseminación entre ellas, ya que otro factor determinante es la tolerancia y las abejas africanizadas son la única raza conocida del género *Apis mellífera* que la tiene de forma natural, y las colonias infestadas persisten indefinidamente (Martin, 2005).



Gráfica 5. Porcentaje de acicalamiento por colmena

Por lo anterior, se estableciéndose en la presente investigación que los porcentajes de acicalamiento fueron de 24.24% para las abejas del genotipo Caucásica, 26.92% para las abejas del genotipo Cordovan, 14.42% para el genotipo Carniola y 15.53% para las abejas híbridas. Presentando un mayor comportamiento de acicalamiento en las abejas Cordovan en comparación al resto de las muestreadas (Gráfica 5). Debido posiblemente a que esta raza tiene un ataque más efectivo en las patas de este parasito, lo que no le permite permanecer sobre la abeja (gráfica 6).

Gráfica 6. Área dañada a varroa por cada genotipo



Hasta aquí se ha discutido el efecto de la colmena y el genotipo, aunque también existen otros factores que determinan el grado de infestación como la interacción colmena- tiempo, lo cual se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la infestación de varroa por colmena por tiempo.

F. de V.	GL	CM
Colmena*	178	6.384550**
tiempo		
Error	140	
Prom.		2.0
D.E		±2.0
C.V		>100
R ²		0.65

** Altamente significativo. P > 0.001

La infestación de varroa se encuentra ampliamente relacionada con el tiempo que permanezca en la colonia (cuadro 6), ya que de las varroas existentes en la colonia el 72.2% dejan descendientes viable, con una tasa reproductiva de 42-88%, realizando hasta 3 ciclos por varroa (Calatayud, 2008).

CONCLUSIÓN

Un factor importante en el control natural de la infestación es el genotipo de las abejas, ya que las líneas estudiadas en este trabajo en los genotipos Caucásica y Cordovan presentan mayor resistencia a la varroa en comparación con los genotipos Carniola e híbrido africanizado.

Las abejas que presentaron un mejor comportamiento de acicalamiento fueron las abejas de la línea cordovan ya que fueron mas específicas en el ataque a varroa ; evitándoles la permanencia en la abeja y por tanto su sobre vivencia en la colonia, ya que presenta cierta tendencia hacia la especialización a la hora de mutilar a las varroas; principalmente en la coraza y patas de estas. Por lo que queda pendiente trabajar con mayor número de pruebas genéticas para identificar una especialización en la tolerancia a varroa.

De las líneas genéticas estudias (Caucásica (*Apis mellifera caucásica*), Carniola (*Apis mellifera Carnica*), Línea Cordovan, e Híbrido africanizado), el genotipo Caucásica y Cordovan presentaron un mejor comportamiento de acicalamiento ya que se encontró cierta especialización de las abejas para dañar una parte del cuerpo de la varroa ($P < 0.05$). Habiendo efecto del genotipo sobre la infestación; 1.2 ± 0.26 y 1.5 ± 0.26 varroas/colmena para estos genotipos respectivamente. Ambos genotipos fueron iguales entre sí ($P > 0.05$), pero diferentes a los genotipos Carniola e híbrido ($P < 0.05$).

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, L. L. J.; Demedio, L. J.; Gómez, P. R. C. y Varela, R. A. 2001. Caracterización morfológica de *varroa jacobsoni* (*oudemans* 1904) (acari:varroidae) en Baja California Sur, México. XV Seminario Americano De Apicultura. Tepic, Nayarit. México.
- Arechavaleta, V. M. E.; Alcalá, E. I. K.; Robles, R. A. C.; Sánchez, A. A. y Fierro, S. I. 2008. El comportamiento de acicalamiento de las abejas melíferas y su impacto sobre los niveles de infestación de varroa destructor a. de las colonias. XV Congreso Internacional de Actualización Apícola. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México.
- Arechavaleta, V. M. E.; Guzmán, N. E. y Sosa, F. C. 1998. Variación genética de la resistencia de las abejas *Apis mellifera* L. al crecimiento poblacional de *Varroa jacobsoni* oud. VI Congreso Ibero Latinoamericano de Apicultura. Yucatán, México.
- Asencio, S. E. 1988. Apicultura. Ediciones Mundi-Prensa. España. 152 p.
- Bacci, M. Tratamiento y productos para el control de varroa. [en línea] http://www.sada.org.ar/Articulos/Tecnicos/tratamientos_y_productos.htm [Consulta: 22 marzo, 2008]
- Baltierra, V. R. 2003. Prevalencia de *Varroasis* en la Sociedad de Apicultores de San José De Gracia, Municipio de Marcos Castellanos Michoacán. (Tesis de licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México.
- Becerra, G. F. J.; Arechavaleta, V. M. E.; Guzmán, N. E.; Vázquez, S. M. y Uribe, R. J. L. 2005. Efectos genéticos del comportamiento de acicalamiento de abejas (*Apis mellifera* L.) europeas, africanizadas y sus híbridos. 12º Congreso Internacional de Actualización Apícola. Tepic Nayarit. México. Pp. 25-27.
- Becerra, G. F. J.; Guzmán, N. E.; Plata, R. M.; Contreras, E. F. y Uribe R. L. 2005. Tiempo de vida de las abejas (*Apis mellifera*) europeas, africanizadas y sus híbridos en un ambiente común. 12º Congreso Internacional de Actualización Apícola. Tepic, Nayarit. México. Pp. 212- 217.
- Benedetti, C. H. 1998. Evolución de la varroasis en la República Argentina: ventajas y desventajas de los métodos utilizados para combatirla. IV Congreso Ibero Latinoamericano de Apicultura. Yucatán. México.
- Bernar, M y Clive De B. 1999. El daño causado por la Varroa. Apitec. (14): 9-12
- Calderón, R. A. 2003. *Varroa jacobsoni* o *Varroa destructor*; ¿cuál nombre es más apropiado para referirse al ácaro que causa la Varroasis en las abejas melíferas?. Boletín de Parasitología. Vol 4. Pp. 3-4.
- Casanova, O. A. R. 2008. Daños causados a *Varroa jacobsoni* (acari: *dermacidae*) por comportamiento *grooming* de abejas africanizadas (himenoptera: apidae).
- Casanova, O.; Sierra, I. 2008. Simulación del comportamiento higiénico de abejas africanizadas (Himenótera: pidae) contra *Varroa jacobsoni* (Acari: *Dermacidae*).
- Calatayud, B. F. 2008. La varroasis de las abejas: nuevos conocimientos y su aplicación práctica. [en línea]. Córdoba, Argentina. <http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad/varroa/varroasis.pdf> [Consulta: 20 febrero, 2008].
- Colin, M. E. 1999. Control de la Varroasis con productos químicos y naturales. 6º Congreso Internacional de Actualización Apícola. Celaya, Guanajuato. Mayo de 1999.
- Coronado E. 1997. Historia de la apicultura en México (segunda parte). Apitec. (2): 4-6.
- Coronado E. 1996. Historia de la apicultura en México. Apitec. (1): 8-9.

- Correa, B. A. Novoa, G. E. 1996. Resistencia de abejas melíferas (*Apis mellifera ligustica*) al acaro *Varroa Jacobsoni*. O. X Seminario de Apicultura. Veracruz, México. Agosto de 1996. p 1-7.
- Espinoza M. L.; Medellín, P. R.; Guzmán, N. E.; Sánchez, A. A.; Montaldo, H. H.; Robles, R. C. y Correa B. A. 2006. Comparación de un método directo e indirecto para medir el comportamiento de acicalamiento en colonias de abejas (*Apis mellifera*) infestadas con varroa destructor. 13º Congreso Internacional de Actualización Apícola. San Luis Potosí, San Luis Potosí. México. Pp. 51- 56.
- Flores, J. M.; J. A. Ruiz.; J. M. Ruiz.; F. Puerta.; F. Campano.; F. Padilla. y M. Bustos. 1998. El *grooming* en *Apis mellifera ibérica* frente a *Varroa jacobsoni*. Archivos de Zootecnia (47):213-218.
- García, P. B. T. 1997. Medición de las características de interés para la selección de abejas. Apitec. (3): 6-7.
- García, P. T. B. 2007. Control de varroasis de las abejas con manejo tipo orgánico. Apitec. (65):3-8.
- Garza, Q. C. 1996. Estudio sobre la dinámica poblacional de *Varroa jacobsoni* en clima subtropical. 3º Congreso Internacional de Actualización Apícola. México, D. F. 60 p.
- Gómez, P. A. 2002. Varroasis reproducción y dinámica poblacional del acaro. IV Jornada Malagueña de Apicultura. Antequera, Andalucía. España. Febrero 2002. Pp. 1-5
- Gómez, P. A. 2007. Mecanismos biológicos de defensa de la colmena. IX Jornada Malagueña de Apicultura. Antequera, Andalucía. España. Febrero 2007. Pp. 1-4.
- Guevara, M. C. 1999. Manejo integral de la colmena tipo jumbo para el combate físico-mecánico de la *varroasis*. 6º Congreso Internacional de Actualización Apícola. Celaya, Guanajuato. Mayo de 1999.
- Guzmán, N. E. 2005. El control de varroasis en el futuro. 12º Congreso Internacional de Actualización Apícola. Tepic, Nayarit. México. P: 79-86.
- Guzmán N. E.; Vandame, R. y Arechavaleta, G. M. 2000. Tolerancia a *Varroa jacobsoni oud* en abejas melíferas (*Apis mellifera l*) de México. 7º Congreso Internacional de Actualización Apícola. 1º Foro de Vinculación Apícola. Veracruz, Veracruz. México. P: 96- 97..
- Guzmán, N. E. 2007. Comportamientos naturales que confieren resistencia a las abejas contra el acaro varroa y como medirlos. Apitec. (64): 23-27.
- Guzmán, N. E. y Arechavaleta V. M. 1998. Producción de abejas resistentes a varroasis. 5º Congreso Internacional de Actualización Apícola. Guadalajara, Jalisco, México. Mayo de 1998. Pp. 49-53.
- Jadric, S. y Otis W. G. 2004. El potencial de la selección de machos para la cría de abejas resistentes al ácaro *Varroa destructor*. Apitec. (46): 4-11.
- Ledezma, W. R. J. 2000. Acicalamiento comparativo en abejas europeas y africanizadas a consecuencia de infestación artificial con *Varroa jacobsoni*. XIV Seminario Americano de Apicultura. Tampico, Tamaulipas. México. Pp. 91-93.
- Lesur, L. 2002. Manual de apicultura. Ed. Trillas. México, D. F. p 56-57.
- Liebig, G. 1997. La observación del desarrollo de las colonias como fundamento para la selección de docilidad, rendimiento de miel, baja tendencia a enjambrazón y resistencia a varroa. 4º Congreso Internacional de Actualización Apícola. Morelia, México. Mayo de 1997. Pp 108-109.
- Llorente, M. J. 1990. Principales enfermedades de las abejas. (2ª ed.) Ed. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid, España. Pp. 81- 96.
- Manual de trabajo. 2008. Reconocimiento de las principales enfermedades exóticas y emergenciales de los animales: su vigilancia, prevención, control y erradicación. Comisión México-Estados Unidos para la prevención de la Fiebre Aftosa y otras enfermedades exóticas de los animales (CPA). Morelia, Michoacán. México. P 25-27.
- Martín, J. S. 2005. Resistencia del ácaro varroa a los pesticidas ¿un problema para la apicultura mexicana?. 12º Congreso Internacional de Actualización Apícola. Tepic, Nayarit. México. Pp. 59-61.

- Medina, M. L. A. 1997. Reproducción del acaro *Varroa jacobsoni oud* en las celdas de cría de obreras de abejas africanizadas (*Apis mellifera*) en Yucatán. XI Seminario de Apicultura. Acapulco, Guerrero. México.
- Medina, M. L. y Vicario M. E. 1998. Número de ácaros de *Varroa jacobsoni oud*. en colonias de *Apis mellifera* con desarrollo normal y crítico en Yucatán, México. VI Congreso Iberoamericano De Apicultura. Yucatán, México.
- Mobus, B. y Bruyn C. 1999. El daño causado por varroa. Apitec. (14):9-12.
- Moncada, A. M. S. 2004. Evaluación del comportamiento de acicalamiento (*grooming*) de abejas *Apis mellifera* L. con relación al acaro *Varroa jacobsoni oud*. en la columna de padre de las casas, IX región. (Tesis de licenciatura) Temuco, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Escuela de Agronomía. Temuco, Chile.
- Nazzi, F.; Millani, G. y Della, V. Atracción de varroa destructor por las señales de cría, sobre la base de las señales emitidas por el alimento larval. [en línea].<http://www.apimondiafoundation.org/foundation/files/224s.pdf> [Consulta: 17 enero, 2007].
- Otis, G. W.; Vaublanc, G.; Conte, Y.; Crauser, D. y Kelli G. P. 2005. Infestación del ácaro varroa en abejas (*Apis mellifera*) en colonias francesas y canadienses: qué es la resistencia al ácaro. 12º Congreso Internacional de Actualización Apícola. Tepic, Nayarit. México. Pp.71-74.
- Pesante a. d. g. 2003. anatomía de la abeja. notas de las conferencias capítulo 3 - anatomía universidad de puerto rico, recinto universitario de mayagüez,
- Peniche, G. B. T. 2007. Control de Varroasis de las abejas con manejo tipo orgánico. Apitec. (65): 4-8.
- Ramos, D. P. 2000. Influencia de la pérdida de peso en la capacidad reproductiva de los zánganos parasitados por el ácaro *Varroa jacobsoni*. 7º Congreso Internacional de Actualización Apícola. Veracruz, México. Mayo de 2000.
- Reyes, B. A. 1997. Consideraciones para tratar de entender la genética de las abejas. Apitec. (4): 9-12.
- Rosales, C. V. M. 2007. Comportamiento higiénico en abejas melíferas (*Apis mellifera*) en Zacatecas. Revista Investigación Científica. Vol 3. (2):
- Root, A. I. 2002. Abc y xyz de Apicultura. Agt editor. Pp. 35-44 y 602-605.
- SAGARPA, 2006. Manual de patología apícola. [en línea]. Coordinación General de Ganadería. Programa nacional para el control de la abeja africana. <http://volensamerica.org/IMG/pdf/manualpatologiaapicola.pdf> [Consulta: 20 febrero, 2008].
- SAGARPA, 2008. Manual básico apícola. [en línea]. Coordinación General de Ganadería. Programa nacional para el control de la abeja africana. <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/apicola/manbasic.pdf>[Consulta: 8 abril, 2008].
- Schopflocher, R. 1996, Apicultura lucrativa. (10º edición). Ed. Albatros. Buenos Aires, Republica Argentina. P. 9-12, 182-183.
- Sectur, 2009.municipios mich. [en línea]. www.secturgob.mx/work/sectur//resources/localnet/9291//imagenes/michacan.pdf. [Consulta: agosto, 2009].
- Spivak, M. 1998. Comportamiento higiénico en la abeja melífera . 5º Congreso Internacional de Actualización Apícola. Guadalajara, Jalisco, México. Mayo de 1998.
- Vandame, R.; Otero, C. G. y Colin M. 1995. Dinámica comparativa de las poblaciones de *Varroa jacobsoni* en las colonias de abejas europeas y africanizadas en Córdoba, Ver. IX Seminario Americano de Apicultura. Colima, Colima. México.
- Vandame, R., Colin, M. C., Colina, O. G. 2009. Abejas europeas y abejas africanizadas en México : la tolerancia a *Varroa jacobsoni*: Primera parte : Biología de *Varroa*. [en línea]. http://www.apiservices.com/articulos/vandame/vandame1_sp.htm. [Consulta: 17 octubre, 2009].

Vedi laboratorios de México S.A de C.V. Happy varr ®: producto de origen botánico para el control del acaro varroa en México. Manual de uso. Pp:1-11.

Wikipedia, 2009. [En línea]. [http://apicultura.wikia.com/wiki/Comportamiento de defensa](http://apicultura.wikia.com/wiki/Comportamiento_de_defensa)
[http://apicultura.wikia.com/wiki/Comportamiento higi%C3%A9nico](http://apicultura.wikia.com/wiki/Comportamiento_higi%C3%A9nico)

Yáñez, R. G. J. 2004. Evaluación de 2 formas de aplicación de vaselina líquida para el control del ácaro *Varroa jacobsoni oudemans* en abejas *Apis melliferas*, en la comuna de freire sector San Ramón, IX región, durante el periodo otoñal 2002. (Tesis de licenciatura). Facultad De Ciencias Agropecuarias y Forestales, Escuela de Agronomía. Temuco, Chile.

GLOSARIO

ABEJA MELLIFERA.- Abejas del género *Apis* que comúnmente se conocen como abejas productoras de miel o abejas melíferas.

ACICALAMIENTO.- Capacidad de las abejas para detectar y eliminar a los ácaros presentes en su cuerpo o el cuerpo de sus compañeras.

APIARIO.- Conjunto de colmenas instaladas en un lugar determinado.

APICULTURA.- Arte de trabajar con las abejas.

AUTODESPARASITACIÓN.- Acto por el cual un animal retira los parásitos alojados sobre sí mismo.

ABEJA CARNIOLA.- *Apis mellifera Carnica*.

ABEJA CAUCÁSICA.- *Apis mellifera caucásica*.

ABEJA CORDOVAN.- Línea originada a partir de *Apis mellifera cárnica* y *Apis mellifera Ligustica*.

ABEJA NODRIZA.- Abeja muy joven que solo se dedica a cuidar y alimentar las larvas.

ABEJA REINA.- Abeja fértil única en cada colmena.

ABEJA.- Insecto himenóptero de color variable.

COLMENA.- Habitación proporcionada a las abejas por el hombre.

COLONIA.- Familia de abejas con su cría.

DERIVA.- Se denomina deriva de abejas cuando las abejas por una mala orientación, entran equivocadamente a una colmena que no les corresponde.

DESOPERCULAR.- Operación de retirar o romper el opérculo que cierra las celdas de miel o cría.

DESPIOJAMIENTO.- forma común de llamar al acicalamiento, siendo un término mal utilizado ya que la varroa no es un piojo.

ENJAMBRAZON.- Es el conjunto de abejas que parte de una colonia y va a establecerse en otro lugar, se hace extensivo a los conjuntos que prepara el apicultor.

ESTERNOS.- Referente a los esternitos.

GENOTIPO.- Es el conjunto de genes que contiene un organismo heredado de sus progenitores.

GROMING.- Sinónimo de acicalamiento.

HEMOLINFA.- Líquido circulatorio de las abejas análogo a la sangre en los vertebrados.

HIBRIDO.- Organismo vivo que resulta de la mezcla de especies distintas o diferentes, con diferencias en sus hábeles.

INFESTACION.- Invasión de un organismo vivo por agentes parásitos externos o internos.

MUTILAR.- Cortar un miembro o una parte del cuerpo de una manera violenta.

OPERCULACION.- Recibe este nombre el hecho de cerrar con un tapón de cera las celdillas, tanto aquellas de donde nacerán las abejas como las que se utilizan para almacenar la miel.

OPERCULO- Capa de cera de abeja que recubre las celdillas de los panales que contienen crías o miel.

PARASITÓISIS.- Enfermedad parasitaria.

PECOREO.- Conducta de las abejas obreras que recolectan polen y néctar de la flora apícola de un determinado lugar geográfico.

PILLAJE.- Conducta de hurto que realizan las abejas melíferas de una determinada colmena a las abejas de otra colmena.

VARROASIS.- Enfermedad causada por el ácaro *Varroa destructor*.

ZÁNGANO.- Abeja macho de la colmena

ANEXO D.- División por cuadrantes de varroa destructor para determinación del tipo de daño

