



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

INSEMINACIÓN INSTRUMENTAL DE ABEJAS REINA

SERVICIO PROFESIONAL

QUE PRESENTA:

PMVZ. ALFONSO PÉREZ NUÑEZ

PARA OBTENER EL TITULO DE MEDICO VETERINARIO
ZOOTECNISTA

ASESORES:

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS ALEJANDRO VILLASEÑOR ALVAREZ

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA FELIX MARQUEZ MERCADO

Morelia Michoacán, Mayo del 2015.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

INSEMINACIÓN INSTRUMENTAL DE ABEJAS REINA

SERVICIO PROFESIONAL

QUE PRESENTA:

PMVZ. ALFONSO PÉREZ NUÑEZ

PARA OBTENER EL TITULO DE MEDICO VETERINARIO
ZOOTECNISTA

Morelia Michoacán, Mayo del 2015.

Agradecimientos

Durante mis 5 años de licenciatura como Médico Veterinario Zootecnista son muchas las personas que han participado en este proyecto y a las cuales quiero expresar mi gratitud por el apoyo y la confianza que me brindaron para que este sueño se hiciera realidad.

Principalmente quiero agradecerle a Dios por bendecirme y poder llegar hasta donde he llegado, por fortalecer mi corazón, mi mente y por haber puesto a todas estas personas en mi camino para salir adelante. Gracias a dios que me dio la fortaleza, capacidad e inteligencia para poder llegar hacer un profesionista.

A mis padres.

José Alfonso Pérez Regalado y María Estela Núñez González quienes a lo largo de sus vidas han unido sus fuerzas y me han brindado un apoyo infinito para que mi sueño lo hiciera realidad, por sus sabios consejos, su motivación y porque jamás me han dejado solo en momentos difíciles que he pasado durante mi vida. Gracias a la confianza que me han tenido durante este tiempo. A ustedes les debo todo y espero algún día poder recomenzar el esfuerzo que han hecho por mí; gracias por creer y sumarse a este proyecto ¡Los amo papás!

A mis hermanos.

Oscar Pérez Núñez y Andrea Pérez Núñez que gracias a sus consejos y anécdotas me han servido para superarme día a día y así forjarme como todo un profesionista. Gracias a ellos por creer en mí y tener en mente un solo objetivo; salir adelante todos como familia. Los quiero mucho.

A mis asesores.

El MC. Alejandro Villaseñor Álvarez y al MVZ. Félix Márquez Mercado, por orientarme a través de sus conocimientos durante este periodo y dedicarme de su valioso tiempo para revisión de mi tesina.

A mis compañeros y amigos.

Los cuales estuvieron siempre apoyándome durante estos cinco años de carrera, viviendo infinidad de cosas juntos, como trabajos, exposiciones, proyectos, prácticas, viajes, congresos, entre muchas cosas más. Agradezco su confianza y doy gracias a dios por haber puesto en mi camino a personas como ustedes con un gran corazón y poder llegar a formar una amistad. Los estimo mucho porque siempre estuvieron conmigo en las buenas y en las malas. Nunca los olvidare.

RESUMEN

La técnica moderna de la inseminación instrumental comenzó con el trabajo de Watson, quien fue el primero en conseguir los primeros resultados en 1927.

El proceso de Inseminación Instrumental es la técnica que hoy en día se utiliza para controlar el origen de los progenitores, logrando seleccionar aquellos caracteres que sean útiles para el apicultor, ya que sean de tipo productivo como la miel, jalea real, propóleo, veneno. Así también evaluando su comportamiento como menor agresividad, menor tendencia a enjambrazón y principalmente resistencia a enfermedades. Este proceso básicamente consiste en la obtención del semen del zángano y el depósito del mismo dentro de oviducto de la abeja reina.

ABSTRAC.

The modern technique of instrumental insemination began with the work of Watson, who was the first to get the first results in 1927.

The process Insemination Instrument is the technique that today is used to control the origin of the parents, making select those characters that are useful for the beekeeper as they are a productive one as honey, royal jelly, propolis, venom. And also evaluating their behavior as less aggressive, less likely to swarm and mainly disease resistance. This process basically involves obtaining semen of the drone and deposit the same in the oviduct of the queen bee.

Palabras claves: Inseminación, Apicultura, ovoposición, traslarve, CO2.

INDICE

1.- Introducción.....	1
2.- Apicultura.....	3
3.- Origen de las abejas.....	5
4.- Elementos que componen una colmena.....	5
4.1.- Diferentes tipos de celdas.....	7
5.- Diferentes castas de abejas.....	9
5.1.- Obreras.....	9
5.2.- Zánganos.....	11
5.3.- Reinas.....	14
6.- Anatomía y Morfología de las abejas.....	17
6.1.- Cabeza (Presoma).....	19
6.1.1.- Ojos.....	20
6.1.2.- Antenas.....	21
6.1.3.- Boca.....	22
6.1.4.- Glándulas.....	24
6.2.- Tórax (Mesosoma).....	25
6.2.1.- Las alas.....	26
6.2.2.- Las patas.....	27
6.3.- Abdomen (Metasoma).....	28
6.3.1.- Aguijón.....	29

6.4.- Aparato reproductor de la hembra.....	31
6.4.1.- Ovarios.....	31
6.4.2.- Oviductos.....	31
6.4.3.- Válvula de cierre.....	31
6.4.4.- Espermateca.....	32
6.4.5.- Vagina.....	32
6.5.- Aparato reproductor del macho.....	33
7.- Inseminación Instrumental en abejas reina.....	34
7.1.- Material para el proceso de Inseminación Instrumental.....	35
7.2.- Limpieza y desinfección adecuada del material utilizado durante el proceso de inseminación Instrumental.....	36
7.3.- Preparación del equipo de Inseminación e instalaciones.....	36
7.4.- Manejo del zángano para la obtención del semen.....	37
7.5.- Manejo de las reinas vírgenes en el laboratorio.....	40
7.6.- Administración de bióxido de carbono (CO ₂).....	40
7.7.- Proceso de Inseminación.....	41
7.8.- Tiempo de Inseminación.....	45
7.9.- Manejo de las reinas después de la Inseminación.....	46
7.10.- Hoja de registro de la Inseminación.....	48
8.- Evaluación de las reinas.....	49
8.1.-Cría de reinas y mejoramiento genético.....	51

8.2.- Cría natural de reinas.....	51
8.2.1.- Método Miller.....	52
8.2.2.- Método Alley.....	53
8.3.- Cría artificial de reinas.....	54
8.3.1.- Método Doolittle.....	54
9.- Conclusiones.....	57
10.- Bibliografía.....	58
11.- Glosario.....	61

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de nido de abejas.....	6
Figura 2. Estructura de un panal.....	7
Figura 3. Celdas de reina, obrera, y zángano.....	7
Figura 4. Morfología de las castas de abejas.....	9
Figura 5. Tipos de abejas de acuerdo a su función.....	10
Figura 6. Ciclo de desarrollo de una obrera.....	11
Figura 7. Ciclo de desarrollo de un zángano.....	12
Figura 8. Ciclo de desarrollo de una abeja reina.....	15
Figura 9. Identificación de la abeja reina.....	15
Figura 10. Anatomía de la abeja.....	18
Figura 11. Segmentos de una abeja.....	18
Figura 12. Cabeza de la abeja.....	19
Figura 13. Ojos compuestos o simples (ocelos).....	20
Figura 14. Antena de las abejas.....	22
Figura 15. Boca de la abeja.....	23
Figura 16. Glándulas salivales y productoras de jalea real.....	24
Figura 17. Tórax de la abeja.....	25
Figura 18. Alas de abeja.....	26
Figura 19. Conformación de las patas de abejas.....	28
Figura 20. Abdomen de la abeja obrera.....	29

Figura 21. Aguijón de la abeja obrera.....	30
Figura 22. Aparato reproductor de la hembra.....	33
Figura 23. Aparato reproductor del macho.....	34
Figura 24. Instrumental para el proceso de Inseminación.....	37
Figura 25. Transporte de zánganos.....	38
Figura 26. Recolección del semen.....	34
Figura 27. Administración de Co2 en abejas reina.....	41
Figura 28. Posición adecuada para Inseminación Instrumental.....	42
Figura 29. Exposición del ápice caudal de la abeja reina.....	42
Figura 30. Identificación y entrada de la microaguja al oviducto.....	43
Figura 31. Depósito del semen en la reina.....	44
Figura 32. Post Inseminación.....	44
Figura 33. Deposito de la abeja reina en un nuevo núcleo.....	45
Figura 34. Segundo tratamiento de Co2.....	46
Figura 35. Distribución de la reina en el panal de cría operculada.....	47
Figura 36. Identificación de la abeja reina.....	49
Figura 37. Método Miller.....	52
Figura 38. Método Alley.....	53
Figura 39. Método Doolittle.....	54
Figura 40. Copacelda de plástico.....	55
Figura 41. Molde y copacelda de cera.....	56

1.- Introducción.

Actualmente, la apicultura en México enfrenta un panorama de oportunidades y retos, derivados principalmente de los requerimientos de los mercados nacional e internacional, buscando no solo producir miel, sino también núcleos de abejas, cera, polen, jalea real, propóleo y veneno; con la finalidad de fortalecer la economía y la organización de los productores apícolas (SAGARPA, 2010).

Durante el paso de los años esta actividad ha sufrido problemas en la producción debido a la africanización, presencia de enfermedades como Varroasis y Pequeño Escarabajo de la Colmena principalmente; así como la inestabilidad del mercado Internacional de la miel y el deterioro del entorno ecológico, estos factores han llevado a que los apicultores trabajen más en obtener abejas con características de alto rendimiento, dóciles y resistentes a las principales enfermedades; aunque hay otros rasgos que para algunos apicultores podrían ser útiles como la baja disposición a enjambrar, la compactación de la cría, la rigidez, el color de las abejas y capacidad polinizadora (Uribe, 2004).

La miel Mexicana es reconocida en los mercados internaciones como una de las mejores, gracias a que cumple con las estrictas normas de calidad. La miel es producida casi en todo el territorio nacional, destacando a Yucatán por ser el principal estado productor y exportador de miel, seguido de Jalisco, Campeche, Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Quintana Roo, Puebla, Guerrero, Michoacán, Morelos y Estado de México.

En el periodo 2011-2013 se exportaron en promedio 123 millones de dólares anuales de miel y en el 2014 el valor de las ventas fue de 147 millones de dólares, cifra no registrada en los últimos 20 años (Contreras, 2013).

En los últimos diez años los apicultores mexicanos han ido explorando diferentes procesos de otros productos derivados de la colmena, (Cera, polen, jalea real, propóleos y veneno) los cuales funcionan como materia prima para la elaboración de infinidad de productos, entre los que se encuentran los shampoos, vinos, jarabes, tónicos, cremas, pomadas, aderezos, etc.

El estado de Michoacán ha disminuido colocándose en el octavo o decimo lugar en producción apícola. Se han desarrollado diferentes programas a nivel estado con el objetivo de verificar e inspeccionar la sanidad de cada una de las colmenas que han llegado al Estado, con la finalidad de detectar si la baja producción es debido a una enfermedad o una plaga (Espinosa, 2008).

El objetivo del presente estudio fue realizar una revisión bibliográfica de la Inseminación Instrumental en abejas reina con la finalidad de dar a conocer como se lleva a cabo este proceso que básicamente consiste en la recolección del semen del zángano y el depósito del mismo dentro de la vagina de la abeja reina.

Con el propósito de incrementar la calidad de las abejas reina, este documento enfatiza la necesidad de realizar el mejoramiento genético a través de la Inseminación Instrumental con la finalidad de obtener reinas de mayor calidad, que presenten características precisas como dóciles y resistentes a enfermedades, y así poder elevar la producción dentro de los apiarios.

2.- Apicultura.

Actividad dedicada a la crianza de las abejas y mediante la tecnología se obtienen beneficios económicos (Sánchez, 2007).

Las abejas son insectos sociales que viven en colonias formadas por una reina, miles de obreras y cientos de zánganos. La reina y los zánganos realizan funciones reproductivas, mientras que las obreras son las responsables de las labores de mantenimiento y de supervivencia de la colonia (Uribe, 2004).

La apicultura es una actividad orientada a la crianza de abejas del género *Apis*, que representa una gran fuente de riqueza por los múltiples beneficios que se pueden obtener a través de sistemas de producción artesanal o industrial. Además de la producción de miel, también se puede producir polen, cera, jalea real, propóleo, veneno de abejas, etc. Así como obtener ingresos adicionales de la venta de núcleos y colmenas.

La palabra melífera significa que “lleva” o que “tiene miel”, es de interés especial por ser la más productiva y como consecuencia de esto, la más manejada en la apicultura a nivel mundial.

Las abejas son insectos que desde el pasado han existido en armonía con la naturaleza y en completo mutualismo con la vegetación de acuerdo a su hábitat; ellas independientes de la influencia del hombre, se han expandido por todo el mundo y a través del tiempo han sufrido entre sí cruces genéticos, encontrando hoy en día diversos tipos de abejas según su comportamiento, cuando son tratadas por el hombre con el fin de aprovechar sus beneficios.

Suelen ser agresivas, dóciles, productivas, selectivas, etc. su característica principal es que posee dos pares de alas membranosas, siendo el par delantero mucho mayor que el posterior. Como muchos miembros de su clase, mantienen sus crías en celdas estrechas, poseen un aguijón abdominal con el cual muchas especies pueden inyectar un veneno poderoso en el cuerpo de sus enemigos o víctimas, esta arma es más frecuente en abejas y avispas (Alvarenga *et al*, 2010).

En la actualidad la apicultura en México es considerada como una actividad de gran importancia económica, social y ecológica. Nuestro país ocupa el sexto lugar mundial como productor de miel y el tercero como exportador del dulce. Esta disciplina es una de las tres primeras fuentes captadoras de divisas del subsector ganadero en México. Por ejemplo en el 2007, se produjeron 55 459 ton de miel y se exportaron 30 933 de ellas, además, se producen más de 2 400 toneladas de cera y alrededor de 8 toneladas de jalea real cada año.

La apicultura también beneficia directamente a aproximadamente 40 000 apicultores y sus familias, e indirectamente a alrededor de 400 000 personas que realizan actividades que tienen relación con la cadena productiva de la apicultura, como son los fabricantes de equipo apícola, así como los que envasan y comercializan miel y otros productos de las abejas. Asociado a ello, las abejas ayudan a mantener el equilibrio de muchos ecosistemas, gracias a la polinización que realizan de muchas especies de plantas silvestres de las que otros organismos dependen. Esta disciplina hoy en día se encuentra afectada por una variedad de problemas, siendo las abejas africanizadas uno de los factores que más daña a esta actividad (Guzmán, 2011).

3.- Origen de las abejas.

Las abejas son Insectos pertenecientes a la clase de los Himenópteros. El grupo de los Insectos es muy antiguo ya que fueron los primeros animales en colonizar las tierras emergidas y sus primeros fósiles datan de Devónico, hace 400 millones de años. La gran mayoría de los insectos son animales solitarios, en los que cada individuo vive para sí mismo, y los miembros de una especie no sienten ninguna atracción mutua excepto en la época del apareamiento.

Es un fenómeno relativamente reciente en la historia evolutiva de los insectos, los primeros insectos sociales de los que existe registro fósil son las termitas que se sitúan entre el Jurásico y Cretácico temprano, hace unos 200 millones de años. (Quero, 2004).

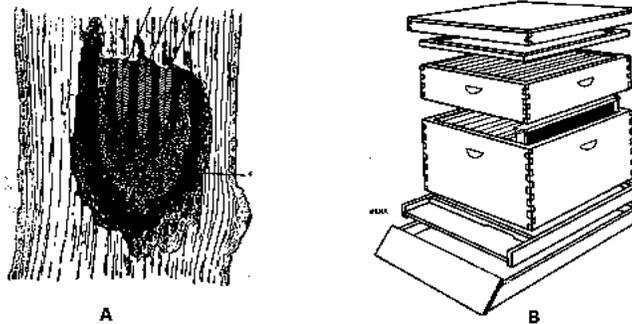
4.- Elementos que componen una colmena.

Cuando se habla de colmena, se refiere a los dos elementos que la constituyen: el nido y el enjambre.

El nido.- Es el lugar que ocupa el enjambre, es decir, es la casa que proporciona alojamiento y abrigo, manteniendo un ambiente interno aislado del exterior. Además, sirve como lugar de cría y almacén donde se acumulan los alimentos y reservas para el invierno. De manera natural el nido de las abejas suele ser un agujero en viejos árboles, piedras, etc. Donde las propias abejas lo acondicionan fabricando los panales de cera que utilizarán tanto para la cría como de almacén (Monteserín, 2004).

El ser humano, para poder trabajar mejor las colonias de abejas y teniendo en cuenta que la actividad de la sociedad no se ve influida por el tipo de nido en el que se aloje, fabricó nidos artificiales comúnmente denominados colmenas.

Figura 1. Tipos de nido de abejas.

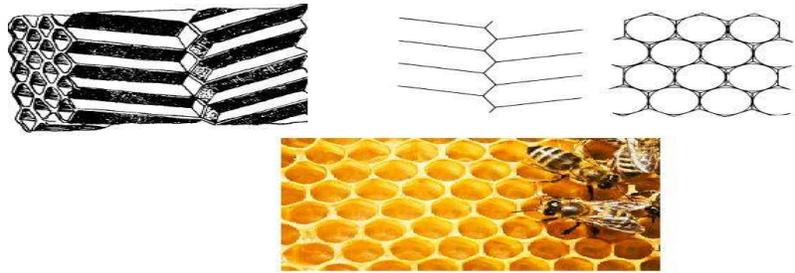


Nidos de abejas de acuerdo a su colmena A) Natural y B) Artificial (Monteserín, 2004).

En su interior el nido está constituido por un conjunto de láminas verticales de cera paralelas, llamadas panales. En los nidos naturales, son las abejas las que crean estos panales y los pegan a la parte superior del nido. En las colmenas artificiales, es el ser humano el que le proporciona estos panales. Mantienen una separación entre ellos constante, e igual al grosor de dos abejas para de tal forma las abejas pueden caminar por la superficie de los mismos sin estorbarse.

También sirven para acumular los alimentos como néctar y polen para la alimentación de las larvas, o miel como reserva para el invierno. La estructura de los panales es compleja; están formados por una doble capa de celdillas opuestas, de forma de prisma hexagonal cuya base es una pirámide. Las aperturas de los prismas se abren a ambos lados de cada panal. Estos prismas están ligeramente inclinados, de forma que su contenido no se derrame cuando estén llenos de néctar (Monteserín, 2004).

Figura 2. Estructura de un panal.



Forma exagonal de cómo se encuentra construido un panal de abejas (Monteserín, 2004).

El enjambre.- es la población de abejas que constituyen una sociedad. Los componentes de esta sociedad están organizados cooperativamente en la obtención del bien común de la colonia (Monteserín, 2004).

4.1.- Diferentes tipos de celdas.

En los panales, el tamaño de las celdillas no es uniforme, resultando algo más amplias las situadas en el borde inferior del panal, esto tiene gran importancia en la determinación del sexo de los huevos que en ellas se depositen. Las obreras prepararan celdas grandes o pequeñas dependiendo de la cantidad de feromona real que está presente en su linfa.

Figura 3. Celdas de reina, obrera y zángano



Diferentes formas y tamaño de acuerdo a las castas de abejas (Monteserín, 2004).

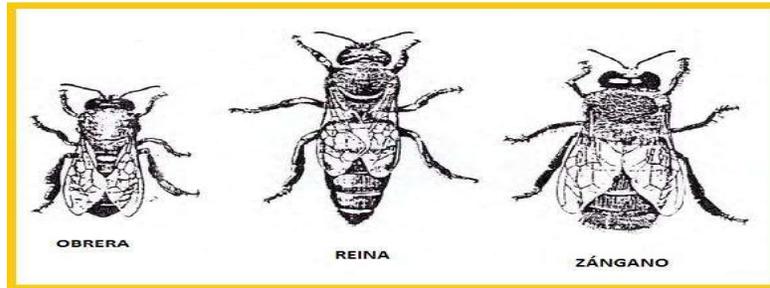
Al introducir a la abeja reina en una celdilla grande su abdomen no se comprime y la espermateca no libera espermatozoides, por lo tanto los huevos no saldrán fecundados y tendrá como resultado un individuo macho.

Y cuando la reina introduce su abdomen en celdillas de pequeño diámetro, la espermateca se comprime y deja escapar un espermatozoide que fecundará el huevo descendiente y este origina un individuo hembra (Monteserín, 2004).

En aquellos casos especiales en los que las obreras ponen huevos sin fecundar en celdillas pequeñas destinadas para obreras salen machos pequeños, quizás por insuficiente alimentación, debido al tamaño de la celda, pero perfectamente fértiles. Tanto las obreras como la reina son de sexo femenino. La diferenciación morfológica y funcional se debe a la alimentación de las larvas. Estas son alimentadas durante todo su desarrollo con jalea real, producida por las glándulas cervicales de las obreras nodrizas, esta jalea es un alimento rico en proteína que permite el desarrollo de los ovarios y el mayor tamaño de la reina, así como la no formación de las estructuras propias de las obreras como las cestillas para la recolección o la lengua larga. Las larvas de obreras, sólo son alimentadas con jalea real los tres primeros días de vida, no desarrollan completamente sus ovarios y quedan estériles.

En una colonia de abejas se pueden encontrar tres tipos de individuos morfológicamente y funcionalmente diferenciados que constituyen las castas: obreras, zánganos y reina (Monteserín, 2004).

Figura 4. Morfología de las castas de abejas.



Clasificación de los tres tipos de casta que existen dentro de una colmena (Monteserín, 2004).

5.- Diferentes castas de abejas.

Una casta se puede definir como una división que se encuentra en los insectos sociales, en la que los individuos están estructurados y fisiológicamente especializados para realizar una función particular.

La casta trabajadora, está formada por las obreras que son las encargadas de las tareas de infraestructura y mantenimiento de la colmena, y la casta reproductora está formada por los machos (zánganos) y una hembra fértil (reina) que además de la función reproductora, interviene en la unión y organización de la colonia gracias a la secreción de feromonas, concretamente de la feromona real (Monteserín, 2004).

5.1.- Obreras.

Son abejas hembras que no están desarrolladas sexualmente. Son las verdaderas trabajadoras de la colmena, desde que nace una abeja obrera va pasando por

distintas tareas dentro de la colmena como hacer cera, limpiar, alimentar, cuidar y por último pecorear.

Las cereras, hacen y retocan las celdillas; las alimentadoras dan de comer a las larvas y a la reina; las limpiadoras libran de restos la colmena; las guardianas son las encargadas de la protección, y las pecoreadoras las que salen a recoger néctar y polen de las flores, y agua.

Figura 5. Tipo de abejas de acuerdo a su función.

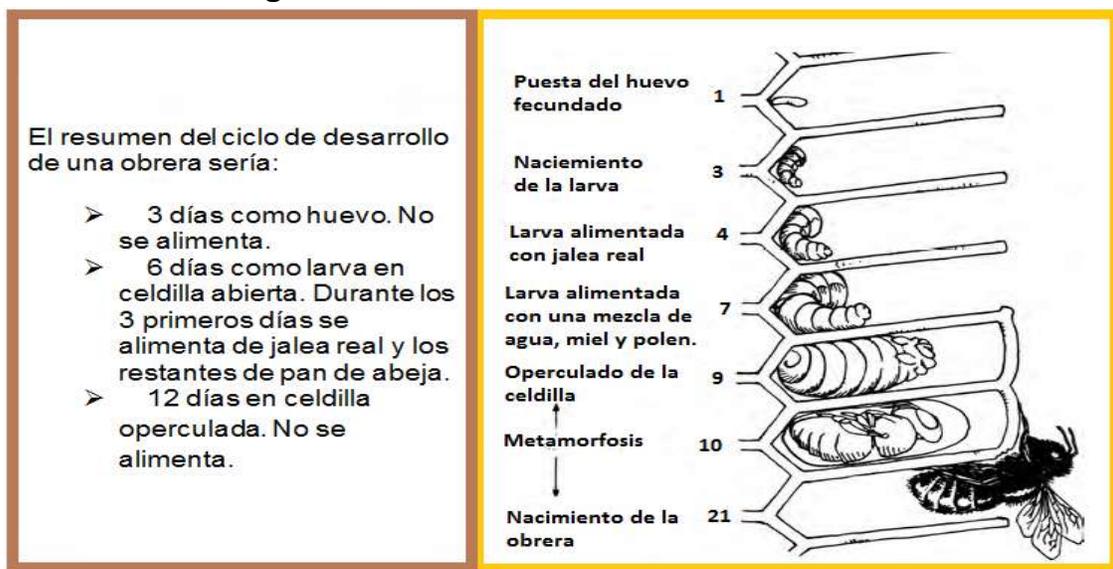


Abejas obreras desempeñando diversas actividades como pecorear, limpiar, construir celdillas, alimentar crías y actúan como guardianas (SAGARPA, 2013).

La vida de una obrera tiene una duración variable dependiendo de la época del año en la que nazca. Las nacidas al final del verano y que pasan el invierno en la colmena pueden vivir de 6 a 8 meses mientras que las que nacen al final de la primavera y pasan todo el verano de pecoreadoras; estas son de vida corta y mueren agotadas al cabo de 6 u 8 semanas. Podemos decir que la vida media de las abejas obreras en general es de 35 días.

El ovopositor atrofiado se ha convertido en un aguijón que utilizan como aparato defensivo. Este tiene forma arponeada por lo que tras clavarlo, y a no ser que pique en un cuerpo adiposo como por ejemplo el de otra abeja, la obrera muere ya que debido a su forma, el aguijón queda atrapado y desgarrar parte del abdomen de la obrera. Al final del aguijón se puede ver una bolsita blanquecina (vesícula del veneno) encargada de introducir el veneno mediante movimientos contráctiles (Monteserín, 2004).

Figura 6. Ciclo de desarrollo de una obrera.



Esquema del ciclo biológico de una abeja obrera (Monteserín, 2004).

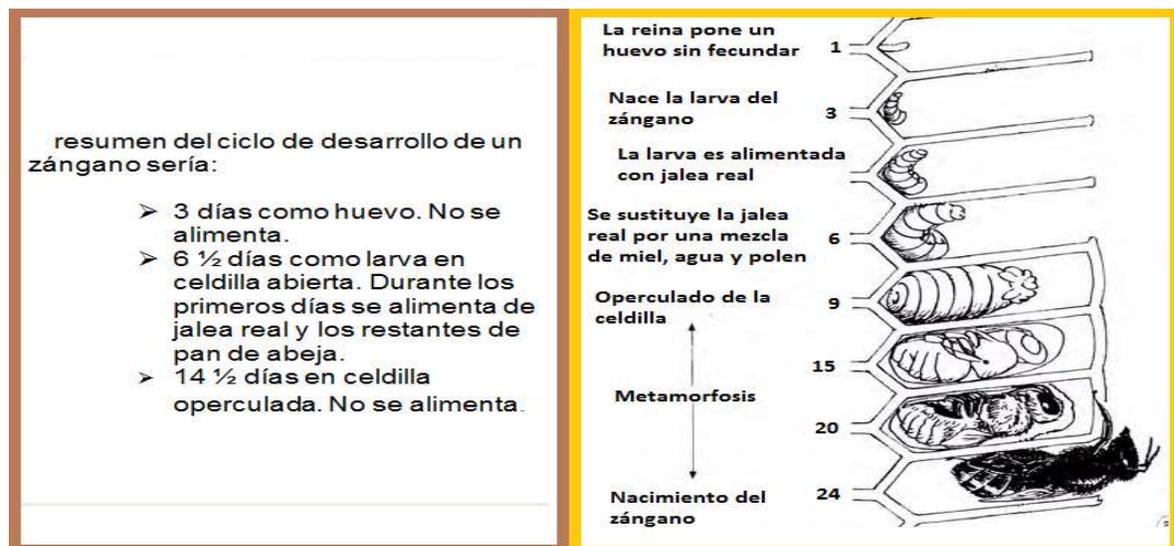
5.2.- Zánganos.

Los zánganos son los machos de la colmena; se desarrollan en celdas más grandes que las obreras y proceden de huevos sin fecundar. Nacen a los 24 días de la puesta, la celda operculada es fácilmente reconocible ya que es más abultada que la de una obrera.

Carecen de aguijón, su única función es aparearse con las nuevas reinas y ayudar a calentar las crías cuando están dentro de la colmena, la época del año y las condiciones climáticas determinan la aparición y el tiempo de vida de los zánganos que por lo general es de 3 meses (Alvarenga *et al*, 2010).

Los zánganos están presentes en la colmena desde la primavera hasta el otoño, generalmente el tiempo en que existen reinas sin fecundar. Cuando el flujo de néctar se escasea y no hay necesidad de fecundar nuevas reinas, los machos son expulsados de la colmena muriendo de frío y hambre en el exterior de la misma. Las colmenas sin reina o con reinas vírgenes continuaran tolerándolos, incluso alimentándolos, de manera que la copulación sea todavía posible, aunque lo probable es que sean fecundadas por zánganos de otras colmenas.

Figura 7. Ciclo de desarrollo de un zángano.



Esquema del ciclo biológico de un zángano (Monteserín, 2004).

Las funciones del zángano en la colmena son varias:

- ✚ Fecundar a la reina: A los 12-24 días de su nacimiento ya están capacitados para el apareamiento y son capaces de realizar grandes recorridos en busca de una reina. Durante el vuelo nupcial, el más fuerte fecundará a la reina, acto en el que perderá la vida. Los que no consigan fecundar a la reina, vagarán de una colmena a otra y pueden actuar como transmisores de enfermedades.
- ✚ Producir calor: Calientan la puesta reemplazando a las obreras, que pasan a estar disponibles para realizar otras tareas.
- ✚ Repartir néctar: Un zángano puede proveer a más de 50 obreras, el néctar debe pasar varias veces por el buche de las obreras para llegar a ser miel, de esta forma, los zánganos contribuyen a la elaboración de la miel.

Los zánganos, son fácilmente reconocibles por varias características como su mayor tamaño, su abdomen rectangular largo y robusto y su vuelo ruidoso.

Poseen unos grandes ojos que les proporcionan un amplio campo de visión; esta es la casta que mejor ve ya que deben poder localizar a las hembras vírgenes en el vuelo de apareamiento.

Otras características morfológicas que merecen ser señaladas son una lengua muy corta lo que les impide libar el néctar, debido a esto, deben ser alimentados por las obreras. No poseen cestillo en las patas posteriores por lo que no pueden transportar polen ni propóleos, además, tampoco poseen glándulas odoríferas lo que les facilita la aceptación en cualquier colmena (Monteserín, 2004).

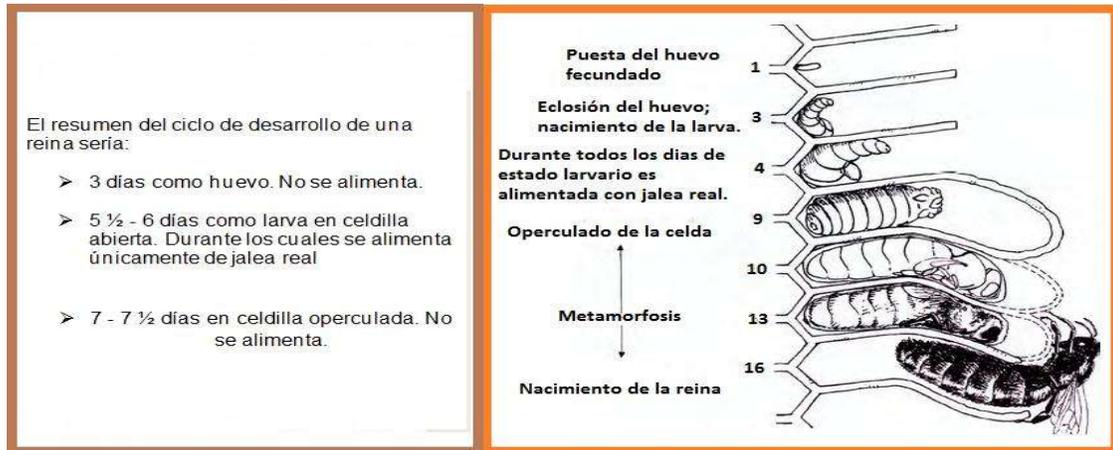
5.3.- Reinas.

Las abejas reinas en las colonias de *Apis mellífera* son los individuos en los cuales se centra la vida de las abejas, ya que esta produce algunos tipos de feromonas que influyen en el comportamiento de los demás individuos de la colonia, haciéndola por tanto el individuo más importante por razones genéticas y sociales (Monteserín, 2004).

Su misión es ovopositar de 2000 a 3000 huevos por día. La reina es creación de las obreras. Presenta aguijón, pero lo emplea solo para pelear con otras reinas. Cuando es muy vieja aparecen en la colmena más crías de zánganos de lo normal. Es de vital importancia para el mantenimiento de un enjambre ya que por muy grande que sea este, resulta inútil a menos que tenga una reina fértil. Es la única hembra fecundada por lo que se convierte en el centro y vida de la familia. Si se muere, la colonia tendrá que crear otra o de lo contrario desaparecerá. Y su función principal es poner huevecillos que aseguren la continuidad y supervivencia de la sociedad (Alvarenga *et al*, 2004).

La reina es la única hembra fértil de la colmena. Nace a los 16 días de la puesta del huevo, tras la eclosión (pasados 3 días), será alimentada durante 6 días con jalea real, esta diferencia de alimentación es la que determina los cambios anatómicos y morfológicos que la distinguen de los demás miembros de la colmena. Tras estos 9 días desde la puesta del huevo, se opercula la celda para realizar la metamorfosis. La celda en la que se desarrolla una reina es más grande y vertical y se denomina celda real o realera. Generalmente está situada en los bordes del panal (Monteserín, 2004).

Figura 8. Ciclo de desarrollo de una reina.



Esquema del ciclo biológico de una abeja reina (Monteserín2004).

La vida de una reina puede tener una duración de 3-5 años, pero generalmente, el descenso de la puesta tras el tercero, obliga a los apicultores a renovarla. Para determinar la edad de una reina y ayudar a su localización en la colmena, se suele pintar en el tórax utilizando un código de colores que son: Blanco, amarillo, rojo, verde y azul.

Figura 9. Identificación de la abeja reina.



Marca de pintura para la localización de la abeja reina (Estrada, 2004 disponible en:

<https://www.facebook.com/abejasreina/photos/pb.204049639660305.-2207520000.1430445591./574715612593704/?type=3&theater>).

Desde el nacimiento hasta la entrada en celo pasan de 5 a 10 días, durante los cuales, la reina elimina con ayuda de las obreras las realeras existentes. Si nacieran dos reinas a la vez, una pelea a muerte decidiría quien es la responsable de la colonia. Entre el décimo y vigésimo día de vida, la reina saldrá de la colmena a realizar vuelos de orientación y los vuelos de apareamiento. Se aparea con varios zánganos hasta que su espermateca quede completa. Si el tiempo es desfavorable mientras que la reina está en celo y esta no puede salir a fecundarse, ya no lo hará nunca quedando zanganera y siendo necesario sustituirla. A los pocos días del apareamiento comienza la puesta de 500 a 2000 huevos diarios en buenas condiciones; que dependerá de varios factores como edad de la reina, cantidad de abejas existentes en la colmena, entrada de néctar y espacio disponible.

En cuanto a su morfología, la reina es más grande que los zánganos y obreras y presenta un abdomen largo y esbelto y unas patas fuertes, lo que la hace fácilmente identificable. Sus ojos compuestos son los menos desarrollados ya que apenas los va a utilizar a lo largo de su vida. Está carente de las herramientas de trabajo de las obreras como cestillos para la recogida de polen, glándulas cereras, buche bien desarrollado y debido a su corta lengua, debe ser alimentada durante toda su vida con jalea real por ellas. Posee aguijón liso, más largo que el de una obrera y un poco curvado, aunque sólo lo utiliza en las peleas con otras reinas. La reina, al contrario de las obreras, no muere tras clavar su aguijón.

La reina también se encarga de mantener a la colonia unida, sus glándulas mandibulares producen una sustancia (feromona) que recogen las obreras y distribuyen por toda la colmena permitiéndoles saber que la reina está presente. Esta feromona, mantiene unida la colonia, evita la construcción de realeras e incluso evita que las obreras se vuelvan ponedoras. La secreción de esta glándula disminuye al hacerse vieja la reina, así como también se presenta en el caso una sobrepoblación (Monteserín, 2004).

6.- Anatomía y Morfología de las abejas.

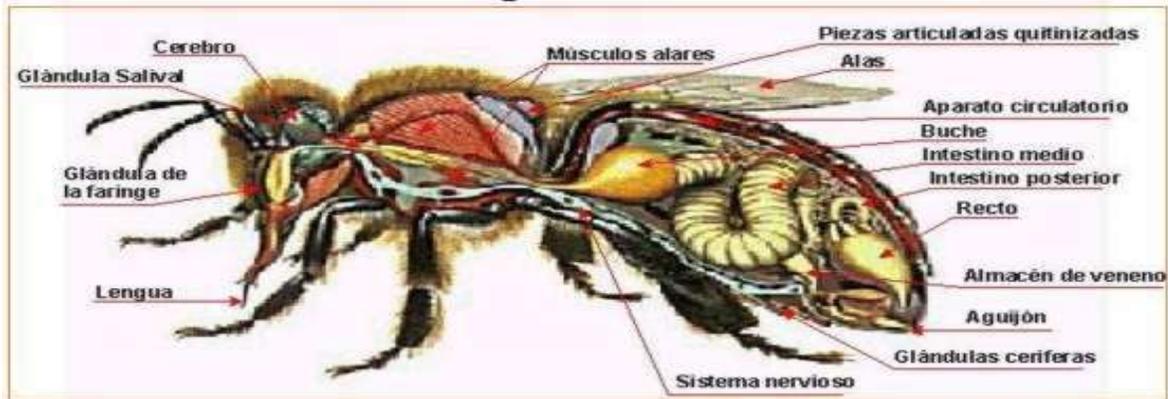
La abeja melífera está conformada sobre el plan general de un insecto, pero lleva una forma de vida altamente especializada, por lo que está provista de mecanismos y estructuras particulares. Por ello, su estudio implica prestar atención a su organización fundamental como insecto, pero también considerar de especial importancia la estructura y las modificaciones de los órganos que le permiten llevar a cabo su vida y la diferencian de otros insectos.

Por morfología de la abeja entendemos el estudio de su forma corporal y por anatomía el examen de su constitución interna.

Cualquier animal, para sobrevivir, debe obtener y distribuir a sus tejidos tanto el alimento como el oxígeno, pero también debe ser capaz de eliminar los residuos y correlacionar las actividades de varios órganos entre sí y con sus propias actividades en condiciones ambientales variables. Por consiguiente, presentará un sistema locomotor, de alimentación y digestión, así como respiratorio, excretor y nervioso. Finalmente, a fin de proveer lo necesario para la continuidad de la especie, tiene un sistema reproductor característico. Al igual que todo grupo animal posee una particularidad propia de comer un cierto tipo de alimento, vivir en un medio ambiente especial, adoptar un sistema de locomoción particular, ser individualista o social, etc. y según sus hábitos o su forma de vida se encuentra equipado con mecanismos anatómicos especiales. (Fernández, 2004).

En términos generales, en la cabeza se encuentran los principales órganos sensoriales, en el tórax, los órganos de locomoción, y en el abdomen, los principales órganos digestivos y de reproducción.

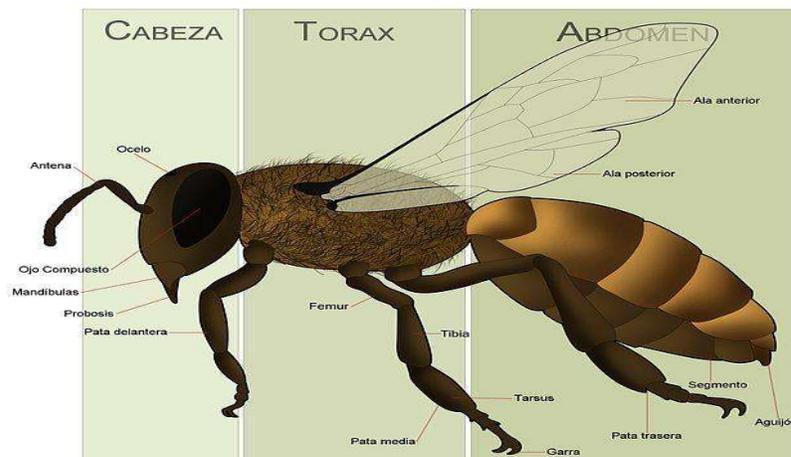
Figura 10. Anatomía de la abeja.



Partes que conforman el cuerpo de una abeja (disponible en: http://www.oocities.org/sitioapicola/images/Anatomia_abeja.jpg).

Las abejas, como todos los insectos, tienen el cuerpo dividido en 3 segmentos (cabeza, tórax y abdomen), no tienen un esqueleto interno, sus órganos están unidos dentro de una caja formada por placas o anillos, llamado (exoesqueleto), que es muy fuerte y resistente, el cual está constituido por una sustancia orgánica denominada quitina (Argüello, 2010).

Figura 11. Segmentos de una abeja.



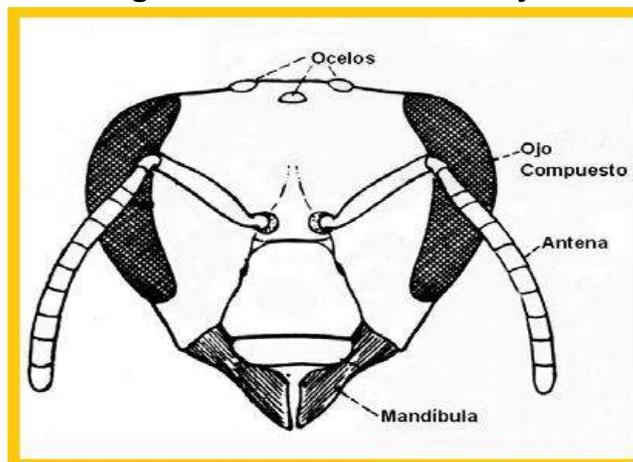
Cabeza, tórax y abdomen que conforman las porciones de una abeja (disponible en: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/77/Anatomia_de_la_Abeja.jpg).

6.1.- Cabeza (Presoma).

En esta parte del cuerpo de la abeja se sitúan estructuras relacionadas con la visión y el olfato, fundamentales para la localización del alimento, de la colmena, de otros congéneres, etc. También residen los órganos implicados en la captación de alimento y procesamiento del mismo, así como de la cera, esencial para el mantenimiento de la estructura física de la colmena.

La cabeza, vista de frente, tiene forma triangular y en su vértice inferior se abre la boca, a la que afluyen tanto glándulas salivales como productoras de la jalea real. En la parte superior encontramos los ocelos u ojos simples dispuestos en forma triangular, mientras que, ocupando gran parte de los laterales de la cabeza, se sitúan dos grandes ojos compuestos. Finalmente, en la parte central se localizan un par de antenas (Fernández, 2004).

Figura 12. Cabeza de la abeja.



La cabeza compuesta por un par de antenas, dos ojos compuestos, tres ocelos y mandíbula (Fernández, 2004).

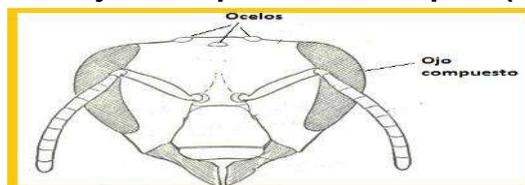
6.1.1.- Ojos.

Los ojos de las abejas constan de una serie de partes esenciales: lentes externas para enfocar la luz y una retina debajo, sensible a la luz y conectada con el cerebro por medio de nervios.

Los ocelos u ojos simples son tres y se encuentran situados en la parte superior de la cabeza formando un triángulo rectángulo isósceles. Su misión es la de ver a corta distancia y con poca luz. Los utilizan además para la construcción de las celdillas hexagonales a modo de escuadra. Y los ojos compuestos situados a ambos lados de la cabeza, están formados por 8000 y 10000 omatidios, cada uno de ellos tienen su campo de visión distinto a los otros, esto hace que la abeja vea la imagen como un mosaico de pequeños detalles.

Su percepción del color es distinta a la nuestra, hay colores que no se distinguen bien, como el rojo que lo ven negro. El verde lo ven de color grisáceo. Sin embargo perciben muy bien la luz ultravioleta, lo que les hace diferenciar flores que a nuestros ojos parecen del mismo color. Se muestran agresivas con el color negro, así como el rojo y los tonos oscuros. El blanco y el verde son los mejores colores para evitar su agresividad (Martínez y Cobo, 1988).

Figura 13. Ojos compuestos o simples (ocelos).



Ojos compuestos formados por un gran número de ojos simples y ocelos que son incapaces de identificar una imagen determinada (disponible en: <http://3.bp.blogspot.com/-q63nDyo1d-A/TXvE3PvxWBI/AAAAAAAAAms/vk51YCYxmVw/s1600/cabeza-abeja.jpg>).

6.1.2.- Antenas.

Las antenas son las estructuras en las que residen los sentidos del tacto y del olfato, cada una está recorrida internamente por un nervio doble que procede directamente del cerebro. La información procedente del exterior es recogida por pelos táctiles y diferentes estructuras sensoriales que están recubriéndolas. Los órganos sensoriales más numerosos de las antenas aparecen en la superficie de las mismas como discos o placas diminutas, cada una de las cuales tiene una ranura alrededor del borde y está recubriendo un número grande de células.

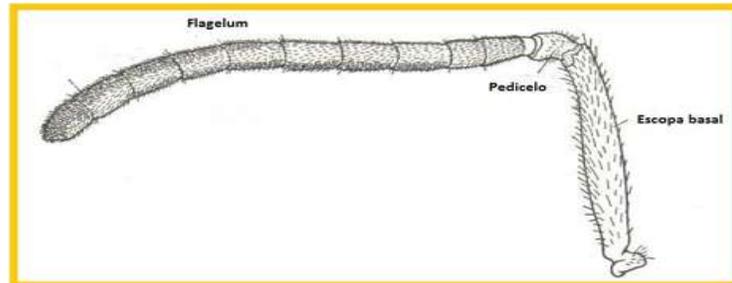
Estas estructuras se conocen como órganos placa y son los principales órganos del olfato en la abeja, siendo por tanto capaces de recibir el estímulo de diminutas partículas de materia suspendidas en el aire. El número de órganos placa situados en las antenas varía dependiendo de la casta, así en las obreras se pueden encontrar cinco o seis mil, en la reina dos o tres mil y hasta treinta mil en el caso del zángano (Fernández, 2004).

La reacción al tacto o presión externa es uno de los sentidos más primitivos, sin embargo, los insectos adultos tienen poca sensibilidad a la presión debido a la dureza de la cubierta externa. Por eso, la mayoría de los nervios sensoriales de la piel contactan con células situadas en la base de los pelos, éstos están delicadamente equilibrados y son accionados fácilmente al tomar contacto con objetos o corrientes de aire, en consecuencia, un pelo provisto de nervios y sus células del sentido asociadas, constituye un órgano del tacto.

Estos pelos inervados aparecen en diferentes partes del cuerpo y apéndices, pero son especialmente numerosos en las antenas. Se encuentran localizadas a ambos lados y casi en el centro de la parte anterior de la cabeza. La antena consta de una

escopa basal y del flagelum que está subdividido en 12 segmentos en el macho, y 11 en las hembras. La base del flagelum se conoce como el pedicelo. En cada subdivisión del flagelo existen múltiples órganos sensoriales, olfatorios y de tacto (Fernández, 2004).

Figura 14. Antena de las abejas.



Flagelum, pedicelo y escopa basal son los fragmentos que conforman las antenas (disponible en: <http://www.infogranja.com.ar/apicultura/esquema%20de%20la%20cabeza%202.png>).

6.1.3.- Boca.

La boca de las abejas está rodeada por un par de mandíbulas y prolongada por una trompa o probóscide. Las mandíbulas son utilizadas para amasar la cera, comer polen y sujetar a un posible enemigo al que luego clavarán el aguijón, o realizar cualquier trabajo de la colmena que requiera un par de instrumentos aptos para agarrar. En las obreras son lisas y redondeadas, mientras que en las reinas y zánganos presentan pequeños dientecillos en el borde (Fernández, 2004).

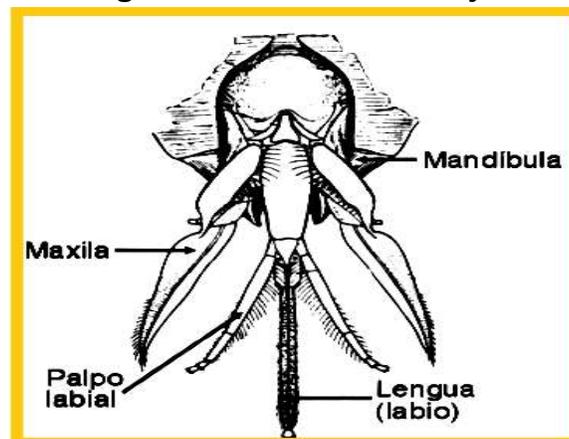
La probóscide o trompa en forma de tubo permite a la abeja succionar los líquidos, no es un órgano permanente, como en la mayoría de los insectos chupadores, sino que se improvisa temporalmente al juntar las partes libres de las maxilas y el labio para formar un tubo muy eficaz en la ingesta de néctar, miel o agua. Abrazando la

base de la lengua se encuentran un par de palpo labiales que actúan como órganos del gusto.

La lengua tiene apariencia de líneas cruzadas y muy juntas debido a la presencia en su pared de aros duros que llevan pelos y están separados entre sí por membranas angostas y lisas. A causa de esta estructura la lengua puede acortarse y estirarse de manera que el líquido lamido es levantado hacia dentro del canal de la probóscide.

La bomba de succión de la abeja es un gran saco con paredes de músculos que se encuentra dentro de la boca y se extiende desde ésta hasta el cuello donde su punta afinada continúa con el esófago. Los líquidos son succionados del canal de la probóscide por la acción de un músculo dilatador; la contracción de los músculos compresores cierra entonces la boca e impulsa el líquido a la faringe, de donde es llevado al esófago (Fernández, 2004).

Figura 15. Boca de la abeja.



Mandíbula, maxila, palpo labial y lengua son las partes que componen la boca de la abeja. (Fernández, 2004).

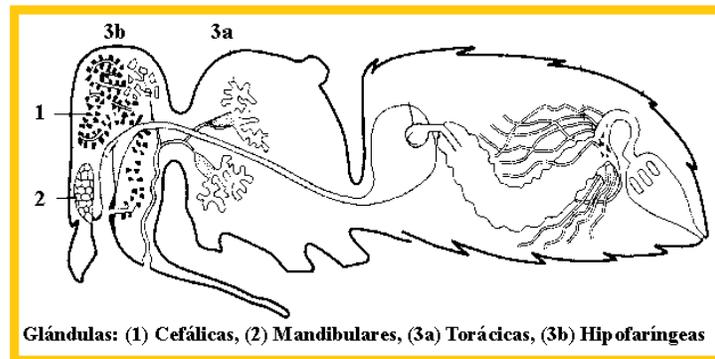
6.1.4.- Glándulas.

En la cabeza vamos a encontrar dos tipos de glándulas:

Salivales: Se encuentran ubicadas en la cabeza (cefálicas) y en el tórax (torácicas), su función es segregar saliva para ayudar 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 (Llorente, S/A).

Glándulas productoras de jalea real.- Estas son tanto hipofaríngeas como mandibulares. La jalea real se formará cuando las obreras disponen de polen, agua, miel y unas condiciones determinadas de temperatura en la colmena. Con este fluido alimentarán a la reina, las larvas y los zánganos (Fernández, 2004).

Figura 16. Glándulas salivales y productoras de jalea real.



Las glándulas tanto cefálicas como mandibulares ayudan al procesamiento de la miel (Fernandez, 2004).

6.2.- Tórax (Mesosoma).

Se caracteriza por ser rígido, en su exterior se insertan dos pares de alas y tres pares de patas. En su interior se encuentran las masas musculares encargadas de la locomoción, tanto por parte de las alas como de las patas. En el vuelo, las alas delanteras se sujetan de las traseras por medio de unos ganchitos llamados hámulos, creando con esto gran solidez y resistencia, y haciendo que ambas alas actúen como una sola (Argüello, 2010).

El tórax se encuentra formado por 4 segmentos: protórax, mesotórax, metatórax y propódeo. El protórax está conectado al cuello y da soporte a la cabeza. En este segmento 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. Estos últimos forman parte del sistema respiratorio y conectan las tráqueas con el exterior. El metatórax es un segmento delgado que contiene el tercer par de patas, el segundo par de alas, y el segundo par de espiráculos. El propodeum es un cuarto segmento que se encuentra en el tórax pero que en realidad es el primer segmento del abdomen. Contiene el tercer par de espiráculos, los otros siete pares están en los primeros segmentos del abdomen. El propodeum se reduce abruptamente a formar el petiolo abdominal.

Figura 17. Tórax de la abeja.



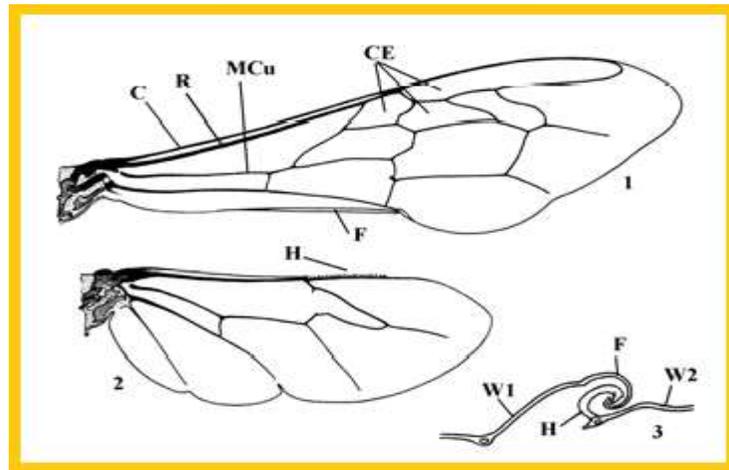
Mesotórax, Metatórax, Protórax, la base de las alas y la base de las patas conforman la cavidad torácica de la abeja (Fernández, 2004).

6.2.1.- Las alas.

Las abejas presentan dos pares de alas en cada lado del cuerpo adaptadas para el vuelo rápido y también para mantener una carga. El segundo par suele ser de menor tamaño que el primero y se encuentra unido a él por medio de una serie de garfios que se enganchan a un repliegue situado en la parte posterior del ala delantera.

Tanto las alas anteriores como las posteriores están reforzadas por una serie de nervios a modo de venas que son en realidad tubos quitinosos por el interior de los cuales circula la hemolinfa. Las alas carecen de musculatura propia, por lo que sus movimientos van a ser producidos por los músculos del tórax. El movimiento de las alas de arriba a abajo es posible gracias a la contracción alternativa de los músculos transversales y longitudinales. Los primeros, al contraerse, desplazan el tórax hacia a abajo, mientras que los segundos tienden a aplanarlo en sentido vertical.

Figura 18. Alas de abeja.



Porciones anatómicas de las alas delanteras 1.- (C, R, MCu) nerviaduras, (CE) Celdas, (F) Repliegue y 2.- Alas traseras (H) Garfios. (Fernández, 2004).

6.2.2.- Las patas.

La principal función de las patas es la locomoción, pero en las abejas, cumplen además otros papeles extraordinariamente importantes desde el punto de vista ecológico:

Limpeza de ojos y lengua se realiza por el primer par de patas, revisten importancia, ya que parte de la capacidad de detección del alimento y de las relaciones sociales de las abejas dependerán de una correcta visión. La lengua, como órgano captador del polen, debe mantenerse también limpio y libre de partículas.

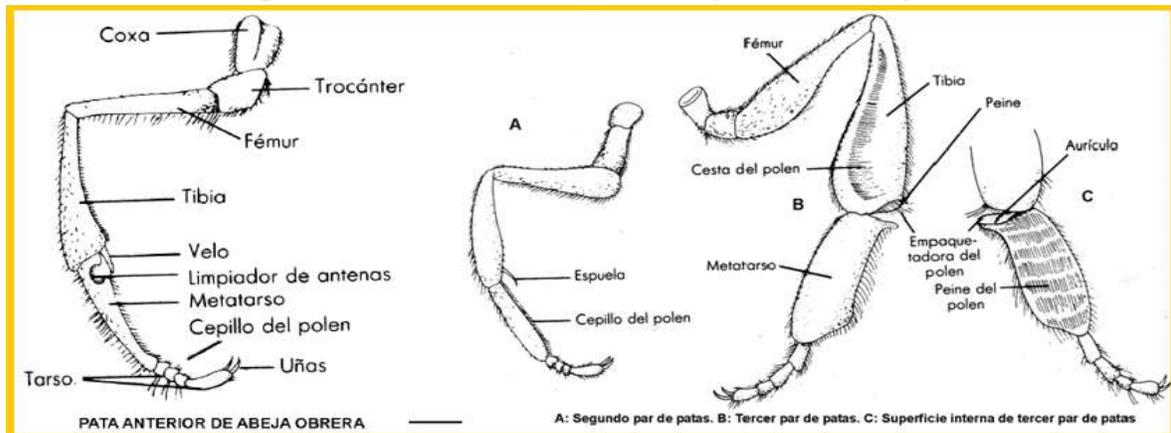
La limpieza de las antenas se realiza por medio de unas estructuras llamadas espolones que están situadas en el ápice de las tibias del primer par de patas. Esta limpieza es fundamental, ya que las antenas cumplen una importante función como órganos del olfato y del tacto.

Recogida y transporte de polen, la única casta involucrada en esta actividad son las obreras. El polen es transportado desde las flores a la colmena en una depresión brillante y rodeada de pelos situada en la cara externa de las tibias del tercer par de patas.

En la cara interna del tarso se sitúa un cepillo de pelos en el que se quedarán retenidos los granos de polen que la abeja ha recogido con el primer par de patas así como los que se ha limpiado del tórax con el segundo par de patas.

Una vez que el cepillo de pelos del tarso esté repleto de polen, éste es transferido al cesto de la pata opuesta. Estos cestos pueden transportar también propoleo, que es una resina que las abejas obtienen de las plantas (Fernández, 2004).

Figura 19. Conformación de las patas de abejas.



Conformación anatómica de los 3 pares de patas de la abeja (Fernández, 2004).

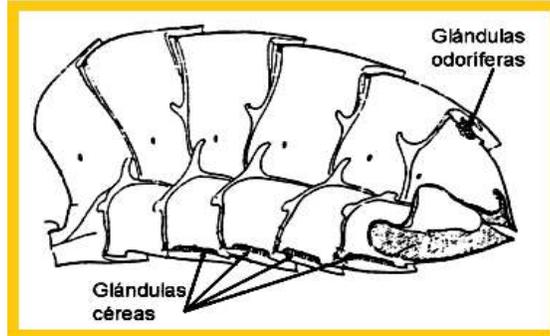
6.3.- Abdomen (Metasoma).

El abdomen está formado por segmentos o placas ventrales y dorsales que al unirse forman anillos, éstos se traslapan entre sí, unidos por membranas que le dan al abdomen gran flexibilidad. En la parte ventral se encuentran glándulas ceríferas (únicas en las obreras), importantísimas en la elaboración de la cera, materia prima para la construcción de los panales.

También en este segmento se encuentra alojado buena parte del aparato digestivo, el aparato reproductor de la reina y el zángano; en las hembras el aparato defensivo, así como gran parte del aparato respiratorio, sistema nervioso, muscular y circulatorio, al igual que varias glándulas (Argüello, 2010).

En la reina está ocupado casi todo por el sistema reproductor. Al final del abdomen se encuentra el aguijón, derivado del aparato reproductor femenino, por lo que los zánganos no lo poseen, es fino y liso en la reina y aserrado en la obrera (Martínez y Cobo, 1988).

Figura 20. Abdomen de la abeja obrera.



En esta porción encontramos las glándulas ceras y glándulas odoríferas o también conocidas como glándulas de Nassanoff (Fernández, 2004).

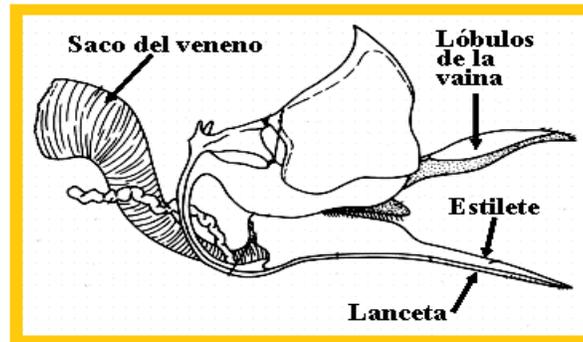
En el extremo del abdomen encontraremos una de las estructuras más características de las abejas, el aparato defensivo. Consta de dos glándulas productoras de veneno, una vesícula donde éste se almacena y un aguijón, con el cual es inoculado.

6.3.1.- Aguijón.

Se encuentra alojado en el interior de una cámara situada en el extremo del abdomen. En realidad se trata de un ovopositor modificado para la inyección de veneno en lugar de para la puesta de huevos. De hecho, consta de 3 piezas independientes, el estilete y las lancetas. Éstas últimas se van introduciendo en la víctima por movimientos alternativos mientras el estilete se desliza entre ellas hacia

adelante. Las lancetas presentan una serie de púas es su lado exterior que impiden que el aguijón de desprenda una vez que se ha insertado, y por entre ellas pasará el veneno (Fernández, 2004).

Figura 21 .Aguijón de la abeja obrera.



El aguijón de la abeja obrera está constituido principalmente por un saco donde se almacena el veneno, lóbulos de la vaina, estilete y lanceta. (Fernández, 2004).

Los órganos internos de las abejas siguen en su disposición y conformación el patrón característico de todo insecto, aunque algunos de ellos poseen peculiaridades relacionadas con la biología específica de este grupo.

El aparato reproductor sólo aparece desarrollado en la reina y los zánganos. En las obreras se encuentra atrofiado y sólo en condiciones extremas se hace funcional para la puesta de huevos. En los insectos suele incluir estructuras externas e internas, pero en la abeja los órganos que sirven para la reproducción funcionan casi en su totalidad internamente. El órgano masculino del zángano está ubicado en un saco grande dentro del abdomen, y sólo se hará visible en tiempo de apareamiento. El aparato de la hembra, que en otros insectos es usado para poner huevos, se ha convertido en un aguijón (Martínez y Cobo, 1988).

6.4.- Aparato reproductor de la hembra.

Consiste fundamentalmente de una serie de órganos con la función de acoplamiento sexual, almacenamiento de espermatozoides, formación de óvulos y oviposición (Argüello, 2010).

6.4.1.- Ovarios.

Son dos y se encargan de la producción de los óvulos, cuando la reina está fertilizada y en la plenitud de sus funciones ocupan gran parte del abdomen.

6.4.2.- Oviductos.

Los dos oviductos laterales se unen en la línea media formando un gran saco membranoso, llamado oviducto medio. El conducto de la espermateca desemboca en su pared anterior superior y en su parte posterior, se comunica en la vagina cerrándose con un repliegue membranoso se semeja el cuello del útero de los mamíferos y que actúa como válvula de cierre (Cruz, 2013).

6.4.3.- Válvula de cierre.

La válvula de cierre vaginal realiza otra función muy interesante después de la copula de la reina con los zánganos; cierra la comunicación entre la vagina y el oviducto impidiendo que los espermatozoides almacenados en los oviductos retrocedan y

tengan contacto con el aire, manteniéndolos hasta que por quimiotactismo positivo emigren lentamente a la espermateca.

6.4.4.- Espermateca.

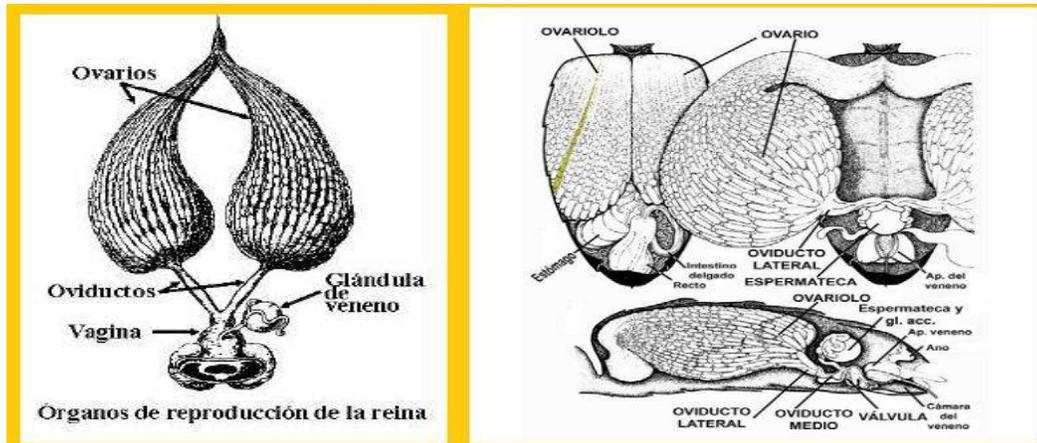
Es un saco esférico donde se almacenan de 5 a 7 millones de espermatozoides, para la fecundación de los óvulos durante toda la vida de la reina, su pared está sumamente vascularizada por vasos hemolinfáticos y además llegan a ellas numerosas traqueolas donde los espermatozoides depositados en la espermateca puedan continuar viviendo durante la vida reproductiva de la reina, ya que la espermateca tiene un par de glándulas en su superficie anterior lateral, que produce una sustancia que nutre a los espermatozoides.

6.4.5.- Vagina.

La vagina juega un importante papel durante la cópula. Dando entrada y fijando el pene del zángano, que se desprende en el acto, quedando en forma de tapón hasta que otro zángano lo desprende en el aire o las obreras en la colmena, los espermatozoides emigran a los oviductos y posteriormente a la espermateca, cada zángano deposita en una reina un promedio de 10 millones de espermatozoides de los cuales solo el 6.2 % llega a la espermateca los demás son arrojados al exterior.

En la ovoposición la vagina impulsa los huevos, hasta quedar depositados en el fondo de las celdas del panal, cuatro horas más tarde ya depositados los huevos en la celda, alcanza su madurez, se lleva a cabo la absorción de los espermatozoides sobrantes y se consume la fecundación (Cruz, 2013).

Figura 22. Aparato reproductor de la hembra.



El aparato reproductor de la abeja reina está conformado por dos ovarios, dos oviductos, válvula de cierre, espermateca y vagina (Fernández, 2004).

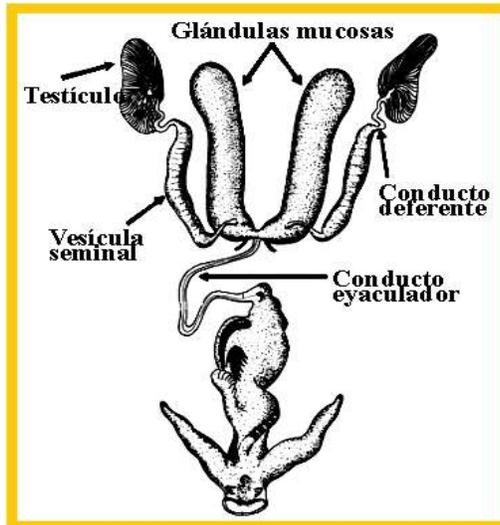
6.5.- Aparato reproductor del macho.

Todos los órganos del aparato reproductor del zángano son internos; principalmente consta de dos testículos donde se producen y maduran los espermatozoides, los cuales se almacenan en las vesículas seminales y los testículos dejan de ser funcionales.

También hay dos glándulas de mucus, que producen una sustancia blanca opaca (moco), importante durante la cópula porque actúa como émbolo, expulsando el semen y protegiéndolo. Las vesículas seminales y las glándulas de mucus (ambas pares) desembocan al ducto eyaculador, que a su vez se une con el órgano copulador para transportar a los espermatozoides a la vagina de la reina. Durante la cópula todos estos órganos sufren una eversión y el órgano copulador, con sus estructuras de sujeción, quedan adheridos a la cámara genital de la reina, por lo que el zángano muere casi inmediatamente después del acoplamiento (Argüello, 2010).

El esperma maduro es de color crema amarillento, se puede obtener mediante la eversión artificial, en zánganos de 12 días de edad el esperma está formado por dos componentes, distintos según su procedencia: a) Los espermatozoides de los testículos: Son filamentos de 1/4 mm., que en estado vivo tienen movimientos serpenteados. b) El líquido de la vesícula seminal y del bulbo del órgano copulador. El esperma se puede diferenciar muy bien del mucus, blanco como nieve y homogéneo. Su color es amarillo. Cuanto más elevado sea el contenido de espermatozoides, tanto más intenso será el color y mayor la viscosidad (Valega, S/A).

Figura 23. Aparato reproductor del macho.



El aparato reproductor del zángano presenta dos testículos, vesícula seminal, conducto deferente, conducto eyaculador y glándulas mucosas (Fernández, 2004).

7.- Inseminación Instrumental en abejas reina.

La inseminación instrumental de reinas se debe considerar como una herramienta para el control de apareamientos, iniciando con la selección de las colonias maternas

para la crianza de zánganos y reinas, incluyendo el momento de la inseminación, y finalizando con parte del manejo posterior a este proceso. Esta actividad como en otras especies, consta de dos etapas: primero, la obtención del semen, y posteriormente, la inseminación. Además, es importante la calidad, tanto genotípica, como fenotípica de las reinas y los zánganos que se utilizaran en la inseminación.

El comportamiento reproductivo en las abejas hace de la inseminación instrumental el método más confiable en el control de cruzamientos de las abejas reinas. Se debe pensar que para la inseminación instrumental solamente se deben usar las reinas de mejor calidad, ya sea de colonias propias o de reinas de pie de cría y de criadores profesionales confiables. Las reinas a inseminar deben ser grandes, completamente desarrolladas y maduras sexualmente (Uribe, 2004).

El proceso inseminación instrumental es esencial en el control de los apareamientos de las abejas reinas vírgenes, porque permite manipular adecuadamente los cruzamientos.

7.1.- Material para el proceso de Inseminación Instrumental.

- Aparato de inseminación.
- Microagujas (recolección del semen).
- Ganchos ventral y dorsal.
- Microscopio estereoscópico.
- Jeringa de inseminación.

7.2.- Limpieza y desinfección adecuada del material utilizado durante el proceso de inseminación instrumental.

La solución para la limpieza y desinfección de la microaguja, así como para el llenado de la columna de la jeringa Harbo, es fundamental porque gran parte del éxito o fracaso depende de mantener libre de contaminantes el instrumental. La solución empleada comúnmente es un antibiótico de amplio espectro diluido en una solución salina fisiológica estabilizada a un pH de 8.5- 9 y mantenida a temperatura ambiente, tapada y protegida del polvo. Es recomendable que se prepare el mismo día que se vaya a inseminar, aunque se puede preparar un día o dos días antes. Es posible emplearla durante varios días si se tiene el cuidado de refrigerarla y se saca una hora antes de su uso (debe estar a temperatura ambiente), además debe verificarse el pH y ajustarse en caso necesario. Es conveniente preparar suficiente solución para limpiar constantemente la microaguja con la ayuda de cotonetes de algodón, y cambiar la solución cuando se encuentre sucio o con residuos contaminantes (Uribe, 2004).

7.3.- Preparación del equipo de Inseminación e instalaciones.

Al momento de la inseminación, el recinto debe estar limpio de preferencia húmedo para evitar que se levante polvo durante el procedimiento y contamine las soluciones o el equipo, lo cual podría llegar a afectar la sobrevivencia de las reinas. Tanto el aparato de inseminación, las microagujas y los ganchos ventral y dorsal los cuales son indispensables para permitir la apertura del aparato reproductor de la reina, deben ser desinfectados por lo menos desde dos horas antes de la inseminación, enjuagándolos con solución salina fisiológica y limpiándolos entre cada inseminación, al igual que los oculares del microscopio estereoscópico, para evitar posibles contaminaciones. La jeringa de inseminación deberá prepararse adecuadamente

para evitar contaminación y burbujas de aire que dificulten el llenado y expulsión del semen. Las microagujas deben ser revisadas antes de las inseminaciones para asegurar que estén en buenas condiciones (ocasionalmente, las puntas se astillan, lo cual es peligroso para los órganos internos de las reinas). El asistente de la inseminación que lleva y trae las reinas vírgenes del campo al laboratorio es una fuente de contaminación permanente (Uribe, 2004).

Figura 24. Instrumental para el proceso de Inseminación.



Instrumental necesario para realizar el proceso de inseminación instrumental (disponible en: https://www.facebook.com/abejasreina/photos_stream).

7.4.- Manejo del zángano para la obtención del semen.

Los zánganos son capturados de cada una de las colonias productoras. Se transportan al cuarto de inseminación en jaulas especiales de un tamaño aproximado de 14x10x3cm (cada una de las cuales pueden contener 50-60 zánganos), protegidas con malla de alambre de 4mm de diámetro en las caras anterior y posterior (suficiente para el paso de obreras, pero no de zánganos).

Figura 25. Transporte de zánganos.

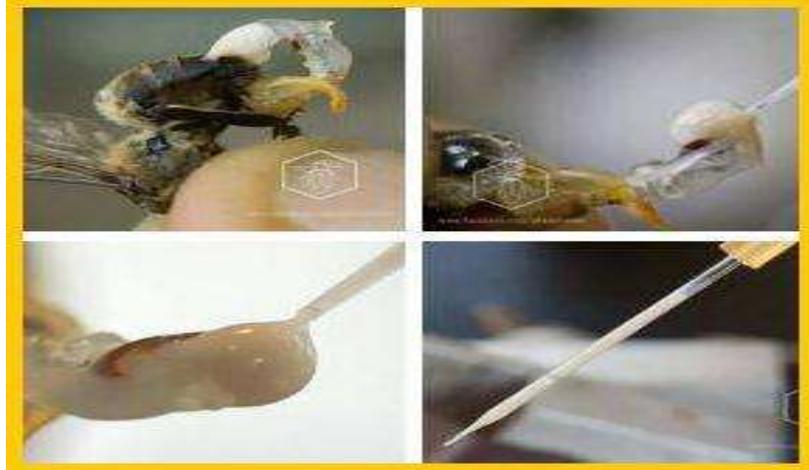


Cajas especiales de madera e unicel utilizadas para el transporte de los zánganos al laboratorio y así obtener el semen para la inseminación (disponible en: https://www.facebook.com/abejasreina/photos_stream).

Las jaulas son identificadas para conocer su origen genético y programar las inseminaciones. Ya en el cuarto de inseminación, los zánganos son utilizados uno a uno, para obtener su semen, previa liberación de los mismos durante algunos minutos para que defequen y llenen sus sacos aéreos, con el propósito de favorecer la salida (eversión) del pene.

La expulsión del semen se logra tomando al zángano entre el dedo pulgar y el dedo medio de la mano izquierda, haciendo presión sobre la cabeza y el tórax en un movimiento continuo, paciente y delicado de adelante a atrás, controlando la presión que se ejerce sobre el tórax y abdomen para evitar la expulsión del semen de forma abrupta y su consecuente pérdida. Si se logra una apropiada eyaculación, el semen se localizará sobre la superficie más alejado del bulbo, es de color castaño, más oscuro mientras más maduro esté, no confundirlo con el moco (blanco), ya que en caso de tomarlo equivocadamente podría taponar la punta de la microaguja y se perdería el semen recolectado previamente (Uribe, 2004).

Figura 26. Recolección del semen.



Obtención del semen con ayuda de la microaguja (disponible en:
<https://www.facebook.com/abejasreina/photos/pb.204049639660305.-2207520000.1430527407./520590044672928/?type=3&theater>).

Cabe apuntar que si bien es cierto que no todos los zánganos producen la misma cantidad de semen, también se ha demostrado que al incrementar la cantidad que se deposita en los oviductos, disminuye la que emigra hacia la espermateca. Sin embargo, las reinas pueden inseminarse una o dos veces para promover el mayor llenado de dicho órgano, lo que resulta favorable si se busca mayor eficiencia en su capacidad de ovoposición.

El semen puede conservarse a temperatura ambiente de 13-15 °C hasta por seis a ocho semanas, almacenado en tubos capilares sellados y con antibiótico (Uribe, 2004).

7.5.- Manejo de las reinas vírgenes en el laboratorio.

Las reinas vírgenes de 5 a 15 días deben trasladarse al cuarto de inseminación minutos antes de realizar el procedimiento para evitar que se debiliten y enfríen; para entonces ya se tendrá el semen en la jeringa de inseminación. Es conveniente trabajar con lotes pequeños de reinas, se sugieren cinco, a intervalos de tiempo conforme a la velocidad de la inseminación, y llevarlas de tres en tres a sus núcleos correspondientes, una vez que estén inseminadas y marcadas, igualmente, las jaulas donde se han colocado las reinas inseminadas deberán estar identificadas con los datos de éstas: número de núcleo, número y color de placa, y origen materno. El manejo de las reinas vírgenes en el laboratorio implica verificar su aparente buen estado de salud y que físicamente no tengan lesiones (especialmente en las patas, alas y abdomen) y eliminar a las que estén dañadas (Uribe, 2004).

7.6.- Administración de bióxido de carbono (CO₂).

Las reinas se anestesian con dióxido de carbono. Este gas es muy explosivo, debe evitarse fumar o encender cerillos en el cuarto de inseminación. Así mismo, es preciso revisar que el tanque de CO₂ y la válvula de administración se encuentren en perfectas condiciones, además de extremar el cuidado al abrir y cerrar el tanque para evitar fugas y accidentes. Con este propósito, se hace pasar el CO₂ por un matraz con agua para regular el flujo a razón de una burbuja por segundo, velocidad recomendada para lograr apropiada anestesia de las reinas vírgenes durante la inseminación, sin embargo, la velocidad del flujo dependerá, finalmente, de las condiciones de la válvula y, sobre todo, de la eficacia del CO₂ para inmovilizar a la reina al momento del procedimiento. No obstante, para lograr una adecuada anestesia de la reina, se sugiere aplicar por algunos segundos un primer flujo

abundante, y después reducirlo para mantener la anestesia durante el tiempo que dure la inseminación (Uribe, 2004).

Figura 27. Administración de Co₂ en abejas reina.

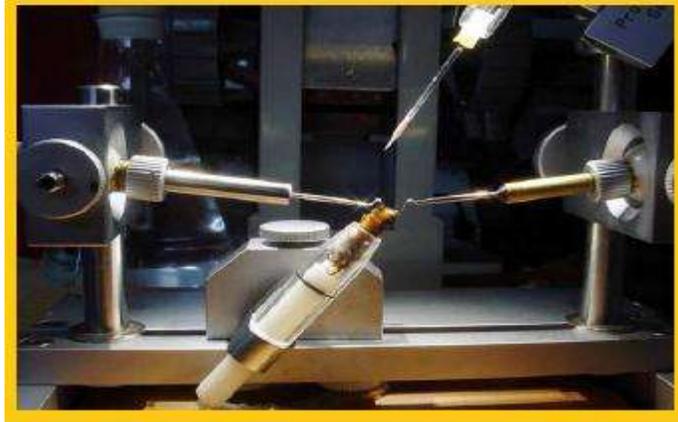


Anestesia en base a dióxido de carbono infiltrada en la abeja reina (Uribe, 2004).

7.7.- Proceso de Inseminación.

La reina debe ser sujeta manualmente e introducida a los tubos de manejo para ser colocada en el aparato de inseminación en posición dorsoventral y con el ápice caudal dirigido hacia arriba. En el tubo de inseminación donde estará fluyendo el bióxido de carbono, y tras un medio minuto de aplicación, la reina quedara anestesiada.

Figura 28. Posición adecuada para Inseminación Instrumental.



Abeja reina anestesiada en posición dorsoventral preparada para ser inseminada instrumentalmente (Uribe, 2004).

En seguida, con el microscopio estereoscópico a 10 ó 15 aumentos, se observará el aparato del aguijón, y debajo, el saco copulador (bursa copulatrix), utilizando dos ganchos, el ventral (lado izquierdo) y el dorsal (lado derecho). Con éste se levanta el aparato del aguijón y se expone el saco copulador, y con aquél se expone la entrada del orificio vaginal (triángulo vaginal).

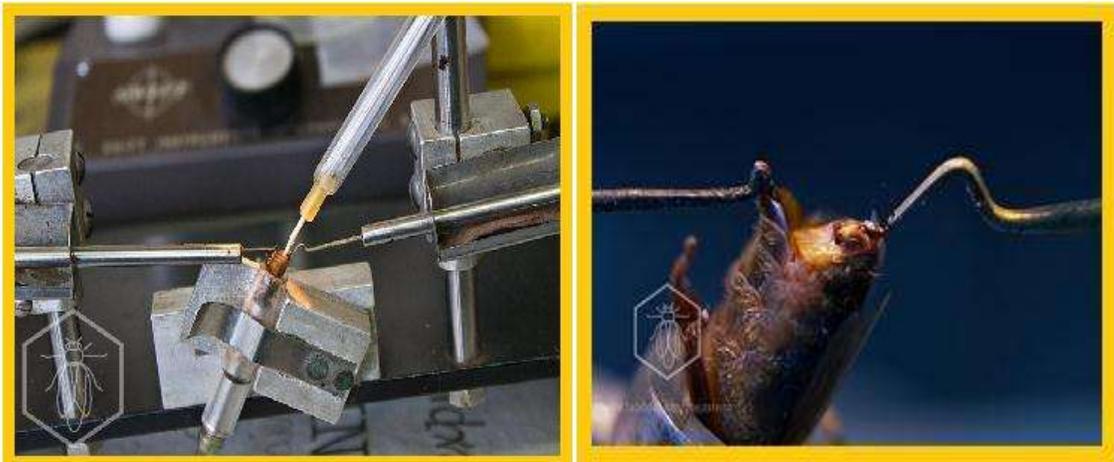
Figura 29. Exposición del ápice caudal de la abeja reina.



Ápice caudal expuesto para que sea depositado el semen recolectado obtenido del zángano (disponible en: <https://www.facebook.com/abejasreina/photos/a.492605460804720.1073741831.204049639660305/506309346100998/?type=3&theater>).

Ya identificada la entrada, se ajustan los ganchos y se sueltan, y se introduce con delicadeza la microaguja que contiene el semen, en el oviducto medio, una vez librado el obstáculo natural se realiza un pequeño movimiento en zigzag, de forma descendente.

Figura 30. Identificación y entrada de la microaguja al oviducto.



Llegada de la microaguja al oviducto para ser depositado el semen. (disponible en: <https://www.facebook.com/media/set/?set=a.492605460804720.1073741831.204049639660305&type=3>).

Inmediatamente después de alcanzar con la microaguja el lugar exacto (oviducto medio), se depositan entre cinco y ocho microlitros de semen. En seguida se retira cuidadosamente la microaguja (si no se observa salida del semen, será indicio de que éste ha quedado en el lugar correcto). Entonces, la reina inseminada es retirada y suspende la administración del anestésico (Uribe, 2004).

Figura 31. Depósito del semen en la reina.



Deposito del semen dentro del oviducto (disponible en:
<https://www.facebook.com/abejasreina/photos/pb.204049639660305.-2207520000.1430529130./634497643282167/?type=3&theater>).

A la reina se le deposita en un lugar seguro, de preferencia sobre una caja de cartón pequeña no sobre una superficie metálica (fría) y se corta un tercio de las alas (para evitar que instintivamente pueda salir de su núcleo a un apareamiento natural pocos días después de la inseminación), se le identifica con una placa de plástico de cierto color, numerada, adherida sobre el tórax con un pegamento especial. Luego se introduce en la jaula de donde emergió, la cual se cierra con un tapón de corcho, y cinta adhesiva, rodeando la superficie de madera, donde se registra con un marcador de aceite el origen materno de la reina, el número y color de placa, y fecha de inseminación (Uribe, 2004).

Figura 32. Post Inseminación.



Abeja reina aun sobre los efectos de la anestesia en base a Co2 (disponible en:
<https://www.facebook.com/abejasreina/photos/a.492605460804720.1073741831.204049639660305/736927776372486/?type=3&theater>).

Posteriormente, la jaula debe ser llevada a su núcleo de procedencia, impregnada con un poco de miel en la parte superior para inducir a las obreras a que atiendan a la reina lo más pronto posible; de esta manera se asegura que reciba alimento (jalea real) de las abejas nodrizas.

Figura 33. Depósito de abeja reina en un nuevo núcleo.



La abeja reina es identificada y colocada en un nuevo núcleo para que empiece a ovopositar (disponible en: <https://www.facebook.com/abejasreina/photos/pb.204049639660305.-2207520000.1430530116./558443434220922/?type=1&theater>).

Por otra parte, siempre es recomendable inseminar más reinas de las que puedan necesitarse, pues existe cierta tasa de mortalidad durante todo el proceso de producción de reinas inseminadas. Lo óptimo es lograr promedios de eficiencia superiores a 75%, en términos de sobrevivencia, aceptación y desempeño de las reinas inseminadas (Uribe, 2004).

7.8.- Tiempo de Inseminación.

Por lo general, suponiendo que la inseminación de una reina se realice con el semen de cuatro o cinco zánganos maduros, el tiempo que transcurre, desde la obtención del fluido, hasta el momento de la inseminación de la reina, es de aproximadamente

ocho a diez minutos, quizás 15, dependiendo de la madurez y disponibilidad de los zánganos. Por precaución, el tiempo de la inseminación debe ser lo más breve posible, aunque no se ha observado daño alguno cuando se prolonga algunos minutos más (Uribe, 2004).

7.9.- Manejo de las reinas después de la Inseminación.

Cuarenta y ocho horas después de su introducción a los núcleos, las reinas se recogerán nuevamente para evaluar la mortalidad o sobrevivencia. Las que estén vivas serán llevadas a laboratorio para aplicarles un segundo tratamiento de bióxido de carbono, durante tres a cinco minutos (para estimular la ovoposición), y se retomarán a su núcleo de origen.

Figura 34. Segundo tratamiento de Co₂.



Se aplica un segundo tratamiento de bioxido de carbono para estimular la ovoposición (disponible: <https://www.facebook.com/abejasreina/photos/a.492605460804720.1073741831.204049639660305/552937598104839/?type=3&theater>).

En este momento se realizará un manejo especial: colocar la reina directamente sobre un panal de cría operculada y cubrirla con una malla en criba de cuatro milímetros de diámetro (malla de presión) de 14cm por lado a fin de proporcionarle espacio para la postura, evitar que se salga de esa área del panal, donde

presumiblemente iniciará la postura y estará protegida contra grupos de abejas de su mismo grupo que pudieran desconocerla. El panel de cría de obrera seleccionado donde se haya colocado y encerrado la reina inseminada tendrá un área de celdas vacías y alimento (Uribe, 2004).

Figura 35. Distribución de la reina en el panel de cría operculada.



La abeja reina es colocada en un nuevo panel donde iniciara su postura (disponible en: <https://www.facebook.com/abejasreina/photos/a.492605460804720.1073741831.204049639660305/501213669943899/?type=3&theater>).

Posteriormente, el bastidor se coloca en medio de dos panales de cría operculada de su mismo núcleo, con suficiente separación entre ellos para que las obreras puedan alimentar a la reina. El núcleo se alimenta, la colmena se tapa o sella bien para evitar pillaje y la entrada de reinas ajenas. Cinco días después se revisará cada uno de los núcleos donde se encuentran las reinas en mallas de presión y se confirma nuevamente la sobrevivencia; en caso de que haya muertas, éstas serán reemplazadas por otras reinas inseminadas. La finalidad de esta revisión será verificar el inicio de la postura de las reinas, lo cual generalmente ocurre entre 3 y 15 días después de la inseminación. La experiencia ha demostrado que las reinas recién inseminadas manejadas de esta manera en los núcleos, y que se han liberado

por sí mismas de las mallas de presión, inician la postura más rápido que las que mantienen dentro de las mallas, sin embargo, por seguridad no deberán ser liberadas mientras no inicien la postura. Si transcurridos seis o siete días, las reinas no han iniciado la ovoposición, podrán ser liberadas y esperar unos días más para evaluar su capacidad de postura (Uribe, 2004).

Es importante enfatizar que en cada revisión se deberán destruir las celdas reales de emergencia que construyan las abejas de cada uno de los núcleos, puesto que, por cada celda que por descuido se deje en los núcleos; evidentemente, mal revisados, una reina inseminada morirá sin remedio, y todo el esfuerzo, tiempo y recursos se perderán.

Cada ocho días los núcleos habrán de revisarse y se registrarán los datos referentes a la sobrevivencia de la reina, inicio y calidad de la postura, y condición de la reina inseminada para valorar más tarde la población descendiente con base en los parámetros productivos y de comportamiento, motivo del apareamiento controlado.

Aproximadamente 70 días después del inicio de la ovoposición de las reinas inseminadas podrán realizarse pruebas de diferente índole en las colonias. Aunque, si lo que interesa es comercializar reinas inseminadas para pie de cría, a los 30 días de la iniciada la postura podrá evaluarse este parámetro (Uribe, 2004).

7.10.- Hoja de registro de la Inseminación.

El registro del trabajo de inseminación constituye la memoria de los apareamientos controlados. Los siguientes son los datos mínimos que debe incluir: objetivo de

inseminación, título del proyecto y naturaleza de éste (mantenimiento de pie de cría o investigación), fecha y día, nombre de la persona que ha inseminado a la reina, origen parental de las reinas vírgenes y de los zánganos; en caso de usar placas plásticas para el marcaje de las reinas inseminadas, anotar el color y número de la placa, número o identificación del núcleo al que pertenece la reina virgen inseminada; cantidad de semen administrado, el número de zánganos empleados para la obtención del semen, y si el semen se ha homogenizado. Asimismo, todos los datos que el criador o inseminador considere apropiados para el protocolo de trabajo (hora de inicio y finalización, temperaturas, etc.) (Uribe, 2004).

Figura 36. Identificación de la abeja reina.



La abeja reina es indentificada con un marcador para que sea fácil su localización dentro del panal (disponible en: <https://www.facebook.com/media/set/?set=a.492605460804720.1073741831.204049639660305&type=3>).

8.- Evaluación de las reinas.

Cualquier productor o criador que desea hacer selección, deberá necesariamente llevar algún tipo de registro de las características que son de interés para él. Existen

varias maneras de evaluar la mayoría de las características de las colonias, algunas de ellas muy complejas, sin embargo, los apicultores deben usar maneras muy sencillas y prácticas.

Es importante tomar en cuenta las siguientes características:

Rendimiento.- Para evaluar la cantidad de miel que produce una colonia, este factor se obtiene dividiendo la cantidad total de miel producida entre el número total de panales cosechados.

Docilidad.- El comportamiento de las abejas es difícil de evaluar numéricamente. Existen algunos métodos que determinan el tiempo de reacción de las abejas como contabilizando el número de agujones en un objeto estimulante y evaluando cotidianamente su comportamiento; proporcionando una calificación escala de 1 a 5 o bien de la siguiente manera: muy mansa, mansa, regular o ligeramente mansa, agresiva o muy agresiva.

Resistencia a las enfermedades.- Es importante que las abejas no sufran enfermedades ya que su producción es más rentable cuando se encuentran sanas.

También es necesario esperarse cuando menos dos meses para evaluar la resistencia a las enfermedades ya que el comportamiento higiénico, que es la habilidad de desopercular y retirar la cría muerta depende de las abejas adultas. Hay que tener cuidado al evaluar esto, ya que cuando las colonias tienen poblaciones altas de Varroa, son presa fácil de otras enfermedades, lo que puede desvirtuar nuestra apreciación.

8.1.- Cría de reinas y mejoramiento genético.

Las características más valiosas a seleccionar y de fácil observación son: alta producción de miel, prolificidad de la reina, baja tendencia a enjambrar, resistencia a las enfermedades, y docilidad. Así mismo es indispensable realizar una selección de las colmenas, cuyas reinas servirán como pie de cría a partir de las cuales se obtendrán nuevas reinas y zánganos (Argüello, 2010).

Es importante identificar y discriminar las abejas con características africanas, de las europeas, para seleccionar las productivas y manejables en la crianza de reinas. El cambio de abejas reinas mejoradas es la medida principal para el control de abejas africanizadas; por esa razón, el gobierno, los científicos y los apicultores, necesitan métodos confiables y prácticos para la selección y producción de aquéllas. Existen métodos tanto naturales como artificiales los cuales son mencionados a continuación:

8.2.- Cría natural de reinas.

Las abejas crían sus propias reinas, sin embargo, la reproducción natural presenta inconvenientes como los siguientes: no distingue a las colonias con características sobresalientes y mantiene de igual forma a todas las colonias con alta o baja productividad. Así como la abeja reina, después del primer año, por envejecimiento, va disminuyendo su postura y esto se refleja en menor producción de miel. Las abejas obreras pueden criar reinas si disponen en la colonia de los elementos necesarios, que son: huevo o larvas que no pasen de 2 días de edad y zánganos de edad apropiada en el campo, que fecunden a las nuevas reinas vírgenes. Dentro de

las cuales encontramos el método Miller, Alley, Hopkings, entre otros (Argüello, 2010).

8.2.1.- Método Miller.

Se basa en la introducción de un cuadro de cera estampada con franjas de 5 a 7 centímetros de ancho, que terminan hacia abajo en punta. Una vez preparado el material se lo introduce en la cámara de cría con la reina seleccionada, para que las obreras estiren la cera y la reina coloque los huevos.

Figura 37. Método Miller.

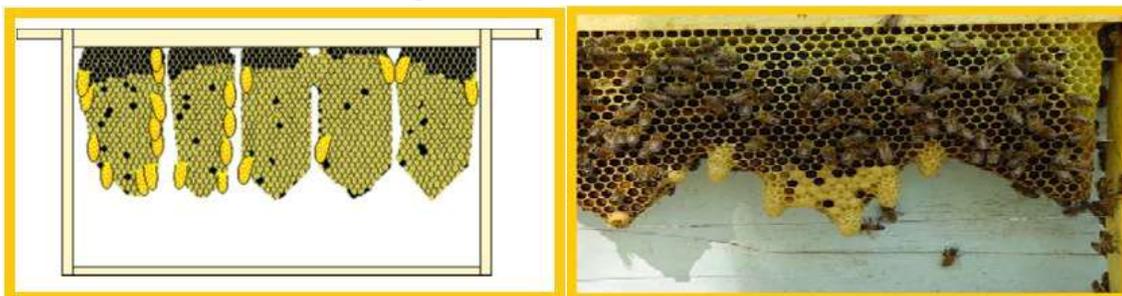


Imagen ilustrada a la forma del método Miller, el cual es utilizado para la crianza de abejas reina (disponible en: http://www.sada.org.ar/Articulos/Tecnicos/reinas_pablo/reinas2.jpg).

Luego de una semana se traslada el cuadro, con las larvas recién nacidas, a una colmena criadora donde se realizará el estiramiento de las celdas reales. Previamente se le destruyen por los bordes en forma alternada dos celditas de cada tres para dejar más espacio a las futuras celdas reales. Diez días después varias estarán cerradas y listas para ser injertadas en la colonia destinataria (Valega S/A).

8.2.2.- Método Alley.

Se mantienen las reinas madres en pequeñas colonias de cinco cuadros; se coloca un cuadro con panal desocupado para que la reina deposite huevos y tres días después, ya cuando las larvas están a punto de nacer, se remueven. Se utilizan colonias fuertes para que construyan las celdas, se manipulan durante diez minutos para que las abejas empiecen a enjambrazar. Antes de enjambrazar las abejas se llenan de miel; en este momento se retira a la reina y se sacuden las abejas dentro de una caja de enjambrazón. Diez horas después se les da a estas abejas, tiras de panal con larvas recién nacidas procedentes de la colonia madre. Después del primer día, se les permiten vuelos libres y una vez que las celdas reales estén selladas se pueden remover para ser introducidas en colmenas que carezcan de reina.

Figura 38. Método Alley.



Imagen ilustrativa al metodo alley el cual se utiliza en criaza de abejas reina (disponible en: http://www.sada.org.ar/Articulos/Tecnicos/reinas_pablo/reinas5.jpg).

8.3.- Cría artificial de reinas.

El hombre ha aprendido a criar artificialmente reinas, simulando las condiciones en que las abejas crían sus propias reinas de manera natural, de modo que las mismas obreras de una colonia las cuiden y alimenten, pero bajo su vigilancia y dirección, para obtenerlas en gran número y con las características genéticas deseables.

Dentro de esta cría de reinas, si el flujo de néctar o recolección de polen no es suficiente, debe considerarse que es necesario dar alimentación suplementaria a las obreras, tanto de jarabe de azúcar como de sustitutos de polen, para mantener su fortaleza. Es importante que esas reinas transmitan características deseables, y se críen bajo condiciones óptimas, que se verán reflejadas en la cantidad y características de las obreras hijas de ellas.

8.3.1.- Método Doolittle.

Este método es el más usado por práctico y eficiente, también es conocido como proceso de transferencia de larvas o injerto de larvas.

Figura 39. Método Doolittle.



Trasferencia de larvas recién nacidas en celdillas artificiales (Barrera, S/A).

Este método consiste básicamente en la transferencia de larvas con una edad de 12 a 24 horas, para celdas artificiales que denominaremos copaceldas. Para este proceso se requiere el siguiente material:

- ✚ Bastidor porta copacelda
- ✚ Barras porta-copaceldas
- ✚ Copaceldas de plástico o de cera (Limón, 2012).

Tipos de copacelda:

- a) Copacelda de plástico.- En México se fabrican obteniendo resultados semejantes a los de las copaceldas de cera con las siguientes ventajas: pueden ser utilizadas indefinidamente y su resistencia permite manejarlas directamente sin lastimar a la futura reina.

Figura 40. Copacelda de plástico.

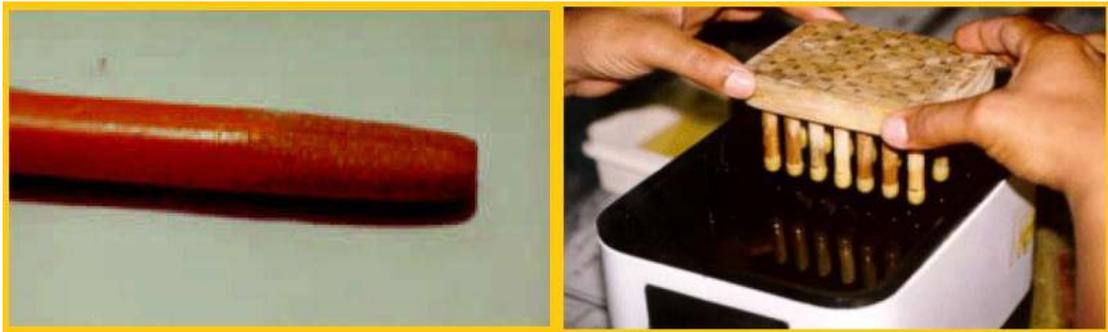


Copacelda de plástico utilizada para la crianza artificial de reina (Barrera, S/A).

b) Copacelda de cera.- se utiliza un molde de madera. El molde se introduce unos minutos en agua con la finalidad de que la madera quede suficientemente húmeda para evitar que la cera fundida se le adhiera, se coloca la cera pura de abejas en un recipiente pequeño, el cual se introduce en otro un poco mayor con agua, se calienta a fuego suave procurando que el agua no llegue a hervir y cuando la cera esté líquida se sumerge 1cm.

La punta del molde de madera se seca durante unos segundos para que la capa de cera adherida se enfríe y se repite la operación en dos ocasiones más con la finalidad que las paredes de la copacelda sean un poco más gruesas; después se sumerge en agua fría y con un movimiento de rotación suave se despegan y se retira la copacelda del molde procurando no deformarla (Barrera, S/A).

Figura 41. Molde y copacelda de cera.



Copaceldas de cera utilizando un molde de madera para su elaboración (Barrera, S/A).

9.- Conclusiones.

En México faltan muchas cosas por resolver, con el problema de africanización que se ha ido presentando, los investigadores con el proceso de Inseminación Instrumental tratan de generar algún sistema más seguro que ayude a contrarrestar estos problemas que hoy en día afectan a la producción.

La inseminación proporciona mejores estudios en la genética de las abejas e incrementar la calidad de las abejas reina a nivel comercial para elevar la producción de miel, polen, propóleos que son útiles para el hombre.

Gracias al nuevo centro de acopio de mejoramiento genético en abejas reina instalado en el estado de Aguascalientes, tiene el propósito de crear abejas de alta calidad, a fin de mejorar la productividad y la calidad de los enjambres.

El cambio de abejas reinas mejoradas es la principal medida para el control de la africanización, así como también para disminuir la incidencia de enfermedades y parásitos, desafortunadamente en México existen criadores de abejas reina que aparte de no abastecer la demanda nacional de reinas, son pocos los que realizan algún tipo de selección. Por esta razón resulta importante que la mayoría de los apicultores tengan métodos confiables y prácticos para seleccionar, criar e inseminar instrumentalmente abejas reina.

10.- Bibliografía.

Alvarenga, Ramírez y Santamaría. 2010. Proyecto de desarrollo productivo del sector apícola en los departamentos de cabañas y Cuscatlán. (Tesis de maestría). Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Económicas. San Salvador, El salvador.

Argüello, N.O. 2010. Guía Práctica sobre Manejo Técnico de Colenas. Proyecto apícola. Programa Nacional de Formadores Apícolas. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. León, Nicaragua.

Barrera, R.A. S/A. Manual de cría de abejas reina. (Cuarta edición). Ed. Programa Nacional para el control de la abeja africana. México, DF.

Conceptos básicos de apicultura para la evaluación de compromisos del PROGRAN 2013. [Archivo de datos]. México, D.F. SAGARPA.

Contreras, 2013. Características y situación actual de la apicultura en las regiones sur y suroeste de Jalisco, México. Jalisco México.

Cruz, P.G. 2013. Evaluación del método doolittle simplificado en la multiplicación de reinas, en tres razas de abejas (*Apis mellífera*) en la localidad de Sapecho del municipio de palos blancos. (Tesis de licenciatura). Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La paz, Bolivia.

Espinosa, (2008, 13 de octubre) Debe haber impulso a la apicultura en Morelia. El sol de Morelia. Consultado: 30/04/2015.

Fernández, 2004. Morfología y Anatomía de las abejas. Universidad de Oviedo. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas. Oviedo, Asturias, España.

Guzmán *et al.*2011. Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México DF.

Limon, 2012. Una experiencia práctica exitosa en cría de abejas reina. Asociación Nacional De Médicos Veterinarios Especialistas En Abejas. Aguascalientes, México.

Llorente, S/A. Disponible e: <http://abejas.org/anatomia-interna-de-las-abejas/>. Consultado: 30/04/2015.

Martínez y Cabo. 1988. Apuntes de Apicultura. Ed. Dirección General de Investigación y Extensión Agrarias. Sevilla, España. p. 6-131.

Monteserín, 2004. Los componentes de la colmena. Castas de abejas. Universidad de Oviedo. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas. Oviedo, Asturias, España.

Quero *et al.* 2004. Las abejas y la apicultura. Universidad de Oviedo. Departamento De Biología de Organismos y Sistemas. Oviedo, Asturias, España.

Sánchez *et al.* 2007. Análisis de riesgo en la entrada y difusión de los agentes que pueden afectar a las abejas Melíferas, en España. 1 (2): 1- 7.

Situación Actual y Perspectiva de la apicultura en México. 2010. [Archivo de datos]. México, D.F. SAGARPA.

Uribe *et al.* 2004. Imagen Veterinaria. 4 (2):5- 64.

Valega, O. S/A. Cría de Reinas. "apícola don Guillermo". Provincia de corrientes, Argentina. p. 1-28.

11.- Glosario.

Apicultura: Es el arte y la ciencia de criar abejas y forma de obtener de ellos el máximo de los beneficios con el mínimo de costos.

Inseminación: Acción de depositar el semen en la vagina.

Traslave: técnica de pasar una larva de 2 o 24 horas de edad de un panal a una copacelda sin dañarla.

Opercular: acción de cerrar las celdillas donde nacerán las reinas, abejas y machos y las de miel.

Espermateca: Saco esférico donde se almacenan de 5 a 7 millones de espermatozoides para la fecundación de los óvulos durante toda la vida de la reina.

Ovoposición: Acto de poner o depositar huevos por el miembro femenino de los animales ovíparos.

Quimiotactismo: En este caso, el estímulo corresponde a la presencia de ciertas sustancias químicas. En muchos insectos se da el quimiotactismo positivo, porque es la forma en que encuentran su alimento. Por ejemplo, las abejas lo son por el aroma y color de las flores.

Pecorear: conducta de las abejas obreras que recolectan polen y néctar de la flora apícola de un determinado lugar geográfico.

Bolsa copuladora (Bursa Copulatrix): Divertículo de la vagina que se observa en algunos insectos y en el que se deposita el semen antes de penetrar en la espermateca.

Órgano copulador: Cámara interior, generalmente eversible en la cual desemboca el conducto eyaculador.

Copular: Realizar la copula o acto sexual.