



Fundación
PRODUCE
Chiapas, a.c.

FUNDACIÓN PRODUCE CHIAPAS, A.C
EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR - Unidad San Cristóbal
Grupo: ABEJAS DE CHIAPAS

Manual Apícola:

Mejoramiento Genético de Abejas melíferas por Selección

MVZ. Omar Argüello Nájera

Dr. Remy Vandame

Dr. Emeterio Payró De La Cruz

San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Agosto de 2014



Directorio

Lic. Manuel Velasco Coello
Gobernador Constitucional del Estado de Chiapas
Presidente honorario



CONSEJO DIRECTIVO DE LA FUNDACION PRODUCE CHIAPAS AC.

MVZ. David Corzo Castillejos
Presidente ejecutivo

Ing. Guillermo de Jesús Moguel Gómez
Secretario

CP. Maria Araceli Ramírez Martínez
Tesorera

El presente manual técnico ha sido generado por los autores gracias al apoyo económico recibido por parte de la Fundación Produce Chiapas A.C.

Este programa es público, ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido el uso para fines distintos a los establecidos en el programa.

Apicultores Cooperantes

Sistema Producto Apícola de Chiapas
Apiario en Osumacinta

El Colegio de la Frontera Sur
Apiario en Teopisca

MC. Hernán Pérez López
Apiario en La Trinitaria

Alonzo López López
Cesar López López
Apiario en Tenejapa

Placido Ramírez Ángel
Apiario en Metapa

Ing. Pedro Vázquez Toledo
Apiario en Tonalá

Presentación

La Fundación Produce Chiapas, tiene la facultad de promover y financiar la investigación aplicada y transferencia de tecnología, para que se realicen acciones operativas del componente Innovación y transferencia tecnológica del Programa de Desarrollo de Capacidades, Innovación Tecnológica y Extensionismo Rural.

El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) cumpliendo con sus objetivos sustantivos de hacer investigación y vinculación con los sectores productivos de la frontera sur de México, a través de la línea de investigación “Abejas de Chiapas”, desde 2001 ha hecho varios trabajos de mejoramiento genético de abejas, en Guatemala y en Chiapas. Como seguimiento a esos varios esfuerzos, se sigue trabajando en investigación participativa, en el mejoramiento de abejas locales de Chiapas.

El presente manual es producto del proyecto: **SELECCIÓN DE UNA LINEA GENETICA LOCAL A BASE DE LAS MEJORES COLMENAS DEL ESTADO, TOMANDO EN CUENTA CRITERIOS DE PRODUCTIVIDAD, MANSEDUMBRE Y RESISTENCIA A LAS ENFERMEDADES**, financiado por la Fundación Produce Chiapas y ejecutado por el grupo “Abejas” de El Colegio de la Frontera Sur. En colaboración con varios apicultores de varias regiones del estado de Chiapas, se han estado haciendo evaluaciones de colonias de abejas con reinas adquiridas a criadores de prestigio de México, en comparación con colonias de abejas con reinas de extracción local, con la finalidad de obtener poblaciones de abejas con mejores características y adaptadas para la producción apícola en la entidad.

El presente manual está dirigido a los apicultores y técnicos chiapanecos pero también a cualquier apicultor con el deseo de mejorar sus abejas, y aunque no se necesitan tener grandes conocimientos sobre genética de abejas, es importante que tengan cierta experiencia como apicultores, conocimientos de aritmética, así como llevar registros y anotaciones de las características de las abejas que se desean mejorar. Tiene como objetivo primordial proporcionar al apicultor herramientas sencillas y de fácil aplicación que le permitan conocer cuales, entre sus colmenas, son las que presentan las mejores características y que pueden ser seleccionadas como reproductoras para las siguientes generaciones de abejas.

En el primer capítulo abordamos la situación de la apicultura chiapaneca, sus problemas como la africanización y la varroasis, así como las enfermedades más comunes. En el segundo capítulo describimos la biología y los comportamientos de las abejas que deben tomarse en cuenta en un programa de selección. El tercero mencionamos solo algunos métodos usados para mejorar abejas. En el cuarto mencionamos los rasgos más importantes a seleccionar, como evaluarlos y la manera en que lo hemos hecho nosotros y finalmente en el quinto indicamos como usar los datos de las evaluaciones para dar una calificación objetiva a cada colmena y definir cuáles son las mejores.

Los Autores.

Contenido

	<i>PÁG.</i>
INTRODUCCION	7
1. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA APICULTURA CHIAPANECA	9
1.1. LAS ABEJAS AFRICANIZADAS	10
1.2. LA VARROASIS	13
1.3. OTRAS ENFERMEDADES Y PLAGAS COMUNES EN CHIAPAS	17
1.4. EL COMPORTAMIENTO HIGIÉNICO DE LAS ABEJAS	19
2. EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LAS ABEJAS MELÍFERAS	21
2.1. EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LOS ZÁNGANOS	22
2.2. EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LAS REINAS E INICIO DE LA POSTURA	23
3. MÉTODOS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO EN ABEJAS	24
3.1. MÉTODOS DE CONTROL DE CRUZAMIENTOS	26
4. CARACTERÍSTICAS A SELECCIONAR Y SU EVALUACIÓN	28
4.1. EL RENDIMIENTO DE MIEL	30
4.2. LA MANSEDUMBRE O DOCILIDAD	31
4.3. LA RESISTENCIA A ENFERMEDADES	32
4.4. LA RESISTENCIA O TOLERANCIA A VARROA	33
5. ELABORACIÓN DE UN ÍNDICE DE SELECCIÓN	36
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

Índice de figuras

	Pag.
Figura 1. Regiones apícolas de Chiapas	9
Figura 2. Dispersión de las abejas africanizadas en el continente americano	10
Figura 3. Revisando abejas africanizadas	11
Figura 4. Enjambre reproductivo de abejas africanizadas	12
Figura 5. Abeja recién nacida parasitada por varroa y con alas deformes	13
Figura 6. Entrada de varroa a la celda de cría de las abejas (Tomado de Boot <i>et al.</i> 1994).	13
Figura 7. Abejas con alta infestación de varroa	14
Figura 8. Abejas dañadas por varroa (centro y derecha), abeja normal (izquierda).	15
Figura 9. Panal con cría operculada de zángano, usado para control de varroa	16
Figura 10. Prueba del palillo para determinar la presencia de loques	17
Figura 11. Tráqueas de abeja una con presencia de <i>Acarapis woodi</i> , otra sana	17
Figura 12. Panal con polen, infestado con larvas de polilla de la cera.	18
Figura 13. Larva triangulina de <i>Meloe sp.</i>	18
Figura 14. El Pequeño Escarabajo de la Colmena (PEC) <i>Aethina tumida M.</i>	18
Figura 15. Herencia del comportamiento higiénico, según W. Rothembuhler	19
Figura 16. Colonia de abejas con 100 % de comportamiento higiénico.	20
Figura 17. Las 3 castas de las abejas: Reina, obrera y zángano.	21
Figura 18. Colonia de abejas establecida en una casa habitación	21
Figura 19. Reina marcada y su corte	21
Figura 20. El zángano, macho de la colonia.	22
Figura 21. Aparato reproductor de la reina.	23
Figura 22. Revisando núcleos de fecundación de reinas	27
Figura 23. Equipo de inseminación instrumental de reinas	27
Figura 24. Abejas dóciles sobre panal nuevo.	28
Figura 25. Colmenas con número de identificación individual	28
Figura 26. Apiario de colonias uniformes, para evaluación.	29
Figura 27. Colonia de abejas con reina y su propia descendencia	30
Figura 28. Alza con panales de miel listos para cosecha.	31
Figura 29. Manejo de colonias muy dóciles en el patio de la casa.	32
Figura 30. Panal de cría operculada, con el área marcada y la cría muerta por punción, listo para introducir a la colonia.	33
Figura 31. El mismo panal, 24 horas después de haber estado dentro de la colonia de abejas higiénicas	33
Figura 32. Esquema descriptivo del proceso para hacer el diagnóstico de infestación de varroasis en abejas adultas	34
Figura 33. Las reinas deben estar marcadas con el color distintivo	35

Introducción

La apicultura es una actividad muy antigua, que en algunos pueblos era muy apreciada. Hace varios miles de años los antiguos egipcios ya criaban abejas y comercializaban la miel y la cera, así mismo usaban el propóleo como ingrediente en el proceso de momificación y junto con la cera y la miel en los ritos funerarios. Los griegos y los romanos usaron también los productos de las colmenas como alimento y medicamento de varias afecciones y heridas.

Actualmente la apicultura es muy utilizada como una actividad secundaria, sin embargo la cría de abejas permite a los apicultores vivir de su explotación o por lo menos obtener ingresos adicionales. Pero la aportación más importante de las abejas es la polinización de plantas cultivadas y silvestres que requieren de la polinización entomófila. Esta función polinizadora trae consigo el incremento hasta de un 50% de la producción y calidad de las cosechas de los cultivos, colaborando también con la preservación y equilibrio de los ecosistemas. Así mismo se destaca la demanda de los productos naturales que producen las abejas tales como: Miel, polen, jalea real, propóleo, etc. los cuales se caracterizan por su valor nutritivo y/o sus propiedades terapéuticas (SAGAR, 1998).

México se ha clasificado como un buen productor de miel y uno de los más importantes en la exportación de este producto. En México se producen alrededor de 57,000 a 60,000 toneladas anuales, con poco más de 1.8 millones de colmenas, manejadas por aproximadamente 41,000 apicultores (Claridades Agropecuarias, 2010). En el estado de Chiapas la apicultura también es una actividad rural importante, principalmente por el carácter exportable y la calidad de sus productos. La miel Chiapaneca, por su buena calidad ha sido premiada en varios eventos de nivel mundial, como ejemplo, se puede citar que obtuvo el primer lugar en la feria internacional de la alimentación celebrada en Düsseldorf, Alemania Federal en 1985 (Rojas, 1988), por lo que en el mercado internacional es muy apreciada. Sin embargo la apicultura ha afrontado problemas muy serios como la africanización de las abejas, la varroasis y actualmente la amenaza de nuevas enfermedades y plagas como el pequeño escarabajo de la colmena, además de la inestabilidad del comercio internacional de la miel, entre otros.

Existe gran cantidad de evidencias científicas que demuestran que la africanización, la varroasis entre otras plagas y patógenos, pueden ser superados o al menos atenuados, mediante programas efectivos de selección y mejoramiento genético para obtener poblaciones de abejas con características deseables. Sin embargo, la disponibilidad de abejas reinas de buena calidad genética es muy limitada ya que de acuerdo con Uribe-Rubio *et al.*, (2009), en México, no existe una buena comunicación en la transmisión de datos de producción y las pruebas de campo, entre los productores de abejas reinas fecundadas y los usuarios finales (los productores), lo cual crea un vacío en el proceso de producción de reinas comerciales seleccionadas. Es importante también mencionar que no todas las reinas se adaptan a todos los tipos de ambientes, y manejo, por lo que no hay un solo tipo de reina que cubra todas las expectativas que demanda el consumidor final. En este sentido, Velazco (2006) refiriéndose a las razas de abejas

europas, afirma que no puede hablarse de una raza ideal que satisfaga todas las necesidades de los apicultores, ya que las adaptaciones de cada una de ellas se dan en función del medio ambiente y del manejo. Con base en lo anterior y de acuerdo con Vandame *et al.*, (2012) un esquema sustentable y recomendado es introducir reinas madres europeas, criar F1 para su apareamiento con zánganos adaptados a las condiciones locales e ir seleccionando las mejores colmenas de la zona. Cabe señalar que el proceso de mejoramiento genético irá siendo más eficiente si el apicultor controla en la medida de lo posible, que las reinas seleccionadas se apareen con zánganos también seleccionados, en ambientes cerrados o con el uso de la inseminación instrumental ya que los zánganos también tienen un papel importante en el mejoramiento genético de las abejas.

1.- ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA APICULTURA CHIAPANECA

No se sabe bien cuando fueron introducidas la abejas *Apis mellifera* a México, se considera que hubieron varias introducciones durante los siglos XVI a XVIII, entre ellas, alguna introducción a la entonces Nueva España por la región central del Altiplano entre 1760 y 1770 vía un puente marítimo (Florida-Cuba-México), y otras procedentes de Texas y California alrededor de 1830 (Coronado, 1996; Crane, 1999). Pero el auge de la apicultura en México se da después de 1930.

Es probable que colmenas de abejas *Apis mellifera* hayan sido introducidas a territorio de Chiapas desde Veracruz, o posteriormente por la frontera sur, cuando estas abejas llegaron a Guatemala en 1830 procedentes de Costa Rica (Crane, 1999).

La cría y explotación de abejas (*Apis mellifera*) fue muy poco conocida en Chiapas antes de 1900. La actividad fue inicialmente manejada por algunos pocos pioneros de la apicultura, pero poco a poco se distribuyó entre algunos productores rurales que establecieron apiarios fijos cerca de sus cultivos. Fue en la década de los 60's en que se difundió más, por lo que era común ver apiarios a orillas de carreteras y caminos. La SEP a través de las escuelas secundarias técnicas y los bachilleratos agropecuarios que enseñaban apicultura, contribuyeron a que la actividad fuera más conocida, cuando los estudiantes de estas escuelas insistían a sus padres productores del campo a incursionar en la apicultura.

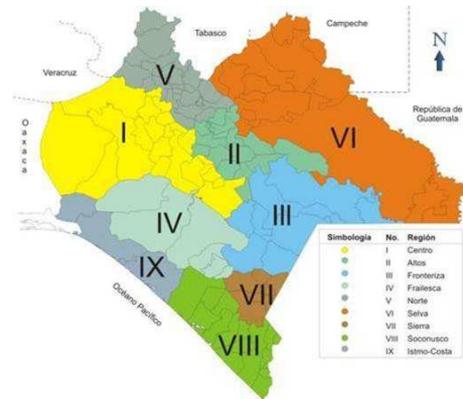


Fig. 1. Regiones apícolas de Chiapas

En la década de los 80's, la actividad tomó gran impulso debido al inminente arribo de las abejas africanas a territorio mexicano, y fue precisamente que su llegada al país, se dio por el estado de Chiapas en 1986, procedentes de Centroamérica (Moffett *et al* 1987). Entre los preparativos que como país se hacían ante la llegada de las abejas africanas, estuvo la capacitación de los productores y el mejoramiento de las técnicas de manejo, particularmente las orientadas al control de la nueva abeja. El impacto de las abejas africanizadas provocó entre otras cosas una disminución de la producción estatal como consecuencia del abandono de apiarios por parte de apicultores no preparados para manejar este nuevo tipo de abejas, pero pocos años después la producción se recuperó.

Aun se hablaba mucho de las abejas africanizadas y la adaptación de los productores y sociedad a convivir con este tipo de abejas, cuando una nueva amenaza "la varroa" se vislumbraba en la apicultura estatal. En 1992 se comentaba mucho el reciente descubrimiento de la varroasis en apiarios de Veracruz, y aun cuando había toda una campaña de control y detección de la plaga, esta fue detectada en otros estados y por primera vez en Chiapas en 1994 (Arguello, 2004).

Las abejas africanizadas y la varroasis han sido dos eventos que han impactado fuertemente la vida apícola del estado de Chiapas, han traído consecuencias que la han afectado, pero también han provocado que las instituciones del sector destinen recursos para su prevención, control y manejo, dando mayor visibilidad a la apicultura. Así mismo los apicultores se vieron forzados a organizarse y mejorar sus técnicas de manejo y control para adaptarse a estos problemas de la actividad.

Actualmente en Chiapas existen alrededor de 127 000 colmenas, manejadas por aproximadamente 1,650 apicultores (PROGAN Apícola Chiapas, 2014, Comunicación Personal)

La actividad apícola mantiene una estrecha dependencia con las condiciones climáticas, por lo tanto con el cambio climático derivado del calentamiento global, se genera mucha incertidumbre en la producción. En varios años la apicultura chiapaneca ha sido afectada por diferentes contingencias ambientales, tales como ciclones, inundaciones, sequías, vientos fuertes y frentes fríos que afectan de diferentes maneras a la apicultura estatal. Provocando pérdidas de colmenas o apiarios completos, inestabilidad en las épocas de floración, baja o nula producción de néctar de las plantas o floraciones escasas (Claridades agropecuarias, 2010).

1.1. LAS ABEJAS AFRICANIZADAS

La subespecie africana fue introducida al continente americano en 1956 (Espina y Ordetx, 1984; Moretto y Bittencourt, 2001), específicamente a un apiario localizado cerca del puerto de Río Claro, estado de Sao Paulo, Brasil (ver fig. 2); y en 1957 un apicultor que desconocía el trabajo que se estaba realizando, observó que las abejas perdían polen a la entrada de las colmenas por la presencia de excludores, por lo que procedió a retirarlos. De esta manera 26 reinas y sus descendientes enjambraron, siendo 25 de Sudáfrica y una de Tanzania (Molina, 1979; Durón, 1982., Espina y ordetx 1984; Soares, 1993). En América las abejas africanas han encontrado muchas de las condiciones favorables para su multiplicación y pocos enemigos naturales, por lo que sus descendientes se han cruzado libremente con las



Fig. 2. Dispersión de las abejas africanizadas en el continente americano

abejas residentes de origen europeo, produciendo una población híbrida, la llamada "abeja africanizada" que ha reemplazado a las abejas europeas en la mayor parte del territorio sudamericano y Centroamérica (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. "SARH", 1986).

El proceso natural de africanización de una región se da según SARH (1986) en un periodo de 3 a 5 años, añadiendo que ocurre principalmente por el apareamiento de reinas vírgenes europeas con zánganos africanizados (lo que provoca un cruzamiento absorbente hacia la africanización) y por la introducción de enjambres africanos a colonias europeas débiles o huérfanas. De Jong (1994) menciona que una ventaja de las abejas africanizadas es que tienen una gran capacidad de reproducción, permitiendo una selección natural muy rápida y por lo tanto una gran adaptabilidad; Rinderer *et al.* (1987) agregan que estas abejas tienen una mayor ventaja reproductiva a través de la producción de zánganos, parte de esta ventaja es por la producción y mantenimiento de gran número de zánganos africanizados en colonias africanizadas, y la otra parte es por los zánganos africanizados que parasitan a las colonias europeas. Algunos investigadores han sugerido que los zánganos africanizados tienen ventajas físicas o de comportamiento sobre los europeos, sin embargo Hellmich (1987) trabajando en Venezuela concluyó que las diferencias de tiempos de vuelo de zánganos africanizados y europeos son mínimas y no es un factor importante en el proceso de africanización.

La llegada de las abejas africanizadas a México en base a los pronósticos de dispersión era esperada en 1986 y oficialmente así ocurrió, Moffett *et al* (1987) y Fierro *et al* (1987) indican que la abeja africanizada fue primeramente identificada en Septiembre de 1986, cuando un enjambre fue atrapado e identificado cerca de Tapachula, Chiapas, en la zona fronteriza con Guatemala.

Después de 10 años de africanización en Yucatán, Quezada *et al* (1998) encontró que no había ocurrido una eliminación total de colonias con morfotipo europeo, un 50 % de las colonias manejadas se encontraban en categorías morfométricas intermedias (híbridos), aunque en la población silvestre halló que el 100% de las colonias se encontraban africanizadas; lo anterior deja entrever que las técnicas de manejo (Fig. 3) y cambio de reinas implementadas por los apicultores han impactado de manera considerable el tipo genético de las colonias que manejan.



Fig. 3. Revisando abejas africanizadas

Molina (1979) indica que 4 características de las abejas africanizadas, han llamado notoriamente la atención:

1) Su eficiente comportamiento defensivo, a veces violento;

2) Su alta prolificidad y por ende alta producción de enjambres reproductivos. Crane (1985) menciona que bajo condiciones favorables, un enjambre de abejas africanizadas, puede producir otro enjambre en 48 a 50 días (fig. 4).

3) Su bien desarrollado instinto evasivo o migratorio, que impulsa a toda la colonia a abandonar su nido cuando las condiciones les son desfavorables o cuando es atraída por fuentes distantes ricas en alimento; y

4) la alta capacidad de sus enjambres de viajar a grandes distancias;



Fig. 4. Enjambre reproductivo de abejas africanizadas

No obstante, y a pesar de algunas características poco deseables, las abejas africanizadas pueden ser muy productivas si se adoptan las técnicas adecuadas para tal fin. Existe suficiente evidencia de que en áreas de Brasil donde los apicultores adoptaron nuevas técnicas de manejo, la producción de miel es más alta (Crane, 1985); además las abejas africanizadas son susceptibles de ser mejoradas genéticamente, así lo demuestra Guzmán (1996) quien menciona que en solo 3 generaciones de selección disminuyeron al 13% las muestras que poseían un ADN mitocondrial africano, lo cual también disminuyó el comportamiento de aguijoneo y aumentó la longitud del ala; sugiere también que es posible reducir la defensividad de las abejas africanizadas a niveles no diferentes de las abejas europeas, luego de solo 2 generaciones de cruzar reinas africanizadas con zánganos europeos (Guzmán, 1992 a). Por tal motivo, los machos son también una opción de manejar, Hellmich *et al* (1993) utilizando técnicas de inundación de zánganos en una área africanizada, lograron un 75 % de cruzamientos de reinas europeas con zánganos europeos y sugieren que puede ser más alto aumentando la cría de zánganos deseables y eliminando los no deseables. Así mismo es posible mantener la productividad de las abejas como lo indica Guzmán (1995) ya que no encontró correlación entre la producción de miel con la defensividad, ni con el tamaño de las abejas.

1.2. LA VARROASIS

La varroasis es una parasitosis externa causada por el ácaro *Varroa destructor*, antes llamado *Varroa jacobsoni* Oud. Que afecta a las abejas adultas (fig. 5) y a sus crías succionándoles la hemolinfa y posiblemente como vector de otras enfermedades; es un parásito obligado que vive exclusivamente sobre las abejas del género *Apis*, se reproduce solamente en la cría operculada tanto de obreras como de zánganos (Martin, 1994). Es actualmente el problema más serio para la apicultura en todo el mundo (Correa y Guzmán, 1996); su curso es lento pudiendo provocar el colapso de la colonia en un plazo de 3 a 4 años en un clima templado, dependiendo de varios factores (Fries et al. 1994). Analizando secuencias de ADN mitocondrial se ha encontrado variación genética entre muestras de diferentes países, que indican que varroa es un complejo representado por 5 especies hermanas (Anderson and Trueman, 1999).



Fig. 5. Abeja recién nacida parasitada por Varroa y con alas deformes

Para reproducirse una o varias hembras de varroa entran a la celda de cría justo antes de la operculación (fig. 6), Trouillier, *et al.* (1992) y Vandame *et al.* (1998) indican que la entrada debe ocurrir a una edad precisa de la larva, ya que entrar muy temprano representa un riesgo importante de ser detectada y retirada por las abejas, y entrar tarde no es posible porque la cría ya está operculada. Dentro de la celda la varroa fundadora pondrá como máximo 6 huevos a intervalos de 26 a 32 horas, desarrollándose el primero en macho y los subsecuentes en hembras (Martin, 1994; Vandame, *et al.* 1998). Las varroas hijas se desarrollan dentro de las celdas, la fecundación también tiene lugar en las celdas de cría operculada.

Cuando la abeja emerge de la celda parasitada, la hembra varroa colonizadora termina un ciclo reproductivo y junto con sus descendientes que alcanzaron el estado adulto inician el periodo forético (sobre las abejas adultas), teniendo una preferencia muy clara por las abejas nodrizas, lo que les ofrece mayor oportunidad para entrar a otras celdas de abejas (Vandame, *et al.* 1998); es en este periodo cuando varroa adquiere la capacidad de disseminación hacia otras colonias o regiones, valiéndose de las abejas como medio de transporte.

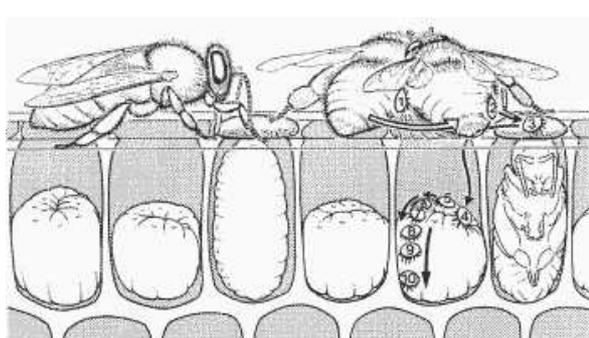


Fig. 6. Entrada de Varroa a la celda de cría de las abejas (Tomado de Boot *et al.* 1994).

Actualmente el ácaro varroa tiene una distribución mundial y se estima que puede llegar en todos los lugares donde existan abejas melíferas, Wienands (1988) indica que el único país libre de varroa es Australia.

Para México, el primer reporte del ácaro se realizó el 9 de Mayo de 1992, Rodríguez, *et al.* (1992) relatan que durante una inspección de rutina el 3 de Mayo, era evidente la presencia de ácaros rojos sobre las abejas, que posteriormente confirmaron era *Varroa jacobsoni*; los dos primeros apiarios donde fue detectada pertenecen a la posta zootécnica Torreón del molino de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana, situado en el Km. 14.5 de la carretera Veracruz - Jalapa. Estimaron que este parásito había estado establecido en el área por aproximadamente 3 años antes de ser detectado; además por la distancia con la frontera estiman que el ácaro probablemente fue introducido por reinas importadas.

El primer hallazgo de varroa en el estado de Chiapas fue hecho el 3 de Junio de 1994 por personal del laboratorio de apicultura de la ex Secretaría de Desarrollo Rural y Ecología (SDRyE) del Gobierno del Estado; las muestras provenían de un apiario perteneciente a la Sociedad de Producción Rural "Eleuterio", ubicado en el rancho "El Zapote" municipio de San Fernando, Chiapas. El diagnóstico se hizo siguiendo la técnica de agua jabonosa, encontrándose únicamente 3 ácaros en todas las muestras; Confirmado el diagnóstico, fue informado a la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), para poner en marcha el operativo de emergencia de la campaña de diagnóstico, prevención y control de la varroasis, la cual estaba establecida desde 1992 en el ámbito nacional. Pocos meses después también se detectó en la región costera del estado (Argüello, 2004).

La varroasis se puede propagar dentro de una colonia, de una colonia a otra, de un apiario a otro y de una región a otra. Dentro de la colonia: ocurre por el contacto directo entre abejas parasitadas y abejas sanas (fig 7). De una colonia a otra: a través de los zánganos, las abejas pilladoras, por el intercambio de panales y/o abejas, por la proximidad de las colonias lo cual favorece el fenómeno de deriva. De un apiario a otro: por las abejas pilladoras, por el intercambio de material biológico, por introducción de reinas y su corte parasitadas, por el traslado de colonias infestadas de un apiario a otro sano, por enjambres. De una región a otra: como consecuencia de la migración natural de las abejas, por el transporte de material biológico contaminado, a través de reinas, etc. (Popa, 1982.



Fig. 7. Abejas con alta infestación de Varroa

De Jong y Mantilla, 1986). Por lo anterior para evitar la diseminación se deben aplicar estrictas medidas preventivas en el control de movilizaciones de material biológico: reinas, enjambres y colonias; ya que es sabido que a pesar de todos los esfuerzos por erradicar esta parasitosis en ninguno de los países donde ha llegado ha sido posible.

Cuando los niveles de infestación por varroa son muy bajos, la parasitosis es imperceptible, ya que es muy difícil percibir unos pocos ácaros entre toda la población de abejas, conforme va en aumento algunas señales empiezan a aparecer, y algunos ácaros podrían verse eventualmente sobre los zánganos jóvenes o en la cría de zánganos, que son los que varroa prefiere y es donde tiene mayor eficiencia reproductiva. Argüello y Vandame (2003) estudiando colonias aisladas, observaron en los primeros 6 meses un rápido incremento en los niveles de infestación, sugiriendo una alta reproducción y dispersión del ácaro. Popa (1982) indica que cuando la infestación es avanzada, se pueden ver los ácaros a simple vista sobre las abejas (fig. 7) y en distintas partes de la colmena, asimismo altas infestaciones acarrear la aparición de adultos parcial o totalmente inviables, con importantes modificaciones morfológicas, entre las que se constatan malformaciones de alas y abdomen (fig. 5 y 8); delante de la colmena se ven abejas muertas o se arrastran sobre la hierba incapaces de volar y realizar su trabajo.



Fig. 8. Abejas dañadas por varroa (centro y derecha), abeja normal (izquierda).

El diagnóstico estará basado en la observación de los signos que se presentan, sobre todo cuando la infestación está avanzada, ya que los ácaros se pueden ver a simple vista sobre las abejas y en diferentes partes de la colmena Popa (1982). Cuando las infestaciones son subclínicas es decir que los niveles sean bajos, es recomendable apoyarse en algunas pruebas de campo para confirmar el diagnóstico, entre las más usuales se pueden mencionar: La prueba con agua jabonosa (muchas veces conocida como la técnica de De Jong), la inspección de la cría, prueba de charola (trampa) con vaselina, pruebas químicas, prueba del ether roll, por acumulaciones fecales, etc.

Hasta la fecha no se conoce ninguna sustancia o fórmula totalmente eficaz en el tratamiento de la varroasis, ya que casi ninguna tiene la capacidad de penetrar al interior de la celda para matar a la varroa que se encuentra en periodo reproductivo

(Popa, 1982); por lo anterior y otros aspectos como los enjambres silvestres, hacen imposible su erradicación.

Cualquiera que sea el producto químico que se utilice en el tratamiento de la varroasis, siempre será un componente extraño a la colonia, Wallner (1992) menciona que varios productos químicos usados para el control de varroa principalmente los lipofílicos dejan residuos en la cera y de ahí se difunden a la miel, principalmente el Coumaphos. Spivak y Gilliam (1998) por su parte indican que es frecuente el uso de formulaciones, dosis y métodos de administración inadecuados que pueden resultar en fallas en el control de enfermedades o plagas, selección de patógenos y contaminación de los productos de las abejas. Algunos apicultores creen que un tratamiento extenso podría dar una protección prolongada, pero Slabezky *et al.* (1991) señalan que estos tratamientos resultan en una reducción de la producción de miel y contaminación a niveles superiores de los estándares permitidos. Los tratamientos pueden eliminar los problemas de mortalidad de abejas y de colonias; pero la amenaza de ácaros resistentes es un poderoso argumento para usar acaricidas solamente cuando sea necesario (Delaplane y Hood, 1997).

Se ha recomendado mucho como “control biológico” el uso de panales de zánganos, los cuales se introducen a la colonia con la finalidad que la reina ponga en ellos y al ser la cría de zánganos más atractiva para varroa, será altamente infestada, posteriormente a la operculación total (fig. 9), pero antes de que empiece a nacer la cría, el panal debe ser retirado, se desopercula y la cría parasitada es eliminada, los panales pueden ser reutilizados.



Fig. 9. Panal con cría operculada de zángano, usado para control de Varroa

Una herramienta que ofrece grandes expectativas para control de varroa es el mejoramiento genético de las abejas, con la finalidad de seleccionar las que ofrezcan una mejor tolerancia del parásito sin afectar la productividad; Una forma de obtener abejas resistentes a la varroasis según Correa y Guzmán (1996) es no tratando a las colonias y permitir que la selección natural actúe. Existen ejemplos de estrategias de no tratamientos como es el caso de Brasil donde la actividad apícola es practicada sin el uso de cualquier acaricida por los bajos niveles de infestación del ácaro (Moretto, 1996).

1.3. OTRAS ENFERMEDADES Y PLAGAS COMUNES EN CHIAPAS.

En el estado de Chiapas se encuentran varias enfermedades y plagas de las abejas. No abundaremos en ellas ya que no es el objeto de este manual, solamente mencionaremos algunos aspectos trascendentes.

Entre las enfermedades de la cría más comunes se pueden citar la **Loque americana** (muy poco frecuente) y la **loque europea** un poco más frecuente que la americana (fig. 10). Son raras algunas otras enfermedades de carácter bacteriano, a veces se presentan como consecuencia de malas prácticas, como las diarreas, ocasionadas por el suministro de alimentación artificial de mala calidad o en mal estado. Otra enfermedad de la cría, común en Chiapas, es la **cría de cal**, causada por un hogo y como tal, es más frecuente en las temporadas de lluvias, pero que puede ser controlada con algunas buenas prácticas de manejo como el cambio de reinas y/o reubicación de las colmenas.



Fig. 10. Prueba del palillo para determinar la presencia de loques

Aparte de la varroasis la cual ya abordamos más ampliamente, entre las parasitosis que pueden encontrarse en el estado se pueden mencionar la **Nosemiasis** (*Nosema apis* y/o *ceranae*), aunque no se ha establecido bien la magnitud de los daños ocasionados por este microsporidio.

La **acariosis** traqueal ocasionada por el *Acarapis woodi* (fig. 11), fue un problema muy frecuente en Chiapas entre 1980 y 1995, y era común dar tratamientos a las abejas a base de productos esenciales como el mentol o el eucaliptol. Actualmente es muy poco frecuente encontrar abejas con acariosis traqueal, consideramos que entre otras cosas, es un efecto colateral del uso de acaricidas destinados al control de la varroasis.



Fig. 11. Tráqueas de abeja: Arriba muy parasitada con *Acarapis woodi*. Abajo: Sana.

Las enfermedades virales no se han reportado en Chiapas, pero no significa que no existan, ya que no se han hecho monitoreos de su presencia, lo más probable es que algunas de ellas si estén presentes como es el caso del **virus de las alas deformes**, transmitido por varroa, afortunadamente sus efectos no son muy fuertes.

Entre las plagas más dañinas a la apicultura en Chiapas, se encuentra la **Polilla de la cera** (fig. 12) causada por 2 principales tipos de polilla, la grande (*Galleria mellonella*) y la pequeña (*Achroia grisella*), las cuales no causan daño directo a las abejas, pero si causan gran destrucción de panales (cera) en el material almacenado, siendo más notable el daño en las zonas cálidas del estado.



Fig. 12. Panal con polen, infestado con larvas de polilla de la cera.

También causa mucho daño al material de madera, la llamada **polilla de la madera** o comején, causada por varias especies de termitas, abundantes en las regiones tropicales. Otra plaga que puede provocar daños considerables son las **hormigas**, principalmente las de género *Eciton*, las cuales pueden destruir principalmente las colonias débiles del apiario.

Algunos otros ectoparásitos: *Leptus*, *Meloe*, *Acarapis*, etc. Los hemos encontrado parasitando abejas en Chiapas, pero son considerados problemas menores, oportunistas y hasta desconocidos por muchos apicultores (Arguello, *et al.* 2014).



Fig. 13. Larva triangulina de *Meloe sp.*

Con algunas excepciones la mayoría de las plagas y enfermedades de las abejas en Chiapas no son muy serias, y pueden ser disminuidos o a veces eliminados con algunas buenas prácticas de manejo apícola. Parte de esta situación podría ser explicada también por la rusticidad de las abejas africanizadas, las cuales tienen mecanismos de protección y defensa más acentuados que otras razas de abejas.

Aunque aún no está en Chiapas, otra amenaza próxima, es la cercanía del **PEC** (Pequeño Escarabajo de la Colmena) *Aethina tumida* M. el cual ya se ha detectado en varios estados de la república como: Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Michoacán, Yucatán y Quintana Roo (Vázquez, PNCAA 2014, comunicación personal), así mismo ya ha sido detectado en varias partes de El Salvador, en Centroamérica (Perdomo, 2014).



1.4. EL COMPORTAMIENTO HIGIÉNICO DE LAS ABEJAS

Aunque el concepto comportamiento higiénico puede representar todas las actividades desempeñadas por las abejas para mantener la colmena en condiciones de limpieza, Walter C. Rothenbuhler acuñó el término de comportamiento higiénico para describir el proceso y la habilidad de las abejas para detectar y remover las larvas enfermas, antes que el patógeno llegue a dispersarse en la colmena (Spivak y Reuter, 1998; Spivak y Gilliam, 1998), es una respuesta específica a la cría enferma o parasitada, por lo tanto una colonia que solo mantiene limpia su caja no necesariamente implica que sea resistente a las enfermedades.

El comportamiento higiénico es considerado el mecanismo primario de resistencia a 2 enfermedades Loque Americana y Cría de cal, y es una defensa contra varroa; si una colonia remueve toda la cría muerta por congelamiento en un periodo de 48 horas, puede ser resistente a enfermedades y tendrá tendencia a remover pupas infestadas con ácaros (Spivak, 1996; Spivak y Reuter 1998; Spivak y Gilliam 1998). Comparando colonias con alta y baja capacidad de remoción de cría congelada Spivak *et al.* (1994) encontraron que las de alta remoción, limpiaban un más alto % de pupas infestadas con ácaros que las no higiénicas o de baja remoción, lo que seguramente tiene algún impacto sobre las poblaciones de varroa, ya que este comportamiento de las abejas interrumpe el ciclo reproductivo del parásito dentro de la celda, lo cual disminuye el número de hijos por madre e incrementa la mortalidad de ácaros fértiles y su descendencia (Spivak, 1996).

En los primeros estudios genéticos sobre comportamiento higiénico, Rothenbuhler dedujo que la característica es recesiva, al encontrar que las abejas F1 (cruza de abejas reinas que removían larvas enfermas con zánganos de líneas que no removían) no removían las larvas enfermas del panel, e identificó 2 caracteres recesivos que confieren este comportamiento, uno ligado a la capacidad de las abejas para detectar y desopercular la cría enferma, y otro a su capacidad de extraer esa cría (fig. 15). Entonces desarrolló un modelo de 2 loci de herencia para el comportamiento higiénico, por lo tanto desopercular y remover la cría muerta de un panel dependía de la homocigosis recesiva

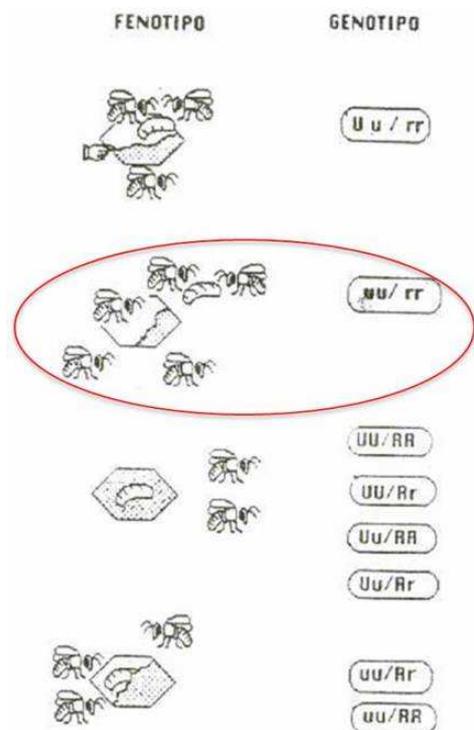


Fig. 15. Herencia del comportamiento higiénico, según W. Rothenbuhler.

para los 2 genes. Por otro lado Morits sugirió que un modelo de 3 loci explicaría mejor los resultados de Rothenbuhler y que un patrón de herencia más complejo podría estar involucrado (Spivak, 1996; Kefuss *et al.* 1996; Spivak y Gilliam, 1998). La genética del comportamiento higiénico no ha sido determinada completamente, pero se considera que este comportamiento está regido por 20 o 30 caracteres genéticos, tampoco se ha observado ningún lazo genético entre el comportamiento higiénico y la agresividad o la producción de miel; esto es un aspecto muy importante ya que algunos apicultores suponen que el comportamiento higiénico está asociado con alta defensividad, sin embargo Rothenbuhler desde 1964 presentó que la defensividad y el comportamiento higiénico son heredados separadamente y no tenían conexión; por lo tanto se pueden seleccionar abejas con buen comportamiento higiénico sin comprometer la producción de miel o la docilidad.

El % de colonias que expresan un buen comportamiento higiénico en una población es bajo, Martin (1994) encontró en abejas europeas un bajo nivel de remoción de celdas infestadas con ácaros (1%), pero Spivak y Reuter (1998) indican que la característica del comportamiento higiénico puede ser encontrada en un 10 % de las colonias manejadas en Estados Unidos; Por su parte Argüello (2004) encontró que en la abejas africanizadas del Soconusco, Chiapas, un 14.3 % de las colonias estudiadas presentaron una limpieza total (Fig. 16). Por lo tanto es importante seleccionar esta característica en muchas colonias para mantener la variabilidad genética y aumentar su frecuencia en las poblaciones de abejas, lo cual incrementaría la posibilidad de que una reina virgen encuentre zánganos portadores de esta característica, por otro lado la inseminación instrumental ofrece una buena alternativa para fijar este comportamiento en algunas líneas de abejas.



Fig. 16. Colonia de abejas con 100 % de comportamiento higiénico.

2. EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LAS ABEJAS MELÍFERAS

Las abejas de la especie *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) son insectos eusociales, pertenecientes al orden de los Himenopteros, al género *Apis* y especie *mellifera*. Esta especie está compuesta por tres castas o categorías de abejas: una sola reina, miles de obreras y un número variable (de cero a algunos cientos) de zánganos que depende de la disponibilidad de alimento y la época del año. Es decir, una colonia de abejas es un superorganismo, compuesto por muchos individuos de 3 castas diferentes (Fig. 17), que se necesitan entre si y que no podrían sobrevivir de manera independiente.



Fig. 17. Las 3 castas de las abejas: Reina, obrera y zángano.

La reproducción de las colonias de abejas como superorganismo, ocurre en algunas temporadas del año, cuando la población de abejas se incrementa a niveles en que la reina ya no puede ejercer un control total, por lo tanto el instinto natural de reproducción se enfatiza, entonces la reina y la mitad de la población enjambra y se establecen en otro sitio para fundar una nueva colonia (Fig. 18). La otra mitad de la población permanece en el sitio original, pero al no tener una reina, se establece el estado de orfandad, en tal circunstancia, las obreras seleccionan algunas de las ultimas larvas dejadas por la reina anterior y les amplían la celda donde se crían, les dan una alimentación especial a base de jalea real, con la finalidad de que estas larvas den origen a una o varias reinas nuevas. Al paso de unos diez o doce días, nacerán las nuevas reinas, la primera que nazca destruirá a las otras antes de nacer o bien si ya nacieron, pelearan a muerte hasta quedar una sola.



Fig. 18. Colonia de abejas establecida en una casa habitación



Fig. 19. Reina marcada y su corte

En condiciones normales la reina es la única que pone huevos fertilizados en la colmena, toda la familia es hija de ella, en consecuencia, es fácil para el apicultor cambiar la raza de sus abejas cuando la que está utilizando debe ser desechada por alguna circunstancia. Para ello, basta sustituir a la reina de la colonia por otra de la raza que se haya seleccionado, fecundada por zánganos de su misma raza. Las abejas y zánganos de la reina anterior mueren al llegar al término normal de sus vidas (4 a 8 semanas en

épocas de actividad) y serán sustituidas por las hijas de la nueva reina. Este es uno de los aspectos importantes a considerar en la aplicación de programas de selección genética que conlleven a mayor productividad.

2.1. EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LOS ZÁNGANOS.

Los zánganos son los machos de la colonia, su única función biológica es fecundar a la reina, nacen 24 días después de que la reina pone huevos no fecundados (o en casos especiales también de una obrera), por lo tanto son individuos partenogenéticos, es decir que no tienen padre (solo tienen la mitad de la información genética procedente de la madre). Algunos consideran a los zánganos como gametos masculinos voladores de las reinas. Este es también otro detalle interesante a tomarse en cuenta en los programas de selección.



Fig. 20. El zángano, macho de la colonia.

Una vez nacidos los zánganos habrá que esperar a que lleguen a la madurez sexual, lo cual ocurre según Woyke (1980) entre los 10 y 12 días de edad. En estado natural los zánganos maduros de una zona se agrupan en algún claro de bosque para esperar el paso y fecundación de reinas vírgenes. De esta manera la naturaleza evita la consanguinidad que ocurriría al cruzarse las reinas con sus hermanos de la misma colonia. Müller, Smalick y Morse demostraron la existencia

de AREAS DE CONGREGACIÓN DE ZANGANOS, donde los machos vuelan en abundancia esperando el paso de alguna reina virgen,

Debido a este comportamiento es importante incrementar la cantidad de machos con características deseables, con la finalidad de aumentar la probabilidad de que las reinas vírgenes se fecunden con machos de colmenas seleccionadas. Por ello es importante hacer una buena selección y mantenimiento de las colonias productoras de zánganos llamadas “colmenas padre”, las cuales no deben tener parentesco con las reinas que se van a fecundar, para evitar la consanguinidad. Se recomienda colocar 2 cuadros con celdas de zánganos en el área de cría de cada colonia padre, durante la abundancia de alimento las abejas se encargarán de criar una buena cantidad de zánganos (Fig. 20), pero si no hay abundancia de recursos, es importante alimentar a las colonias con jarabe de azúcar (1:1, agua: azúcar) para estimular su producción y además asegurarse de que tienen buena reserva de polen o de lo contrario, proporcionárselas, ya que de no hacerlo, las abejas eliminarán a los zánganos.

2.2. EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LAS REINAS E INICIO DE LA POSTURA.

La nueva reina recién nacida, hace varios vuelos preparatorios y de orientación los primeros días de su vida, al sexto día de edad llega a su madurez sexual.

La reina se acopla en vuelo nupcial, el cual se realiza a 1 o más kilómetros de la colonia, a una altura aproximada entre 8 y 12 metros, y dura en promedio 20 a 25 minutos, cruzándose con varios machos en uno o más vuelos nupciales durante las horas cálidas de los días soleados (Ruttner, 1976; Root, 1976; Nates, 1987), formando un denso enjambre de zánganos, en forma de cometa de vuelo rápido y ondulante, en persecución de la reina, la cual sería su ápice.

La nueva reina iniciara la ovoposición, con eso se inicia una nueva generación de abejas de la colonia y se asegura la preservación de la especie. En una comparación, Molina (1979) establece que aparentemente las reinas africanizadas y europeas, inician la ovoposición a edades similares entre los 5 y 14 días con un promedio de 8.5 días después de la inseminación o fecundación.

Al regreso del vuelo nupcial las reinas traen adherida a sus órganos genitales, la “señal de apareamiento” que son los órganos copuladores del último zángano que la fecundó, y además traen los oviductos laterales pletróricos de semen. En las siguientes horas los espermatozoides colectados durante el vuelo nupcial, migrarán a la espermateca, que es la bolsa donde permanecerán vivos durante toda la vida de la reina. Por lo tanto es muy importante que la reina se fecunde de manera adecuada con la mayor cantidad de zánganos para que su vida útil sea larga y con una buena capacidad reproductiva.

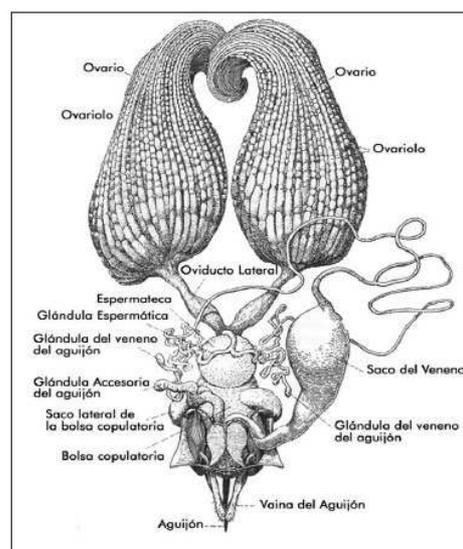


Fig. 21. Aparato reproductor de la reina.

La composición de una colonia de abejas es un poco compleja, ya que está integrada por hermanas completas y medias hermanas, consecuentemente hay variabilidad genética dentro de la colonia. Parte de esta variabilidad puede ser explicada según Sylvester y Rinderer (1987) por la existencia de colonias híbridas, lo cual es debido a que las abejas viven en colonias con una reina multifecundada, por lo tanto grupos de obreras medias hermanas forman subfamilias hijas de diferentes zánganos, los cuales pueden ser africanizados, europeos o intermedios. Este también es otro aspecto que debe ser tomado en cuenta en los programas de mejoramiento genético de abejas.

3. MÉTODOS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO EN ABEJAS.

El mejoramiento genético de abejas ha seguido casi las mismas maneras de mejoramiento genético que se aplican para otros animales y plantas, sin embargo no hay que perder de vista que las abejas tienen algunas particularidades que se deben tener en cuenta, entre las que podemos citar principalmente:

Su sistema haplo-diploide de determinación sexual (la partenogénesis del zángano).

Que la reina se fecunda solo una vez en su vida, pero con varios machos.

Que la reina se fecunda en vuelo nupcial y no en áreas cerradas.

Estas particularidades de las abejas, tienen varias consecuencias y hacen que algunos métodos usados para otras especies no se puedan aplicar en las abejas melíferas o que al menos se deben modificar o adaptar para ser usados.

Por otro lado, como en muchas otras especies, la expresión de las características de las abejas (fenotipo) depende de la interacción genotipo-ambiente, es decir que para que se manifieste depende de la herencia obtenida de sus padres pero también del medio ambiente donde viven. Como ejemplo podríamos decir que una colonia de abejas podría estar dotada genéticamente para producir mucha miel, pero si el lugar donde se encuentra no hay suficiente floración entonces producirá poco y la capacidad genética no se puede manifestar adecuadamente. Así que la característica de producción depende más del medio ambiente que del aspecto genético, por lo tanto es una característica con poca heredabilidad. Por el contrario hay características que se heredan en mayor proporción y donde el ambiente influye poco, como el comportamiento higiénico, entonces se dice que la característica tiene alta heredabilidad.

Por lo tanto, la herencia de algunas características y principalmente la producción de miel depende en gran medida de las condiciones ambientales como la floración y el manejo adecuado, así que antes de pensar en mejorar nuestras abejas debemos pensar en mejorar en nuestros métodos y formas de trabajar con las abejas. Un buen apicultor primero se preocupa por darle a sus abejas un buen manejo y después piensa en mejorarlas genéticamente.

La mayoría de los métodos de mejoramiento genético se agrupan en dos grandes opciones, según el control de flujo de genes (control de cruzamientos) que deseamos aplicar:

Mejoramiento genético en poblaciones cerradas.- Se refiere a que el genetista decide mejorar las abejas iniciando con un grupo grande de colonias de abejas

(selección masal), en el cual controla tanto las reinas como los machos, y no permitirá la entrada de material genético externo. Es decir que se conoce el origen de las reinas y también de los machos, así que no permitirá que sus reinas se fecunden con zánganos desconocidos, entonces la fecundación será a través de la inseminación instrumental de las reinas o en estaciones de fecundación bien controladas y aisladas. En este tipo de planes de mejoramiento genético es muy importante que se inicie con una población muy grande (de muchas colonias de abejas) y que además tengan variabilidad genética, ya que con una población pequeña (con menos de 25 colonias) se corre gran riesgo de problemas de consanguinidad. Este método de mejoramiento genético no es recomendable para productores medianos o pequeños, ya que requiere de gran capacidad técnica y de recursos.

Mejoramiento genético en población abierta.- Se refiere a que el genetista decide mejorar las abejas permitiendo la fecundación natural, solo se controlan a las reinas, y se conoce su origen, pero no se controlan los machos, así que las reinas pueden ser fecundadas por los zánganos de la zona. Con esta opción, el progreso genético podría ser más lento y errático, ya que existe la posibilidad de retrocesos si los zánganos no controlados que fecundan a las reinas no poseen las características que se desean mejorar. Sin embargo, tiene algunas bondades importantes: Puede permitir o agregar reinas seleccionadas procedentes de otras regiones. El riesgo de consanguinidad es casi inexistente debido a la libre fecundación. Es además, un método en el que no se necesitan grandes capacidades técnicas ni de recursos, y aunque por azar se podría retroceder la tendencia en general es a mejoras las características deseadas.

Esta última opción es la más usada por muchos apicultores y mejoradores de abejas, incluso algunos intentan cierto control de los zánganos, estimulando la cría de zánganos en colonias seleccionadas para tal fin o fecundando las reinas en temporadas en que naturalmente la presencia de zánganos silvestres disminuye, con lo que se logra incrementar la posibilidad de que las reinas se fecunden con los machos deseables.

También hay otros métodos de mejoramiento como los siguientes:

Selección intrafamiliar.- Es un método que han usado varios investigadores, se trata de seleccionar las mejores reinas hijas descendientes de la misma madre, este método de selección, permite comparar a varias reinas a través de sus hijas. Las familias de reinas pueden ser de líneas genéticas de una misma raza o incluso de razas diferentes. Para evitar la consanguinidad, que es un riesgo alto en este sistema

de selección, los mejoradores permiten la fecundación natural, así que es un modelo de mejoramiento en población abierta.

Selección “escalonada” de características.- Algunos técnicos o apicultores han optado por este método, el cual consiste en seleccionar las características que se desean, según el orden de su importancia, como ejemplo podemos comentar que de un grupo de apiarios (muchas colonias), seleccionamos las 30 colonias más productivas, luego de estas seleccionamos las 10 más mansas y entre estas últimas, las 3 más resistentes a enfermedades. Es un buen método de selección, sin embargo en el proceso se podrían desechar algunas buenas colonias.

Al iniciar algún proceso de selección, nos topamos con la pregunta ¿con que reinas empezar?, y la respuesta depende de varias posibilidades. Si tenemos una población de abejas africanizadas podemos intentar seleccionarlas, sin embargo algunas características como la defensividad, están muy arraigadas en su genoma, entonces el avance genético en este sentido será muy lento. Las abejas africanizadas (locales) son muy variables en sus características, por lo tanto las hay que producen gran cantidad de miel y otras que producen muy poco, de igual manera otras de sus características son también muy variables, tal variabilidad las hace muy susceptibles de ser mejoradas genéticamente.

Podemos también optar por trabajar con una población de abejas de tipo europeo, pero en condiciones tropicales como el estado de Chiapas, a veces no se adaptan bien y presentan susceptibilidad a plagas y enfermedades.

Por otro lado está la posibilidad de importar reinas de otras regiones o incluso de otros países, y cruzarlas con las abejas locales (africanizadas), con la intención de que se seleccionen características de interés de ambos tipos de abejas. Sin embargo hay que recordar que traer abejas de otros orígenes representa riesgos y oportunidades. Además, aunque las reinas se adquieran de criadores de prestigio, no se asegura que las abejas tengan el comportamiento esperado, ya que las reinas que nos venden son buenas reinas en la región de la que proceden y puede ser que no se adapten a las condiciones ambientales y de manejo de nuestra región; por tal motivo es muy importante que las reinas traídas de otras regiones sean evaluadas por lo menos durante un ciclo productivo para ver su comportamiento, determinar si se adaptan bien a nuestra región y seleccionarlas solamente si son mejores que nuestras abejas locales.

3.1. Métodos de control de cruzamientos

El comportamiento reproductivo de las abejas (reinas y zánganos) dificulta mucho el control de cruzamientos, ya que se fecundan en vuelo nupcial a más de un kilómetro de distancia de la colmena, por lo que los métodos de control de cruzamientos son pocos y principalmente los siguientes:

Estaciones de fecundación.- Son áreas aisladas y libres de abejas a unos 5 kilómetros a la redonda aproximadamente, donde se establecen los núcleos de fecundación (Fig. 22) y las “colonias padre” que son las que crían los zánganos. Con ello se logra controlar la o las razas que se deseen cruzar. Para las estaciones de fecundación se prefieren islas, o desiertos, pero también pueden elegirse lugares con características topográficas o de relieve que ofrezcan aislamiento y cierto grado de confianza en el control de los cruzamientos.



Fig. 22. Revisando núcleos de fecundación de reinas

Fecundación en claros de bosque.- Es uno de los métodos más usados por algunos criadores de reinas y apicultores. Seleccionan un lugar claro dentro de un bosque denso de árboles altos tipo eucalipto. En el centro se colocan las colonias padre (productoras de zánganos) y en los márgenes los núcleos de fecundación con las reinas vírgenes; este método de fecundación puede ser utilizado temporalmente, cuando se necesiten reinas fecundadas. También pueden usarse cuando de manera natural hay escasez de zánganos silvestres, en este caso se estimula la producción masiva de zánganos en las “Colonias Padre” para incrementar la probabilidad (aunque no seguridad) de que las reinas se fecunden con los zánganos seleccionados.

Inseminación instrumental.- Es el método más confiable en el control de cruzamientos, ya que con ella se pueden seleccionar de manera individual los zánganos y reinas que se van a usar en la inseminación. Desafortunadamente su uso es limitado, ya que la técnica no está suficientemente difundida, requiere equipo especial y entrenamiento para realizarla de manera eficiente.

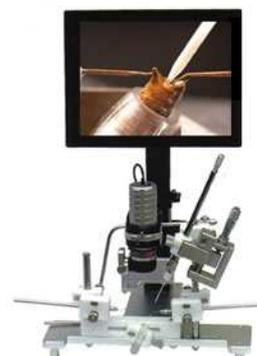


Fig. 23. Equipo de inseminación instrumental de reinas

4. CARACTERÍSTICAS A SELECCIONAR Y SU EVALUACIÓN

La mayoría de los apicultores andan en busca de una "súper" abeja, que sea muy productiva casi sin invertirle tiempo ni dinero, que sea muy mansa, que no enjambre, que no se enferme, de bonito color, que funcione en todos los lugares, etc. Desafortunadamente tal abeja no existe.

Los problemas actuales de la producción apícola, como la africanización de las abejas, la presencia de varroa y otras enfermedades, la inestabilidad del mercado internacional de la miel, el deterioro del entorno ecológico, etc. han enfatizado que los apicultores trabajen más en obtener abejas con características de alto rendimiento, baja defensividad y resistentes a las principales enfermedades; aunque hay



Fig. 24. Abejas dóciles sobre panal nuevo.

otros rasgos que para algunos apicultores podrían ser útiles como: la baja disposición a enjambrear, la compactación de la cría, la austeridad, el color de las abejas, capacidad polinizadora, etc. Sin embargo es importante mencionar que mientras mayor cantidad de rasgos queremos seleccionar más complicada se hace la selección, por lo que se recomienda a cualquier productor que desee hacerla, solo trabaje sobre la o las pocas características que más le convengan.

Algunas consideraciones importantes en las evaluaciones:

Antes de iniciar un programa de selección o mejoramiento genético, aparte de tener un manejo adecuado de las colonias, limpieza en el apiario, buenas prácticas de producción, etc. se deben establecer algunas actividades para no trabajar en vano y llevar un control de lo que se hace, a fin de hacer una selección adecuada:

- **Identificar las colonias.**- Es un detalle importante para poder llevar un control por cada una de las colonias que se están evaluando, la mayoría de los apicultores usa la numeración progresiva (ej: 1, 2, 3...52, etc.), aunque algunos optan por una combinación de números y letras para dar una clave única para cada colonia (ej: si es reina italiana I.5 o si es



Fig. 25. Colmenas con número de identificación individual.

reina Carniola K8 o si es criolla C6, etc.) lo importante es que sea sencillo y practico.

- **Uso de registros para anotar los datos recabados.**- Debido a que es difícil retener en la memoria datos de cada colonia de abejas, se deben tener formatos para tomar los datos que son necesarios en las evaluaciones de cada característica que se está seleccionando. Lo importante es que anotemos todos los datos que se necesitan para la evaluación, sin que el formato de registro sea complicado, ya que en el apiario se dificulta tomar nota cuando estamos usando guantes o tenemos muchas abejas volando sobre nosotros. En las últimas páginas de este manual encontrará algunos formatos que nosotros usamos para el registro de datos (ver anexos 1, 2 y 3) los cuales pueden ser usados como están o modificados, según los intereses.

- **Estandarizar las condiciones de inicio y el manejo.**- Cuando se pretende hacer una evaluación objetiva y con neutralidad, es importante estandarizar hasta donde sea posible las condiciones en que se inicia la evaluación, así como darles el mismo manejo a las colonias, a fin de que sea solamente la característica que se está evaluando lo que varía entre ellas, asumiendo que el medio ambiente común afecte por igual a todas las colonias. Es decir, si estamos evaluando la fortaleza de las colonias, es importante que la alimentación sea uniforme para todas, ya que si alguna le damos más alimento, la estaremos favoreciendo y probablemente sea la que más aumenta su población.



Fig. 26. Apiario de colonias uniformes, para evaluación.

Hay varios factores que pueden influir en las evaluaciones de las características, como el origen genético de las abejas, el manejo que se les dé, la edad de la reina, la fortaleza de la colonia, las reservas de alimento, la ubicación del apiario, etc. Por lo que es importante que al inicio preparemos o elijamos de manera uniforme a las colonias que se van a comparar y se les dé el mismo trato y manejo durante el desarrollo de las evaluaciones. No siempre es posible o practico controlar todos los aspectos que pueden influir en las evaluaciones, pero debemos esforzarnos en estandarizar en la medida de las posibilidades los factores que pueden influir, para obtener datos más confiables.

- **Considerar el cambio poblacional.**- Hay que tener en cuenta que al introducir una nueva reina a una colonia de abejas, se debe esperar más de 21 días para que empiece a cambiar la población de abejas. Si evaluamos un comportamiento de las abejas 15 días después del cambio de la reina, estaremos evaluando a la población de la reina anterior, ya que las abejas hijas de la nueva reina ni siquiera han nacido. En este sentido hay que tomar en cuenta que la sustitución de la población iniciara después de 21 días del cambio de la reina, también que las abejas viven alrededor de 20 días después de la eclosión (Becerra *et al.* 2004), por lo que la sustitución total de la población se dará alrededor de los 40 días después del cambio de la reina.



Fig. 27. Colonia de abejas con reina y su propia descendencia.

- **Usar los mismos criterios de evaluación.**- Es importante que las evaluaciones sean hechas por una sola persona, para evitar las diferencias de apreciaciones o que sea personal entrenado y que use los mismos criterios para evaluar cada característica.

Debido a que la colonia de abejas es un superorganismo, no se puede evaluar a una reina por sí misma, sino que la evaluaremos a través de la colonia que encabeza. Hay diferentes maneras de evaluar cada característica que se desee evaluar, algunas complicadas y otras más sencillas, con diferentes grados de confiabilidad. A continuación describimos la manera en que nosotros hemos evaluado las características que más nos interesan en el contexto del estado de Chiapas. Tratando de que los métodos sean confiables y sin que se conviertan en métodos muy complicados de realizar, para que los mismos productores lo puedan hacer.

4.1. EL RENDIMIENTO DE MIEL

Debido a que la gran mayoría de los apicultores chiapanecos tienen colmenas para la producción de miel, y las explotaciones apícolas tienen un objetivo económico, esta es la característica primaria que los productores exigen en las colonias que tienen.

Para evaluar la cantidad de miel que produce una colonia se puede hacer por la cantidad de panales llenos de miel operculada que se le cosecha, si se hacen varias cosechas, se suma el número de panales cosechados, en este caso la unidad de medida del rendimiento será de panales por colonia; lo cual puede ser convertido a Kilogramos, tomando una muestra de unos 30 o más panales de miel, los cuales se pesan antes y después de ser extraída la miel y la diferencia de peso se divide entre el número de panales, para obtener el promedio de miel extraída de cada panal. Otra manera de obtener este factor sería dividiendo la cantidad total de kg de miel producida en toda la cosecha, entre el número total de panales cosechados.



Fig. 28. Alza con panales de miel listos para cosecha.

4.2. LA MANSEDUMBRE O DOCILIDAD.

La alta defensividad de las abejas africanizadas, es la característica que ha provocado la deserción de muchos productores y también algunos accidentes en los animales y personas. Ser muy defensivas, las hace poco apropiadas para productores que están ubicados en lugares cercanos a poblaciones o explotaciones animales donde puedan causar problemas, y aunque es posible seleccionar abejas africanizadas menos defensivas, no es muy recomendable, ya que es un trabajo muy difícil de hacer. Algunos investigadores sugieren que con abejas africanizadas es mucho más sencillo seleccionar abejas defensivas que mansas (Collins *et al.* 1982). Guzmán (1992 b) trabajando en los estados de Guerrero y México, encontró que la característica de defensividad es dominante, además que las colonias de abejas africanizadas, picaron 5.6 veces más que las colonias europeas y fueron 7.8 veces más rápidas en empezar a picar; Hunt (1996) por su parte, usando técnicas de genética molecular identificó 2 genes que influyen el comportamiento de aguijoneo; sin embargo la abeja africanizada es genéticamente heterogénea y sus características son variables (Molina, 1979).

La mansedumbre de las abejas es un comportamiento difícil de evaluar numéricamente, existen algunos métodos que determinan el tiempo de reacción de las abejas a un estímulo delante de la entrada de la colmena, contabilizando además el número de agujijones en el objeto estimulante, la distancia de persecución etc. pero estos son un poco complicados y no siempre confiables. Sin embargo en condiciones reales, la mayoría de los apicultores tiene idea de cuáles son sus colonias más defensivas y cuales las más mansas, por lo cual se propone que sea evaluado este comportamiento por apreciación de la reacción de las abejas cuando se les revisa cotidianamente, dando una calificación en una escala del 1 al 5, de la siguiente manera:

1. Para las colonias muy defensivas
2. Para colonias defensivas
3. Para colonias de comportamiento normal (Regular)
4. Para colonias mansas o dóciles
5. Para colonias muy mansas



Fig. 29. Manejo de colonias muy dóciles en el patio de la casa.

4.3. LA RESISTENCIA A ENFERMEDADES

Es muy importante que las abejas no se enfermen, o que se enfermen muy poco, porque las colonias producen más estando sanas, por el ahorro en los costos de los medicamentos y su aplicación, porque no se mueren las abejas, porque se evitan contaminaciones de los productos apícolas, etc. existen varias formas de evaluar la resistencia a las enfermedades, a veces el simple hecho de que las colonias durante mucho tiempo no presenten signos de enfermedad aun cuando las colonias vecinas lo estén, nos puede ir orientando de su capacidad para mantenerse sanas. Otra manera muy usada actualmente es explorando su comportamiento higiénico, ya que este comportamiento está directamente relacionado con la sanidad de las colonias, este comportamiento puede medirse por diferentes pruebas como:

- Cría muerta por refrigeración.
- Congelamiento con hielo seco.
- Punción de la cría.
- Congelamiento con nitrógeno líquido.

Las pruebas de cría muerta por refrigeración y sobre todo la de punción de la cría se adaptan muy bien para ser usadas por la mayoría de los apicultores (Ver fig.30 y 31), esta última consiste en matar las pupas de abejas (sugerimos matar 100 pupas de ojos rosados) con una aguja muy fina haciendo una diminuta perforación a través del opérculo de la celda y traspasando la cría, posteriormente se devuelve el panal a la colonia y se esperan 24 horas para revisar la reacción de las abejas ante esta cría muerta, si son capaces de detectar, desopercular y retirar toda la cría muerta en este tiempo significa que es una colonia higiénica. Por lo tanto tendrá mayor capacidad de eliminar los focos de infección en caso de presentarse alguna enfermedad, antes de que se disemine por toda la colmena.

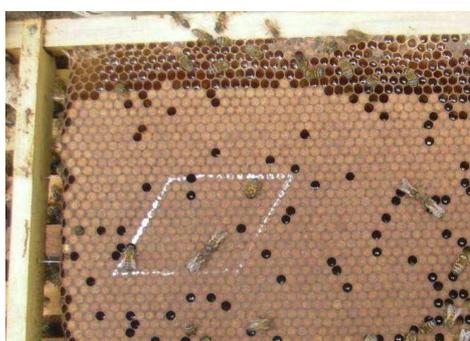


Fig. 30. Panal de cría operculada, con el área marcada y la cría muerta por punción, listo para introducir a la colonia.

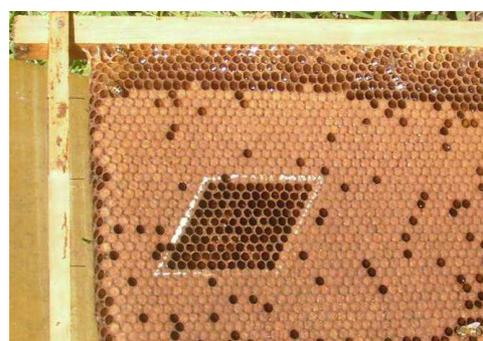


Fig. 31. El mismo panal, 24 horas después de haber estado dentro de la colonia de abejas higiénicas

Esta prueba se puede repetir al menos una vez para asegurar que la colonia mantiene esta característica a través del tiempo, nosotros sugerimos hacer una antes del inicio de la floración y otra al término de la floración cuando ya no hay entrada de néctar a la colmena, ya que un flujo de néctar puede influenciar la prueba.

Si durante las revisiones cotidianas, se encuentra que alguna colonia se enferma, es importante pensar en la posibilidad de darle una calificación cero para resistencia a enfermedades o incluso excluirla del proceso de selección.

4.4. LA RESISTENCIA O TOLERANCIA A VARROA

Las colonias de abejas que mantienen bajos niveles de infestación de varroa (sin tratamientos por parte de los apicultores), es probablemente porque han desarrollado algunos mecanismos de defensa contra el parásito. También es sabido que las infestaciones de varroa bajan y suben naturalmente a lo largo del año y que es en la temporada de floración cuando más aumenta, porque las abejas tienen más cría y hay mayor oportunidad de que también varroa se reproduzca. Así que consideramos que la temporada de floración es buena época para evaluar si las abejas, son o no

tolerantes o resistentes al parásito. Lo que nosotros proponemos es tomar una muestra al inicio de la temporada de floración, para determinar el nivel inicial de infestación, y otra muestra al final de la floración, para determinar el nivel de infestación final. Con estos dos datos podemos saber cuánto aumentó el nivel de infestación durante el periodo, para saber que colonias de abejas tienen el menor incremento y con esto inferir que son las que mejor se defienden del parásito.

Para determinar el nivel de infestación de varroasis en las abejas adultas de nuestras colonias, se debe tomar una muestra de 100 a 200 abejas adultas de cada una de las colonias, en un frasco conteniendo alcohol o jabón. Posteriormente la muestra se vierte en un recipiente con la finalidad de separar los parásitos de las abejas, luego se cuentan los parásitos, las abejas y se calcula el % de infestación tomando en cuenta que la cantidad de abejas es el 100 %. Es decir, el porcentaje se determina al contar el número de varroas que trae la muestra, multiplicándolo por cien y dividiendo entre el número de abejas de esa muestra, la fórmula es la siguiente:

$$\% \text{ de infestación} = \frac{\text{Cantidad de ácaros} \times 100}{\text{Cantidad de abejas}}$$



Fig. 32. Esquema descriptivo del proceso para hacer el diagnóstico de infestación de varroasis en abejas adultas.

Para las otras características también hay maneras de evaluarse, como el caso de la tendencia a enjambrar, que puede ser medida fácilmente si tenemos las reinas marcadas, de este modo cada vez que revisemos y encontremos una nueva reina, nos dará un indicio de con qué frecuencia las abejas cambian de reina y una buena parte de ellas puede ser por efecto de la enjambrazón. Obviamente es importante que seleccionemos las colonias con menor instinto de enjambrazón, de tal manera que cuando una colonia enjambra, automáticamente se está auto eliminando del proceso de selección, por lo que es importante marcar a las reinas en evaluación (con el color correspondiente al año), además de estar pendientes de no tomar como progenitora a la reina que las obreras naturalmente hagan después de una enjambrazón, ya que será hija de la reina anterior.



Fig. 33. Las reinas deben estar marcadas con el color distintivo

5. ELABORACIÓN DE UN ÍNDICE DE SELECCIÓN

Una vez que hemos evaluado a las reinas, tendremos datos separados de las calificaciones que obtuvieron cada una de ellas en cada una de las pruebas, el siguiente paso es obtener una calificación general de cada colonia en la que se tomen en cuenta todas las características evaluadas (para algunos esto es hacer un "índice de selección"), esta calificación puede hacerse en una escala de 100 puntos, asignándole a cada característica evaluada un % de la calificación general, de esta manera la colonia que tenga mayor puntuación será la mejor colonia de nuestra selección; el % para cada rasgo dependerá de la importancia que nosotros queremos darle a cada característica (Lasley, 1982). Por ejemplo: no tiene la misma importancia mejorar la mansedumbre de sus abejas, para un apicultor que tiene abejas europeas, que para uno que maneja abejas africanizadas, en ese caso es muy posible que la defensividad no sea una característica demasiado importante para el que usa abejas europeas, mientras que si lo será para el que trabaja con africanizadas y por lo tanto cada uno le asignara diferente % en la calificación general para mejorar esta característica. Lo mismo sucede para los demás rasgos, así que cada apicultor tendrá su propia calificación para sus colonias dependiendo de las condiciones en que trabaja y qué importancia tiene para él las características que está seleccionando.

No es recomendable seleccionar muchas características simultáneamente, ya que el avance genético es muy lento.

En nuestro caso, hemos establecido un **índice de selección** (vea "ponderación" en la tabla siguiente) dando una puntuación máxima de 100 puntos, dividido entre las 3 características que nos interesan mejorar y que hemos evaluado, dando:

40 puntos para la producción de miel, tomando a la colonia más productiva como máximo, la cual gana los 40 puntos, o si no es la colonia más productiva, tendrá una puntuación proporcional respecto a la más productiva.

30 puntos para la mansedumbre o docilidad, tomando como máximo la calificación promedio de 5 en la escala elaborada para esta característica. Entonces si una colonia tuvo una calificación de 5 en todas las revisiones, su promedio será 5 y ganará los 30 puntos, pero si su calificación varía entre 2 y 3.5 en las revisiones y tiene un promedio de 2.8, entonces solo ganará 16.8 puntos de los 30.

30 puntos para la resistencia a enfermedades, dividida en 2 características: **15 puntos para la tolerancia a varroa**, lo cual se da a la colonia según la diferencia que tenga entre la infestación inicial de la cosecha y la infestación final de la cosecha. Hay que recordar que mientras menor diferencia tenga significa que varroa

se reprodujo menos en esta colonia y ganará más puntos, así tenemos que si una colonia inicio con 2 % de infestación y terminó la cosecha con 2 % de infestación, la diferencia es cero y ganará los 15 puntos de esta característica. La colonia que tenga el mayor incremento de la infestación durante el periodo evaluado, obtendrá cero puntos y las demás colonias una puntuación proporcional inversa. Es decir si la máxima diferencia fue 18% de incremento en la infestación esa colonia tendrá cero puntos en esta característica y si tenemos otra colonia del mismo apiario que tuvo un incremento de 6%, entonces solo ganara 10 puntos de los 15 asignados para esta característica.

Los otros **15 puntos se dan a la colonia según su Comportamiento Higiénico**, dando los 15 puntos a las colonias con 100 % de CH, o proporcional según el % de limpieza que tenga, así que si una colonia solo limpió el 90 % en la evaluación, entonces solo ganará 13.5 puntos de los 15 posibles.

Finalmente todos los puntos ganados por cada colonia en cada una de las características evaluadas, se suman y tendremos la calificación global de cada colonia, así las podremos comparar y saber cuál o cuáles son las mejores colonias según nuestro índice de selección.

Tabla de concentrado de datos de las colonias en evaluacion.
Apiario : Tonalá

		Produccion Miel		Mansedumbre		Resistencia Enfermedades				Total puntos
		Panales	Puntos	Prom	Puntos	Tolerancia Varroa		CH		
Ponderación		40		30		15		15		100
Colonias	Raza	Panales	Puntos	Prom	Puntos	dif	Puntos	%	puntos	
1	Italiana	6	2.73	3.75	22.50				0.00	25.23
2	Italiana	0	0.00	3.83	23.00				0.00	23.00
3	Italiana	20	9.09	3.83	23.00				0.00	32.09
9	Italiana	40	18.18	3.50	21.00	0.97	14.05	89.92	13.49	66.72
10	Italiana	24	10.91	3.83	23.00	-1.44	16.41	68.29	10.24	60.56
11	Carniola	39	17.73	4.00	24.00	2.17	12.87	84.51	12.68	67.28
12	Carniola	40	18.18	4.00	24.00	4.44	10.66	59.38	8.91	61.75
16	Carniola	0	0.00	4.00	24.00				0.00	24.00
17	Carniola	40	18.18	3.67	22.00	0.26	14.74	75.47	11.32	66.24
21	Local	40	18.18	3.75	22.50				0.00	40.68
23	Local	62	28.18	3.83	23.00	-1.26	16.23	91.91	13.79	81.20
28	Local	37	16.82	3.75	22.50				0.00	39.32
29	Local	88	40.00	3.50	21.00	2.32	12.73	99.22	14.88	88.62
30	Local	40	18.18	3.83	23.00	-4.87	19.76	13.22	1.98	62.93

En esta tabla (con datos reales), podemos ver los resultados de solo algunas reinas evaluadas en un apiario y es fácil identificar las 3 colonias que obtuvieron mayor calificación, siendo 2 de ellas reinas locales, lo cual significa que no por traer reinas

de raza pura o compradas a un criador, nos van a dar mejor resultado. Por lo tanto es importante probar en las condiciones de nuestra región y nuestro manejo, si las reinas compradas a otro productor superan a las nuestras y solo así tomaremos a las mejores, independientemente de donde vengan o de que raza sean.

Si se construye apropiadamente el índice, es uno de los mejores métodos de selección ya que da mayor mejoramiento genético en relación con el tiempo y el esfuerzo empleados en su aplicación (Lasley, 1982).

En las siguientes generaciones, el apicultor o mejorador de abejas quizás le interese modificar su índice de selección, ya que es posible que tenga abejas que sean muy buenas en una característica pero un poco deficientes en otra, entonces, modificara su índice de selección dando una mayor calificación a la característica que falta mejorar y disminuir la puntuación en la característica que considera ya alcanzó un nivel aceptable.

A largo plazo, el apicultor ira obteniendo abejas cada vez mejores en las características que está seleccionando y el avance genético se hace cada vez menos perceptible, ya que se tienen abejas muy buenas y difíciles de superar.

Cuando ya sabemos que colonia o colonias son las mejores, serán tomadas como pie de cría de la siguiente generación. El siguiente paso es reproducirlas, es decir obtener de ellas las reinas hijas que van a reemplazar las reinas que no nos dieron buen resultado, obteniendo con ello abejas que estarán por arriba del promedio de las abejas de la generación pasada. Este procedimiento se puede repetir cada ciclo productivo.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Anderson, D.L., and Trueman, J.W. (1999): Are there different species of *Varroa jacobsoni*?. Proceedings of XXXVI Congress. Apimondia '99. Vancouver, Canada. Pp.59-62.
- Argüello Nájera, O. (2004): Exploración del comportamiento higiénico y su relación con la infestación de *Varroa destructor* en abejas africanizadas *Apis mellifera* en la región de Tapachula, Chiapas. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (UNACH).Pp 1-53.
- Argüello, Omar. Vandame, Remy. y Gómez, Benigno (2014): Algunos “parásitos no tradicionales” encontrados en la apicultura de Chiapas, México. En memorias del 21° Congreso Internacional de Actualización Apícola . Guanajuato, Gto. Pp 93 - 97.
- Argüello, N. O. and Vandame, R. (2003): Populational Dynamics of *Varroa destructor* in an Island of the Mexican Pacific. Proceedings of XXXVIII Congress. Apimondia 2003. Ljubljana, Slovenia. Pp. 706-707.
- Becerra Guzmán, Felipe de J., Guzmán N. E., Plata R. M., Contreras E. F., y Uribe R. JL. (2004): Tiempo de vida de las abejas (*Apis mellifera*) Europeas, africanizadas y sus híbridos en un ambiente común. Memorias del XVIII Seminario Americano de Apicultura. Villahermosa Tab. Pp. 212-217.
- Boot, WJ., Beetsma, J. and Calis, JNM.(1994): Behavior of *Varroa mites* invading honeybee brood cells. Exp. Appl. Acarol. 18: 371-379.
- Claridades Agropecuarias (2010): Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. SAGARPA. N° 199. Marzo 2010.
- Collins A., Rinderer T., Harbo J. and Bolten A. (1982): Colony defense by Africanized and European honey bee, Science. 218, 4567-72.
- Coronado E.(1996): Historia de la apicultura en México. Apitec. (1): 8-9.
- Correa-Benites, A. y Guzman-Novoa, E. (1996): Resistencia de abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) al ácaro *Varroa jacobsoni* O. Memorias del X Seminario Americano de Apicultura. Veracruz, Ver. Pp. 53-57.
- Crane, E. (1985): World perspectives in apiculture. International Bee Research Association. London, England. Pp. 1-184.
- Crane E. (1999): The world history of Beekeeping and honey hunting. Taylor and Francis Group. New York, NY 10016.
- De Jong, D. (1994): La importancia de la salud apícola para la apicultura en los trópicos. Memorias del VIII Seminario Americano de Apicultura. Villahermosa, Tab. Pp. 104.
- De Jong, D. y Mantilla, C. (1986): *Varroa jacobsoni*. Informe sobre biología, diagnóstico, y evaluación de infestaciones. USP- Brasil y UNC- Colombia. Pp.1-8.
- Delaplane, K., and Hood, M. (1997): Effects of delayed acaricide treatment in honey bee colonies parasitized by *Varroa jacobsoni* and a late-season treatment threshold for the south-eastern U.S.A. J. of Apic. Res. 36 (3): 125-132.
- Durón-Avilés, E. (1982): La abeja africanizada en el área del OIRSA. Departamento de Sanidad Vegetal; Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. Pp 1-36.

- Espina, P. D., y Ordetx, G. (1984): Apicultura tropical. Cuarta edición. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Costa Rica. Pp. 1-506.
- Fierro M.M., Barraza A., Maki D.L. and Moffet J.O. (1987): The effect of the first year of africanization on honey bee populations in Chiapas, Mexico. Proceeding of The Third Amer. Bee Research Conference. Weslaco, Tx. USA.
- Fries, I., Camazine, S. and Sneyd, J. (1994): Population dynamics of *Varroa jacobsoni*: a model and review. *Bee World* 75: 5-28.
- Guzman-Novoa, E. (1996): Selección de abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) productivas y manejables. Memoria del X Seminario Americano de Apicultura. Veracruz, Ver. Pp. 26-30.
- Guzman-Novoa, E. (1995): Efecto de la africanización en la en la producción de miel y en la defensividad de colonias de abejas melíferas. Memorias del IX Seminario Americano de Apicultura. Colima, Col. Pp. 67-72.
- Guzman-Novoa, E. (1992a): Reducción de la defensividad de abejas melíferas (Himenoptera: Apidae) africanizadas por medio de retrocruzamiento de sus reinas con zánganos europeos. Memorias de VI Seminario Americano de Apicultura. Oaxtepec, Mor. Pp. 35-37.
- Guzman-Novoa, E. (1992b): Dominancia genética y covarianza genotípica en la defensividad de las abejas melíferas (*Apis mellifera*) en relación con su grado de africanización. Memorias del VI Seminario Americano de Apicultura. Oaxtepec, Mor. Pp. 44-47.
- Helmich, R.L. (1987): Flight-time differences between africanized and European drones: implications for controlling mating. *Am. Bee J.* 127(12): 846.
- Helmich, R.L., Ibarra, J., Mejía, M., Rinderer, T.E. and Gutiérrez, N.A.(1993): Evaluating mating control of honey bee Queens in an africanized area of Guatemala. *Am. Bee J.* 133 (3): 207-211.
- Hunt, G. J. (1996): Using molecular genetics to improve bees. Memoria del X Seminario Americano de Apicultura. Veracruz, Ver. Pp 34-36.
- Kefuss, J., Taber, S., Van Pouecke, J., y Rey, F. (1996): Un método práctico para comprobar el comportamiento higiénico. *Vida Apíc.* 76 (2): 26-29.
- Lasley F.J. (1982): Genética del mejoramiento del ganado. Departamento de Zootecnia, Universidad de Missouri. Pag. 160.
- Martin, S.J. (1994): Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in worker brood of the honeybee *Apis mellifera* L. Under natural conditions. *Exp. And Appl. Acarol.* 18 (2): 87-100.
- Moffett, J. O., Dale, L. M., Thomas, A., and Fierro, M. M. (1987): The africanized bee in Chiapas, Mexico. *Am. Bee J.* 127 (7): 517-519, 525.
- Molina Pardo, A. (1979): La abeja africanizada, algunos aspectos sobre su origen, biología y manejo. VI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Universidad Nacional de Colombia. Pp. 1-61.
- Moretto, G. (1996): A varroasis no Brasil. Memorias del X Seminario Americano de Apicultura. Veracruz, Ver. pp. 63-66.
- Moretto, G., e Bittencourt, D. (2001): A apicultura do Brasil antes e depois da abelha africanizada. Memorias del XV Seminario Americano de Apicultura. Tepic, Nayarit. Pp 69-71.

- Nates, P. G. (1987): Mejoramiento genético apícola e inseminación instrumental. Programa regional para el manejo y control de la abeja africanizada BID/OIRSA. Cuernavaca, Morelos, México. Pp 1-82.
- Perdomo, R. (2014): Acciones oficiales, con el apoyo del OIRSA, ante el apareamiento del pequeño escarabajo de la colmena (*Aethina tumida*) en El Salvador. En memorias del Foro internacional del pequeño escarabajo de la colmena. Campeche, México, 2014.
- Popa, A. (1982): La varroasis de las abejas. Una amenaza para la apicultura. Rev. Mund. De Zoot. 42 (2): 2-10.
- Quezada-Euan J.J.G., Luit, L., Maas, J., y May-Itza, W. (1998): El estatus actual del proceso de africanización en colonias manejadas y silvestres de *Apis mellifera*, en Yucatán, México. Memoria del VI Congreso Iberoamericano y XII Seminario Americano de Apicultura. Mérida, Yuc. Pp.131-133.
- Rojas, R. J. (1988): Colección e identificación de especies nectaríferas de Chiapas, Región I Centro. La Chacona . Abril- Junio. Pp. 15-16.
- Rinderer, T.E., Collins, A.M., Helmich, R.L., and Danka, R.G.(1987): Differential drone production by africanized and European honey bee colonies. Apidol. 18 (1): 61-68.
- Rodriguez, D. S., Moro, M. J., y Otero, C. G. (1992): Varroa found in México. Am. Bee J. 132 (11):728-729.
- Root, A. I. (1976): ABC y XYZ de la apicultura. Décima edición. Editorial librería Hachete. Buenos Aires, Argentina. Pp 1 – 650.
- Ruttner, F. (1976): Inseminación artificial de las reinas. Segunda edición, Instituto Internacional de Tecnología y Economía apícolas. Bucarest, Rumania. Pp 1 – 123
- SARH, (1986): Las abejas africanizadas y su control. Manual técnico No. 2. SARH.
- Slabezky, Y., Gal, H., and Lenzky, Y. (1991): The effect of fluvalinate application in bee colonies on population levels of *Varroa jacobsoni* and honeybees (*Apis mellifera* L.) and on residues in honey and wax. Bee Science 1 (4): 189-195.
- Soares, A.S. E. (1993): A utilizacao da genética molecular e da morfometria na caracterizacao de populacoes de abelhas africanizadas. Memorias del VII Seminario Americano de Apicultura. Toluca, Mex. Pp. 14-19.
- Spivak, M., And Gilliam, M. (1998): Hygienic behavior of honeybees and its application for control of brood diseases and varroa. Part I: Hygienic behavior and resistance to American foulbrood. Bee World. 79 (3): 124-134.
- Spivak, M. And Reuter, G.S. (1998): Honey bee hygienic behavior. Am. Bee J. 138 (4): 283-286.
- Spivak, M. (1996): Honey bee hygienic behavior and defense against *Varroa jacobsoni*. Memorias del X Seminario Americano de Apicultura. Veracruz, Ver. Pp. 58.
- Spivak, M., Reuter, G. A., Melton, R., and Breyfogle, J. (1994): Honey bee hygienic behavior and tolerance to *Varroa jacobsoni*. Am. Bee J. 134 (12): 836.
- Sylvester, A. H., and Rinderer, T. E. (1987): Fast Africanized bee identification system (FABIS) manual. Am. Bee J. 127 (7): 511-515.
- Trouillier, J., Arnold, G., Chappe, B., Le Conte, Y., and Masson, C. (1992): Semiochemical basis of infestation honey bee brood by *Varroa jacobsoni*. J. of Chem. Ecol. 18 (11): 2041-2053.
- Uribe-Rubio, J.L., Vázquez, P.C., y López O.R., (2009). Establecimiento de un programa de selección por medio de cruzamientos controlados de reinas vírgenes de *Apis*

- mellifera* L., en zonas africanizadas. XXIII Seminario Americano de Apicultura. Tampico Tamaulipas, México. Pg. 97-105.
- Vandame R., Gänz P., Garibay S., y Reyes T., (2012). Manual de apicultura orgánica. El Colegio de la Frontera Sur. 1a Ed. 41 pp. San Cristóbal de la Casas, Chiapas México.
- Vandame, R., Colin, M. y Otero-Colina, G. (1998a): Tolerancia a varroa. Ensayos con abejas europeas y africanizadas en México: 1.-Biología del ácaro. *Vida Apic.* 88 (2): 45-50.
- Velazco O.J.E (2006). Evaluación de híbridos F1 de abejas *Apis mellifera* europeas cruzadas con africanizadas, bajo condiciones ambientales del altiplano del departamento de San Marcos. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Wallner, K. (1992): Diffusion of active varroicide constituents from beeswax into honey. *Proceedings of German Bee Research Institutes Seminar. In Apidol.* 23 (4): 387-389.
- Wienands, A.(1988): The varroa mite has spread over the most of the world. *Am. Bee J.* 128 (5): 358-359.
- Woyke, J. (1980): Inseminación Artificial de las abejas reinas, en beneficio de la apicultura. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Salvador, El Salvador, C. A. Pp 1 –10.

Anexo 1. Formato para revisiones de apiarios

Apiario:

Fecha de revisión:

N. Col	Tipo de reina	Fortaleza	Docilidad	Cosecha	Observaciones
				# Panales	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

Anexo 2. Formato para diagnóstico de Infestación de varroa en abejas adultas.

Apiario:

Fecha:

# de Col.	Infestación en abejas adultas			Raza	Observaciones
	N. de varroas	N. de abejas	% de inf.		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					

Anexo 3. Formato para pruebas de comportamiento higiénico.

Apiario

Fecha

# de Col.	Raza	Cantidad de celdas pinchadas	24 horas despues		
			aun selladas	celdas sucias	% limpieza
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					

Este Manual Apícola: Mejoramiento Genético de Abejas melíferas por selección, fue generado por los autores como producto del proyecto: SELECCIÓN DE UNA LINEA GENETICA LOCAL A BASE DE LAS MEJORES COLMENAS DEL ESTADO, TOMANDO EN CUENTA CRITERIOS DE PRODUCTIVIDAD, MANSEDUMBRE Y RESISTENCIA A LAS ENFERMEDADES.

Este programa es público, ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido el uso para fines distintos a los establecidos en el programa.