



CONSUMO Y ACEPTACIÓN DE JARABE DE SUERO DE LECHE CON AZUCAR EN COLMENAS DE *Apis mellifera*, EN EL EJIDO JUAN SARABIA, QUINTANA ROO

Trabajo de Titulación que presenta el C.

ABNER ELEAZAR PEREZ PEREZ

Para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo
de acuerdo a la Titulación Integral
(Tesis)

Juan Sarabia, Quintana Roo

Enero 2023



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El presente trabajo recepcional titulado: **CONSUMO Y ACEPTACIÓN DE JARABE DE SUERO DE LECHE CON AZÚCAR EN COLMENAS DE *Apis mellifera***, realizado por el C. **ABNER ELEAZAR PEREZ PEREZ**, bajo la dirección del Comité indicado y con apego al esquema de Titulación Integral (Tesis), ha sido aprobado por el mismo y aceptado como requisito parcial para obtener el Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A T E N T A M E N T E

COMITÉ DE REVISIÓN PARA TITULACIÓN

Presidente	 M en V. Jaime Durango Sosa Madariaga
Secretario	 Mvz. Arturo Novelo Delgado
Vocal	 Doctor Víctor Manuel Interián Ku

ÍNDICE GENERAL

Tabla de contenido	
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT	vii
I.INTRODUCCIÓN	1
2.2 Inventario apícola	3
2.3 Efecto del cambio climático a la apicultura	4
2.4 Biología de la abeja	4
Figura 2. Abeja <i>Apis mellifera</i>	5
2.5 Clasificación taxonómica	5
2.6 Abeja reina	6
Figura 3. Abeja reina.	7
2.7 Abeja obrera	7
Figura 4. Abeja obrera.....	8
2.8 Zángano	8
Figura 5. Zángano.....	9
2.9 Ciclo de vida (metamorfosis)	9
2.9.1 Reina	9
2.9.3 Zángano	10
2.10 Comunicación entre las abejas	11
2.11 Anatomía de la abeja	12
Figura 6. Anatomía abeja <i>Apis Mellifera</i>	12
2.11.1 Cabeza	12
2.11.2 Tórax	13
2.11.3 Abdomen	13
2.12 Sistema respiratorio	14
Figura 7. Anatomía sistema respiratorio.....	14
2.13 Sistema circulatorio	14
Figura 8. Anatomía sistema circulatorio.	15

2.14 Sistema nervioso	15
Figura 9. Anatomía sistema nervioso.....	16
2.15 Sistema reproductor	16
Figura 10. Anatomía aparato reproductor de zángano y abeja reina.....	17
6.15 Sistema glandular	17
Figura 11. Glándulas salivales y glándulas cereras.....	18
2.16 Aparato digestivo	18
Figura 11. Aparato digestivo de la abeja.....	19
2.17 Nutrientes necesarios para las abejas	20
2.18 Escasez de miel y polen	20
2.19 Reservas corporales en las abejas	21
2.20 Néctar	22
2.21 Polen	22
2.22 Sustituto de polen	23
2.23 Características nutritivas	23
2.24 Beneficios de la suplementación	23
2.25 Problema de suplementación	24
2.26 Suero de leche	24
2.26.1 Obtención y proceso del suero de leche	24
2.26.2 Características nutricionales	24
2.27 Utilización del suero de leche en alimentación animal	25
3.1 Objetivo general	26
3.2 Objetivos específicos	26
V. MATERIALES Y METODOS.	28
5.1 Localización	28
5.2 Colmenas a evaluar	28
5.3 Variables a medir	28
5.4 Tratamientos	29
5.5 Preparación de la torta de suplementación	29
5.6 Preparación de jarabe de azúcar	29
5.7 Suministro de la torta de suplementación y jarabe de azúcar	30
5.8 Número de celdas por bastidor	30
5.9 Porcentaje de huevos puestos, larvas, cría cerrada, miel y polen	30
5.10 Registro de los datos	31
5.11 Diseño y análisis estadístico	31

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
XIII. ANEXOS.....	44
Figura 13. Preparación de tratamientos.	44
Figura 14. Colocación de alimentadores y tratamientos.	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de <i>Apis mellifera</i>	6
Cuadro 2. Tratamientos con suero de leche de vaca con azúcar	34
Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza para fortaleza de la colmena por adición de diferentes niveles de suero de leche como fuente de ácidos proteina.....	36
Cuadro 4. Comparación de medias del CMST, CPCTO, CPCSU y CPCT con diferentes niveles de adición suero de leche al jarabe de azúcar.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Abeja <i>Apis mellifera</i>	5
Figura 2. Abeja reina	7
Figura 3. Abeja obrera.....	8
Figura 4. Zángano.....	9
Figura 5. Anatomía abeja <i>Apis Mellifera</i>	12
Figura 6. Anatomía sistema respiratorio.....	14
Figura 7. Anatomía sistema circulatorio.....	15
Figura 8. Anatomía sistema nervioso	16
Figura 9. Anatomía aparato reproductor de zángano y abeja reina.	17
Figura 10. Glándulas salivales y glándulas cereras.....	18
Figura 11. Aparato digestivo de la abeja	19
Figura 12. Preparación de tratamientos.....	44
Figura 13. Colocación de alimentadores y tratamientos	44
Figura 14. Torta proteica y encendido del ahumador.....	45
Figura 15. Toma de datos.....	45

RESUMEN

Entre los meses de junio a diciembre es una época donde escasea el néctar y polen por la ausencia de floración en las plantas, el suero de leche de vaca adicionándole azúcar, es un suplemento energético y proteico. El suero de leche de vaca contiene 70% de la proteína cruda y un valor nutritivo superior al de la caseína. La finalidad del presente trabajo de Residencia Profesional fue evaluar el consumo de materia seca y proteína del suero de leche adicionado al jarabe de azúcar en la colmena durante la época de escasez de flores nectopoliníferas en el sur de Quintana Roo, por efecto de administrar diferentes niveles de suero de leche de vaca en la cámara de cría de abejas *Apis mellifera*. Los resultados obtenidos indican que, existió un mayor consumo en el T3 (600 ml) dando mayor cantidad de población en la colmena, el T2 (500 ml) hubo un mejor consumo, pero la población era menor al T3. El consumo de suero en las abejas tuvo como efecto el valor más alto para celdas con miel, huevecillos y larvas el T3 (600 ml) por efecto del suero lácteo azucarado puede ser por la energía y proteína que aporta esta mezcla de carbohidratos de fácil asimilación y alto contenido de aminoácidos, que le da un elevado valor biológico al suero de leche con azúcar. El menor comportamiento poblacional que presentaron los tratamientos con suero de leche de vaca con azúcar fue debido a la muerte de reinas. El jarabe de azúcar con suero de leche de vaca es un recurso potencial como fuente de energía y proteína para ser utilizados en el sur del Estado de Quintana Roo.

Palabras clave: escases de néctar y polen, consumo, proteína, materia seca.

ABSTRACT

The period from June to December is a time when nectar and pollen are scarce due to the absence of flowering in the plants, cow's milk whey with added sugar is an energy and protein supplement. Cow's whey contains 70% crude protein and a nutritional value higher than that of casein. The present work aimed to evaluate the population and strength of the hive during the period of scarcity of necto-polliniferous flowers in the south of Quintana Roo, by supplying different levels of cow's milk serum in the breeding chamber of *Apis mellifera*. The results obtained indicate that there was a greater number of cells with eggs in T3 (600 ml) and larvae in T2 (500 ml) that appeared in the hives due to the supply of cow's milk whey. The highest value for cells with honey in T3 (600 ml) due to the effect of the sweetened whey may be due to the energy and protein provided by this mixture of easily assimilated carbohydrates and a high content of amino acids, which gives the product a high biological value to the buttermilk with sugar. The lower population behaviour presented by the treatments with cow's milk whey with sugar was due to the death of queens. Sugar syrup with cow's milk whey is a potential resource as a source of energy and protein to be used in the south of the State of Quintana Roo.

Keywords: Egg, larva, closed brood, queen bee

I.INTRODUCCIÓN

En el Estado de Quintana Roo entre los meses de enero a mayo los apicultores tienen el conocimiento que es una época del año en que los arvenses, arbustos y árboles nectapoliníferos florecen y proveen de polen como fuente de proteína y ácidos grasos, así como néctar que provee de carbohidratos para cubrir sus requerimientos energéticos de las abejas o bien para la síntesis de lípidos. En esta época de abundancia de floración las colonias de abejas usan estos elementos nutritivos para almacenarlos en la colmena; sin embargo, entre los meses de junio a diciembre es una época donde escasea el néctar y polen por la ausencia de floración en las plantas, las abejas necesitan sobrevivir por este período de tiempo con los azúcares que se encuentran en el entorno, como frutas en descomposición, secreciones en diversos árboles, basura, etc. Teniendo efectos graves en las poblaciones de las abejas (Manning, 2006).

El polen posee una fuente de lípidos en la dieta de las abejas a través de la reconversión de los carbohidratos (vía néctar) en ácidos grasos o bien el polen provee una fuente de lípidos en la dieta de las abejas. Los ácidos grasos son utilizados como combustible para el vuelo de los insectos, de manera que la recolección de néctar por pecoreo de las plantas, es de importancia para la producción de miel (Gilby, 1965).

La miel es una fuente nutritiva para las abejas donde añaden enzimas a fin de lograr el proceso de maduración del néctar a miel y éstas son en gran parte las responsables de la complejidad composicional de la miel donde se obtiene proteínas y aminoácidos; también contiene aproximadamente 0.5% de proteínas, principalmente como enzimas y aminoácidos, los niveles de aminoácidos y proteína

en la miel son el reflejo del contenido de nitrógeno, el cual es variable y no supera el 0.04% (Ulloa et al., 2010).

Considerando lo anterior es importante incluir a las abejas una fuente de proteína y carbohidratos, como pudiera ser, suero de leche adicionándole azúcar, como suplemento energético de sostén y de estimulación en los períodos de pos cosecha (junio-agosto) y pre cosecha (septiembre-diciembre) y poder evaluar el comportamiento de la población y la cría en la colmena. El suero de leche tiene cerca del 70% de la proteína cruda que se encuentra en el suero corresponde a un valor nutritivo superior al de la caseína su composición varía dependiendo del origen de la leche y del tipo de queso elaborado, pero en general el contenido aproximado es de 93.1% de agua, 4.9% de lactosa, 0.9% de proteína cruda, 0.6% de cenizas (minerales), 0.3% de grasa, 0.2% de ácido láctico y vitaminas hidrosolubles (García, 1993).

Por lo tanto, la finalidad de este trabajo de Residencia Profesional será evaluar el efecto de la adición de diferentes niveles de suero de leche de vaca, en el jarabe de azúcar como fuente de energía y proteína esencial para la fortaleza de la colmena.

II.ANTECEDENTES

En México la apicultura conforma una parte integral de la cultura y tradiciones de los pueblos de origen. No es raro que en esta actividad se vea involucrada un gran número de población rural. Ya que en México se produce y exporta miel en cantidades significativas (Juarez, Comité Apícola Peninsular, 1974).

Entre los principales problemas que existen hoy en día en la apicultura en el estado de Quintana Roo, es la poca producción que se da como cosecha en los apiarios, teniendo como base un sistema muy deficiente sin excelentes actividades o prácticas en cuanto al manejo de las colmenas (Juarez, Comité Apícola Peninsular, 1974) Dando lugar a la presencia de plagas y padecimientos de enfermedades como varroasis y nosema, que dan como resultado el agotamiento de la colmena y como consiguiente el acortamiento en producción de miel y polen (Juarez, Comité Apícola Peninsular, 1974). Otra problemática importante es la alta africanización que predomina en las colmenas, porque no existe prácticas en cuanto a la sustitución de reinas para erradicar la enjambrazón y aumentar la docilidad en las abejas: Con esto se mejoran las prácticas de manejo como es la revisión rutinaria de las colmenas para poder suplir requerimientos (manejo y alimentación) (Aroche, 2018).

Por otro lado, el cambio radical de temperaturas ambientales es otro factor a considerar como problema para la apicultura ya que esto trae afectaciones de manera directa e indirecta dando así una alteración fisiológica y comportamiento de las abejas (Aroche, 2018).

2.2 Inventario apícola

A nivel nacional, el inventario apícola reporta un total de 1.9 millones de colmenas, en donde laboran 45 mil productores con una producción estimada en 61 mil 881 toneladas en 2015, con más del 30% de la producción concentrada en Yucatán,

Campeche y Quintana Roo con 17,000 apicultores que manejan más de 0.5 millones de colmenas (SIAP, 2016). México se refrendó en el sexto lugar mundial como productor de miel de abeja y el tercero como exportador a exigentes mercados internacionales de Europa, Asia y Medio Oriente (SIAP, 2016).

2.3 Efecto del cambio climático a la apicultura

Por otra parte, el Cambio Climático también afecta la biodiversidad, lo que impacta desde el origen de los alimentos para el consumo, servicios de ropa y muebles; la pérdida de abejas representa un impacto fuerte al medio ambiente debido a su actividad polinizadora y los estragos a la humanidad serían irreversibles, sin embargo, las abejas responden en gran parte reduciendo o ampliando sus rangos de acuerdo con las nuevas pautas climáticas, acciones que toman para perpetuar su especie. para los productores representa un impacto negativo por la pérdida de abejas, incremento de costos de producción por la necesidad de comprar de núcleos y aunado a esto, la posibilidad de que los cultivos pierdan especies polinizadoras fundamentales o desequilibrios entre rangos de cultivos y polinizadores, son una amenaza real (Ocampo, Cambio climático y actividad solar en el Holoceno, 2008).

Los cambios en el clima contemplados en los escenarios del medio ambiente, podrían impactar de forma potencial en la apicultura al incrementar en sentido negativo el riesgo de la actividad con base en dos sentidos: directo, considerando la respuesta intra e inter específica de la flora melífera y las abejas, e indirecto, enfocado a las afectaciones socioeconómicas de los apicultores por los riesgos de producción y la incertidumbre que conlleva (Castellanos et al., 2016).

2.4 Biología de la abeja

Las abejas son insectos himenópteros que se destacan por tener dos pares de alas membranosas. Otras características de las abejas melíferas es que las estructuras de sus patas traseras, llamadas basitarso, son mucho más anchas que las de las avispa, lo que aumenta la superficie de donde se puede recolectar el polen. Estos

rasgos han evolucionado, entre otras cosas, para respaldar la eficacia de las abejas como portadoras de polen entre las flores (Martínez, 2018).

En la figura 2 se muestra la abeja más famosa que es la abeja melífera (*Apis mellifera*), que fue traída a América durante el período colonial para producir productos como miel, propóleo y jalea real. Su control ahora está tan extendido que está naturalizado en prácticamente todas las regiones. Esta abeja vive en colonias perennes formadas por reinas que se encargan de la reproducción, mientras que las obreras estériles buscan alimento y cuidan de las larvas. A esta acción se le llama división del trabajo (Vanbergen, 2013).



Figura 1. Abeja *Apis mellifera*.

2.5 Clasificación taxonómica

Las abejas están enmarcadas en el orden *Hymenoptera*, el cual comprende alrededor de cien mil especies, entre ellas especies de abejas, avispa y hormigas, pero de los cuales veinticinco mil especies corresponden a abejas (Mathews, 2011). Las abejas se clasifican en dos grandes grupos, en abejas sociales y abejas solitarias. Las abejas sociales, poseen una organización no igualada por ninguna otra especie, el cual posee un complejo sistema de castas. Todos y cada uno de los miembros de una colonia de abejas dependen de los otros y no pueden existir por separado (Mace, 1991), por eso se habla que una colmena es un súper organismo. Las abejas son los agentes de polinización por excelencia de nuestro planeta.

Probablemente aparecieron en el periodo cretácico (Danforth et al, 2004), cuando las primeras plantas con flores comenzaron a evolucionar y sin duda alguna contribuyeron a su rápida diversificación en este periodo (Soltis et al., 2005). En nuestros días existen especies de abejorros (moscardones), abejas sin aguijón y las cinco abejas melíferas que conocemos, este grupo de insectos forman una familia distintiva, Apidae, e individualmente las especies de abejas de miel forman una subfamilia, Apinae. Esta subfamilia está representada por un género monotípico, Apis el cual está integrado por cuatro especies domesticas; *Apis mellifera* (Abeja común), *Apis cerana* (abeja asiática), *Apis dorsa* (abeja gigante) y *Apis florea* (abeja asiática chica), que se distribuyen a lo largo del sudeste asiático (Soltis et al., 2005).

Apis mellifera se distribuye por el resto del mundo (FAPAS, 2008), sin embargo, existen una amplia variedades o razas de estas abejas (Toup, 1994).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Apis mellifera*.

Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Hymenoptera
Suborden	Apocrita
Superfamilia	Apoidea
Familia	Aoidae
Subfamilia	Apinae
Tribu	Apini
Genero	Apis
Especie	A. Mellifera

(Rondanelli, 2012).

2.6 Abeja reina

Es la única hembra fértil y fecunda, por lo que se convierte en el centro y vida de la colmena (Ruiz, 2003).

Se distingue del resto por su longitud, que es de 16 milímetros, y por las alas, (figura 3) que a pesar de ser del mismo tamaño que las de una obrera, se ven cortas en relación al cuerpo (Barrera, 2014).

Posee aguijón, pero sólo se utiliza para la lucha contra otras reinas, al momento de su surgimiento como adulto, esta elimina a las demás larvas reales, y en caso de surgir dos reinas en el mismo instante, se desarrolla un combate a muerte, en donde la vencedora se convierte en la única reina (Herrero, 2004).

La función biológica de la abeja reina en la colmena, es la reproducción y cohesión del enjambre, controla a la población a través de las feromonas, que también es utilizada para la inhibición de la fertilidad de las obreras (Duttman et al., 2013).



Figura 2. Abeja reina.

2.7 Abeja obrera

Las obreras (figura 4) son las abejas más pequeñas de la colmena, pero son las que se encuentran en un mayor número de individuos. Una colonia puede albergar entre 20.000 a 80.000 abejas obreras además de una reina y, en primavera y verano, unos cientos de zánganos (FAPAS, 2008). Son las que realizan todos los trabajos como producir miel y cera, fabricar panales, coleccionar polen, limpiar la colmena, mantener el orden y alimentar a la reina. Según el desempeño que cumplan, se pueden clasificar en nodrizas, aseadoras, ventiladoras, constructoras,

guardianas, exploradoras y recolectoras (DICTA, 2005). Las obreras trabajan toda su vida y realizan diferentes funciones según su edad. Primeros dos días de vida: Limpieza y calentamiento de la cría. Entre los 3 y los 11 días: Alimentación de las larvas. Del día 12 al 17 de vida: Producción de cera, construcción de panales y transporte de alimento dentro de la colonia. Del día 18 al 21: Guardiana a la entrada de la colmena. Del día 22 hasta la muerte: Recolección de polen, néctar, propóleo y agua (FAPAS, 2008).



Figura 3. Abeja obrera.

2.8 Zángano

Abeja Zángano, como se aprecia en la (figura 5) son los machos de la colmena, nacen de un huevo no fecundado. Cumplen una doble función, fecundar a la reina y proporcionar calor al nido de cría (Herrero, 2004).

Su vida es efímera, estos dependen en su totalidad de las obreras para su alimentación, además de depender del clima y la calidad del alimento para su desarrollo. (Duttmann et al., 2013).

Viven aproximadamente tres meses, pero cuando la colonia no dispone de un suministro adecuado de alimentos, son expulsados de la colmena y las obreras van tras ellos, realizando la matanza masiva de los zánganos, para economizar las reservas (Duttmann et al., 2013).



Figura 4. Zángano.

2.9 Ciclo de vida (metamorfosis).

2.9.1 Reina

La abeja reina se elige desde el huevo puesto, mientras que las otras abejas son obreras. Esto Depende de la dieta de las larvas, pues las futuras reinas reciben jalea pura, un elixir creado por abejas obreras con glándulas hipofaríngeas. El desarrollo de estas se lleva a cabo de la manera siguiente:

Eclosión: 3-5 días antes de la eclosión del huevo. Este tipo de abeja nace en una celda de reina más grande de lo normal donde están equipadas con jalea pura.

Larva: Durante los próximos 5 días, la larva queda fecundada.

Estadio pupal: Durante los próximos 7 días: sigue la fase pupal. De allí parte la abeja adulta sexualmente desarrollada, que es la única en toda la colmena, en busca de su alimento especial.

Vuelo de reconocimiento: 2 días después, después de que se complete la metamorfosis, realiza vuelos de reconocimiento (DICTA, 2005).

2.9.2 Obrera

El ciclo de vida de la abeja obrera, se desarrolla así:

Eclosión: tarda de 3 a 5 días en eclosionar el huevo hasta que sale la larva.

Alimentación: Se alimentan inicialmente con jalea real mezclada con polen. Los días primeros, la jalea que reciben no es pura como las futuras reinas. Desde recién hasta el tercer día pueden ser alimentados con jalea pura. Luego se convierte en una mezcla de pan de abeja, polen, miel y enzimas, que se fermentan para esterilizar el producto y aumentar el contenido de vitaminas, aminoácidos y proteínas, dando como resultado un alimento altamente nutritivo. En esta etapa como no reciben únicamente jalea real, deriva el ciclo de las abejas para que no se formen integrantes sexualmente desarrollados.

Larva: En esta etapa del ciclo de la abeja, la larva permanece en esta etapa durante 6 días hasta que sale de su celda y forma una pupa.

Pupa: Pasan 12 días antes de que finalmente se conviertan en abejas obreras adultas (Rothschuh, 2022).

2.9.3 Zángano

Los zánganos son abejas machos que ponen huevos no fertilizados. El ciclo de las abejas macho es de tres días en proceso de partenogénesis para crear un huevo y 7 días para desarrollar larvas en una celda cerrada. Una vez ya cerrada la pupa por 14 días da como resultado un adulto (Rothschuh, 2022).

Su trabajo principal es fertilizar a la reina para que produzca huevos. Están listos para la fertilización de 12 a 2 días después del nacimiento. Lo hacen en el aire durante los vuelos nupciales de la reina. Su tiempo de vida está ligado al período reproductivo de la reina y mueren después de la concepción porque su sistema reproductivo permanece dentro de la abeja reina. Antes de fecundar a la reina, pueden realizar otras funciones, como compartir la miel entre otros integrantes de la colmena (Cooper, 2021).

2.10 Comunicación entre las abejas

El mensaje que la abeja exploradora y cargada de botín transmite a sus compañeras al regresar a la colmena es instrumentado a base de danzas o bailes rítmicos ejecutados en las paredes verticales de los panales. Dependiendo de la situación y distancia de la fuente de aprovisionamiento, realizará la abeja dos tipos de danza: la danza en círculo esta se ejecuta cuando la recolectora retorna a la colmena con gran cantidad de fuentes alimenticias menores a 100 m y esta hace movimientos constantes en forma de círculo de dos maneras, ya sea a favor o en contra a las manecillas del reloj, durante esta danza se generan sonidos sin generar vibraciones (Lindauer, 1990) La danza en ocho consiste en que la abeja recolectora se dirige a volar sobre el panal mientras hace movimientos con su abdomen hacia los lados. Seguidamente de este recorrido una abeja pecoreadora hace un vuelo en círculo volviendo a hacer la caminata recta y al hacer esto produce un sonido el cual es producido con un número de frecuencia de 250 HZ con frecuencia de repeticiones de 30HZ entonces como este sonido se produce en varias veces toma la forma de un ocho (Frisch, 1956).

La especie *Apis mellifera* posee la aptitud innata de comunicarse entre sí, mediante el uso de un sistema notablemente complejo y sin rival con respecto a otras especies de animales aparentemente más avanzados. (Esch, 2022). Estos canales de comunicación se basan en la emisión de señales análogas que pueden ser amortiguadas o amplificadas dependiendo de los estímulos externos (Lindauer, 1990). Este tipo de comunicación es conocida como modulada y su duración de intensidad depende del estado motivacional (Hólldobler & Wilson, 1991).

Un ejemplo muy conocido de comunicación modulada es la danza del reclutamiento ya que esta tiene mucha varianza en su amplificación, en este caso las abejas reclutadoras modifican sus niveles de actividad durante de la danza ya sea de cotoneo o circular (Frisch R., 1956).

2.11 Anatomía de la abeja

La morfología de la abeja ya sea interna o externa es igual o parecida con los demás insectos, pero tiene una que otra particularidad al igual que en las funciones vitales (Ritter, 2001). El cuerpo de la abeja se divide en cabeza, tórax y abdomen (figura 6) estas partes se encuentran juntas y de igual manera se mueven entre sí; el material del cual está compuesta la envoltura de su cuerpo externo es la quitina (Ritter, 2001) dentro de la cabeza de la abeja se encuentran los órganos de los sentidos; en el tórax se encuentran los apéndices que son de suma importancia para el movimiento y de ultimo en el abdomen se encuentran los órganos encargados de la digestión (Persano, 2002).

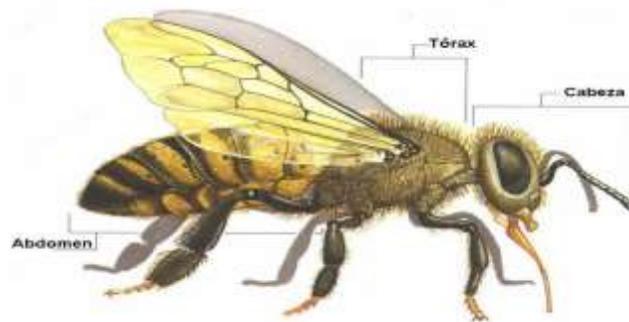


Figura 5. Anatomía abeja *Apis Mellifera*.

2.11.1 Cabeza

La cabeza en las abejas es parecida entre obreras y la reina pues la forma que estas optan es triangular a diferencia de los machos llamados zánganos, en estos es de forma redonda, la parte superior de la cara entre los ojos tiene el nombre de frente y ahí es donde se encuentran ubicados los tres ojos simples o también llamados ocelos, otra parte de la cabeza es la gena y esta se encuentra en ambos lados por debajo y por detrás de los ojos, otra parte muy importante es clípeo y este se encuentra situado debajo de las antenas entre la frente y el labro ; el labro se refiere a la tapa de la boca (Persano, 2002) A la parte posterior de la cabeza se le denomina occipucio en este se encuentra una perforación muy conocida llamada foramen y esta se comunica con la cavidad torácica con ayuda de la nuca membranosa. La parte inferior del occipucio tiene la forma de una U invertida y es conocida como

probóscide y ahí es donde se encuentran situadas las piezas bucales. Al tipo de cabeza de la abeja se le conoce como tipo hipognato y es conocido así porque el eje cefálico forma un ángulo recto con el eje del cuerpo (Persano, 2002).

2.11.2 Tórax

El tórax de las abejas se compone de cuatro segmentos los cuales están unidos en una sólida capa de quitina, esta parte del cuerpo es de mucha importancia ya que en esta se asientan todos los órganos del movimiento de las abejas los cuales son los tres pares de patas y los dos pares de alas (Arca et al., 2016). Del tórax dependen las patas y en ellas se encuentran los trazos que son los tramos de las extremidades de las patas en estos se encuentran pelos de distinta longitud colocados de manera de cepillo son de mucha importancia porque así las abejas pueden limpiarse las antenas también una ventaja de estos trazos es que en ellos las abejas pueden transportar polen o propóleos. Los movimientos de vuelo se ven realizados por los cordones musculares, estos al ser muchos llenan casi toda la caja torácica (Ritter, 2001).

2.11.3 Abdomen

El abdomen se compone de nueve partes, el primero es conocido como el propóleo y se encuentra sobre el tórax, de los nueve segmentos, solo son visibles seis segmentos, pues los otros tuvieron algunas transformaciones, en el caso de los zánganos solo tenemos 7 segmentos. Tenemos que los segmentos abdominales poseen dos placas las cuales son: las dorsales o también conocidas como tergitos y las ventrales o también de igual manera llamadas esternitos. (Ramírez, 1984) Los tergitos son de mucha importancia ya que cuando se unen por medio de membranas intersegmentales permite libertad de movimiento a las abejas, cada tergito contiene un par de espiráculos, al momento que los tergitos se enciman con los esternitos le permiten al insecto una inmensa cantidad de movimiento, consta que por medio de los músculos abdominales del cuerpo de estos insectos puede alargarse, expandirse o contraerse (Frisch R., 1965).

2.12 Sistema respiratorio

A diferencia de los humanos, los insectos no poseen pulmones para respirar, su manera de respirar es por medio de los tejidos y entra al cuerpo los orificios de las paredes este a su vez pasando por un sistema de bombas y tubos ramificados. Los tubos principales o mejor conocido como tráqueas (figura 7) cumplen la función de mantenerse abiertos por espaciamientos espiralados de carticula esto con el fin de facilitar la circulación del aire. Los troncos longitudinales se expanden en el abdomen. Los sacos traqueales actúan de manera que se contraen bajo la respiración de la sangre cuando el abdomen se contrae y reprime (Dade, 1962).

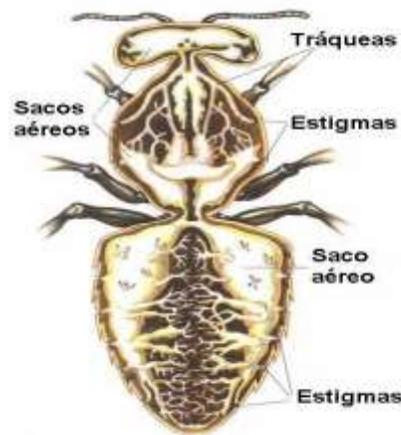


Figura 6. Anatomía sistema respiratorio.

2.13 Sistema circulatorio

El sistema circulatorio de las abejas es compuesto por dos diafragmas, uno que es el dorsal y el otro el ventral, se encuentran ubicados en el interior del abdomen, el corazón y en algunos órganos que ayudan a la circulación, primer diafragma mencionado que es el dorsal consiste en ser una membrana muy delgada y a su vez transparente que se encarga de separar al corazón de los órganos de la cavidad abdominal y se encuentra ligado a las apotemas de los tergitos y esternitos. Estos dos diafragmas ya mencionados son de mucha importancia ya que son los encargados de mantener la circulación dentro del abdomen y de dirigir sangre del tórax al abdomen (Dadant., 1980).

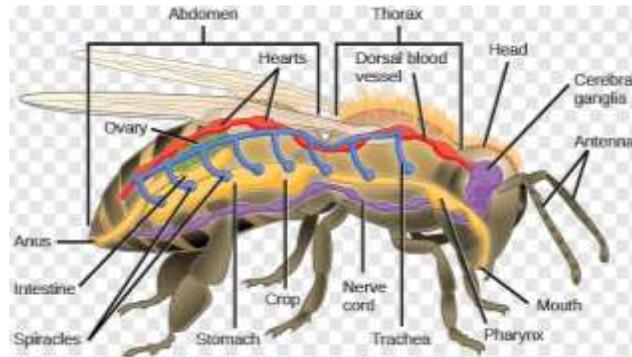


Figura 7. Anatomía sistema circulatorio.

2.14 Sistema nervioso

Este sistema principalmente es formado por el cerebro donde este es el encargado de enviar nervios a los ojos simples, antenas, al labio y al cibario, también el encargado de enviar nervios a las mandíbulas y a la probóscide es llamado ganglio subesofágico como se muestra en la (figura 9) también envía nervios por medio de una cadena central compuesta por dos pares de ganglios cada uno por un segmento y unidos entre todos por una comisura y posteriormente las cadenas están unidas por dos conectivos (López et al., 1991). De igual manera en cada segmento estos ganglios al momento de unirse forman una masa bilobada que al efectuarse esto desaparecen las comisuras y los conectivos tienden a parecer una especie de cordón. Los nervios del primer ganglio torácico se dirigen hacia las patas delanteras, los nervios del segundo ganglio hacia los músculos alares y al segundo y tercer par de patas. En la parte del abdomen también encontramos cinco ganglios y estos se encargan de regular las funciones de órganos encargados de la respiración y las digestivas (López et al., 1991).

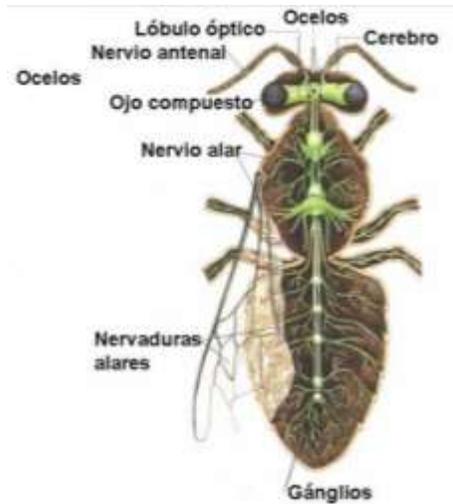


Figura 8. Anatomía sistema nervioso.

2.15 Sistema reproductor

En el caso de las abejas macho o mejor conocido como los zánganos; estos cuentan con dos testículos, dos conductos deferentes, dos vesículas seminales, un par de glándulas mucosas, un conducto eyaculador y por último el endófalo o también conocido como pene (figura 10) los testículos son muy pequeños y llegan a medir de 5 a 6 mm de largo y 1.6 mm de ancho de forma triangular y de color amarillento (Medina, 2018).

El aparato reproductor de la abeja reina (figura 11) se compone por dos ovarios piriformes situados en el segundo y tercer anillo del abdomen por cada lado del buche y al final en la parte superior se unen (Usabiaga et al., 2002). los ovarios están compuestos por tubos llamados ovariolas y en estos se producen los óvulos, las ovariolas quedan insertadas cerca de la cara ventral del corazón y se integran con varios tipos de células como son las ovulares, las foliculares y las células madre, los ovarios desembocan en el oviducto medio y en una bolsa esférica llamada espermateca es donde se almacenan los espermatozoides y posteriormente continua en la vagina. Que posteriormente se ancha y se forma la bolsa copulatoria y seguidamente esta se abre al exterior debajo del aguijón (Frisch, 1956).

También es importante que los órganos reproductores de la reina estén del todo desarrollados (Medina, 2018).

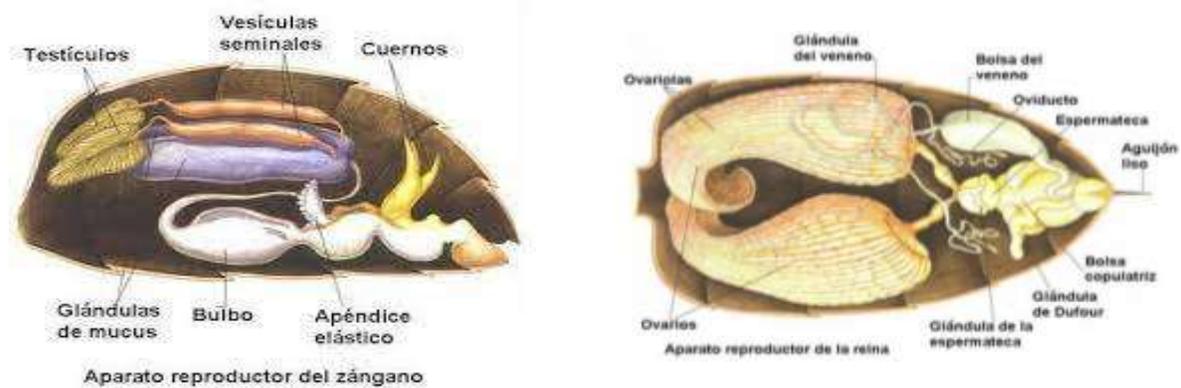


Figura 9. Anatomía aparato reproductor de zángano y abeja reina.

6.15 Sistema glandular

Las abejas tienen varios sistemas de glándulas y estas se desarrollan de manera correcta y sana si las abejas son alimentadas de la mejor manera con alimento de buena calidad durante la recría (Esch, 2022). Como número uno tenemos las glándulas de la mandíbula superior (figura 11) estas en la reina tienen una función muy diferente a la que desempeña en las obreras, en la abeja reina esta glándula es la encargada de producir la muy conocida sustancia real que es de mucha importancia para el mantenimiento de la colmena seguidamente están las llamadas glándulas de los jugos alimenticios se encuentran ubicadas a ambos lados de la cabeza, en las abejas jóvenes se comienzan a presentar cuando en la época del cuidado de la cría. Las glándulas comienzan a segregar sustancias proteicas, grasas y minerales de igual manera enzimas y vitaminas estos componentes se juntan a una alimentación rica en hidratos de carbono formando un alimento que será dado a la cría abierta, a la abeja reina y a los zánganos, más tarde estas glándulas pasan a producir enzimas, algo muy importante es que las glándulas productoras de jugos nutricionales les es más fácil desarrollarse cuando las abejas disponen suficientes sustancias proteicas (Mace, 1991). Las glándulas olorosas se encuentran situadas en la parte dorsal del abdomen y solo se ven en forma cuando

la abeja dilata el abdomen y toma la posición que se le conoce como “llamada” y se presenta en forma de raya blanca y se le conoce como surco o canal odorífico y la sustancia que la abeja suelta la utiliza para identificar abejas de su misma colonia y para marcar fuentes de alimento (Persano, 2002). Las glándulas endocrinas crecen por medio de los conductos excretores colocando su secreción en la hemolinfa estos tipos de secreción son las hormonas que se encargan de dirigir los procesos metabólicos, el comportamiento, la muda y el desarrollo de las crías (Mace, 1991). Por último, tenemos las glándulas cereras (figura 12) estas forman cuatro pares uno por cada segmento, en cada esternito se encuentran dos zonas ovaladas y de color claro los cuales son conocidos como espejos de cera, estos contienen poros muy pequeños los cuales solo se pueden observar con microscopio y por medio de estas sale la secreción grasosa de las glándulas internamente ubicadas en cada esternito. Solamente la abeja obrera cuenta con glándulas cereras y comienzan a tener función a partir de los 12 días de edad.

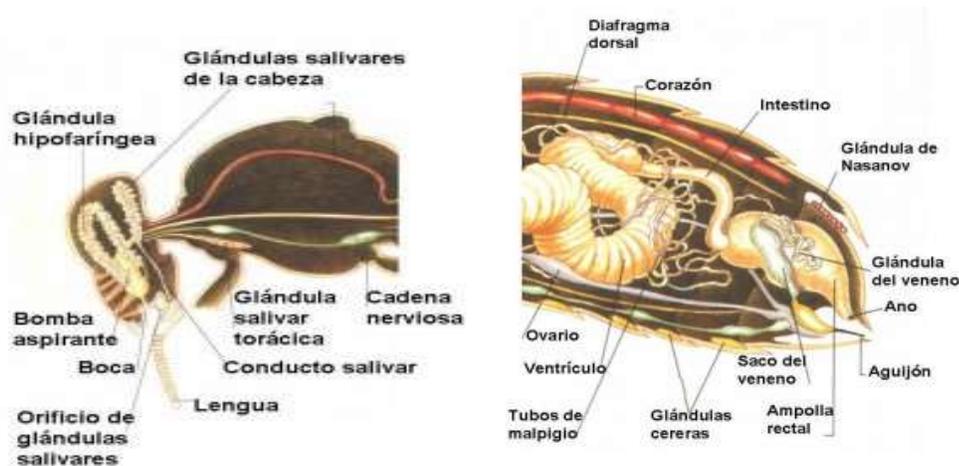


Figura 10. Glándulas salivales y glándulas cereras.

2.16 Aparato digestivo

Comienza con la proboscis, la cual es la encargada de abrir la cavidad de la bomba de succión, continúa con el esófago y luego se expande en el saco de néctar, a esto le sigue el proventrículo que es un canal angosto y muscular y después al estómago verdadero, el siguiente es el intestino este se divide en intestino anterior e intestino

posterior o recto. Este último abre al ano (OMG, 2008). El esófago es una especie de tubo por el cual el alimento se mueve en sentido anteroposterior, la función del proventrículo es regular el alimento que entra al ventrículo. La parte anterior del ventrículo tiene una válvula la cual evita la regurgitación de material del estómago al saco de miel. La parte de la digestión y absorción de sustancias alimenticias se lleva a cabo en el ventrículo seguidamente el canal alimentario se sigue con el intestino delgado y es ahí donde se terminan de asimilar los nutrientes procedentes del ventrículo para después ser distribuidos a través de la hemolinfa (OMG, 2008).

El intestino grueso es el encargado de acaparar los productos de desecho, que son deshidratados por acción de las papilas rectales, permitiendo que los excrementos sean almacenados en la ampolla rectal (OMG, 2008).

Al unirse el intestino con el ventrículo, se encuentra una red de túbulos llamados túbulos de Malpighio. Esto se refiere a órganos de excreción similares a los riñones en los animales superiores, y se desplazan por toda la cavidad del cuerpo de la abeja. Teniendo como función remover desperdicios y sales de la hemolinfa, para trasladarlos al recto y luego excretarlos (Retamoso et al., 2018). A continuación, se muestra en la figura 11.



Figura 11. Aparato digestivo de la abeja.

2.17 Nutrientes necesarios para las abejas

El comportamiento de nutrición de este tipo de abeja cambia de manera drástica de acuerdo a la edad y función de cada una de ellas dentro de la colonia (Donkersley, 2017) principalmente las abejas jóvenes necesitan proteína mientras que las adultas lo que más requieren es de carbohidratos (Crailsheim, 1990) . El consumo adecuado de nutrientes a partir del polen da muy buen resultado en la longevidad, supervivencia, productividad y estado sanitario de las colonias. La longevidad de *Apis Melífera* se determina por la alimentación adecuada y el mayor requerimiento de proteínas es en la cría de larvas (Hydak, 1970). La jalea real es la que más consumen las larvas de abejas reinas, obreras y zánganos, cabe mencionar que la abeja reina es la que recibe jalea real durante todo su desarrollo larvario a diferencia de las abejas obreras y zánganos que solo reciben jalea real durante tres días después las obreras reciben una mezcla de polen con miel y agua hasta su percolación mientras que los zánganos solo reciben polen (Imdorf, 2001). A partir del polen las abejas aprovechan proteínas y aminoácidos esenciales esto con el objetivo de desarrollar músculos, tejidos corporales y prepara alimentos para el desarrollo de los zánganos. Obreras y reinas (Hydak, 1970). Las abejas tienen la necesidad proteica en promedio de 3.07 mg de nitrógeno que esto equivale a 19.2 mg de proteína, las nodrizas son las que más demandan el polen debido a su producción de jalea real y también el mantenimiento de las crías (Brodschneider & Crailsheim, 2010). Otro nutriente de vital importancia son los lípidos ya que se almacenan en el cuerpo y estos son utilizados en la escasez de recursos y previo al periodo invernal (Roulston, 1980).

2.18 Escasez de miel y polen

En los casos en los cuales se presenta escasez, se opta por implementar métodos de alimentación ya que la falta de néctar y polen de manera natural en el campo afecta de forma severa el desarrollo poblacional de las abejas (Semkiw & Skubida, 2016). Entre las opciones más conocidas de alimentación suplementaria más

usadas, se encuentra el jarabe de agua con azúcar de caña elaborado en proporción 1:1 (Haber et al., 2019) que les beneficia a las abejas en el requerimiento energético. Para la suplementación de proteína lo más común es utilizar la harina de soya o levadura de cerveza (Núñez-Torres et al., 2017) en forma de torta que es aprovechada por las abejas obreras para la alimentación de las larvas y para producir jalea real para alimentar a la abeja reina y estimular la postura de huevos (Medina-Flores et al., 2018). Es por eso que los suplementos energéticos y proteicos son necesarios para hacer más grandes las poblaciones de abejas obreras con el objetivo de tener un mejor aprovechamiento de floración, teniendo mayor rendimiento en el almacenamiento de néctar y polen, además de llevar a cabo una mejor polinización de diversas especies vegetales.

2.19 Reservas corporales en las abejas

En las abejas, el polen y el néctar son las bases principales en la colmena para poder subsistir en el ambiente, debido al estado dinámico del alimento en la colmena, se necesita varios factores que favorezcan las reservas corporales en la colmena (suficientes pecoreadoras junto con una buena floración) para poder cubrir los estados nutricionales de las abejas nodrizas que alimentan a las larvas (Vit, 2004).

Por el consumo de polen; ellas lo transforman en proteínas asimilables (comúnmente conocida como jalea real compuesta por aminoácidos: histidina lisina, treonina, metionina etc.) que se distribuye en toda la colmena alimentando así a las larvas, reina, nodrizas zánganos y pecoreadoras (Piedra, 2017).

Aparte de tener los alimentos que ayudan al mantenimiento o al crecimiento potencial en la colmena, es necesario entender que las reservas energéticas en las abejas ayudan a su constante reproducción, a tener un buen desempeño en el vuelo para el pecoreo o para su dispersión de enjambres (Ulloa et al., 2010).

2.20 Néctar

Las floraciones de diversas plantas dependen de la temporada (mayormente primavera), el clima, planta, suelo y el entorno; las abejas liban el néctar de las flores (exudación de las flores) así como otras sustancias azucaradas que se encuentren en el entorno, transportan, transforman, combinan con otras sustancias, deshidratan, concentran y almacenan en panales convirtiéndolo en miel (Vit, 2004).

El néctar es un atrayente esencial en las plantas para su perfecta polinización con la ayuda de diversos insectos atraídos por dicha sustancia, por su concentración de azúcares, aminoácidos, minerales entre otras más (Burgos et al., 2012).

La transformación del néctar a miel, constituye una fuente energética importante para las abejas por los monosacáridos fructuosa y glucosa siendo estos unos azúcares simples (Ulloa et al., 2010).

2.21 Polen

El polen es el alimento proteico que las abejas recolectan en las plantas, es un producto de gran interés nutricional debido a su alta gama de minerales, vitaminas y su buen aporte proteína en las abejas, no solo en las abejas causa beneficios sino en los humanos que juntamente ayudan a combatir diversos patógenos (Fuenmayor et al., 2011).

Los diferentes tipos de polen varían de acuerdo a las plantas, nos referimos en cuanto a la composición proteica, así mismo el polen lleva un proceso para ser digerible obteniendo así aminoácidos esenciales, grasas, minerales, oligoelementos, etcétera (Saavedra et al., 2013).

Es por ello que el polen es necesario para la alimentación en las larvas como en las abejas, al no haber aminoácidos libres, lípidos, vitaminas y minerales hay un decaimiento poblacional en la colonia hasta su desaparición (Burgos et al., 2012).

2.22 Sustituto de polen

En el tiempo de abundante floración, las colmenas crecen a pasos agigantados por el alimento suficiente que hay en el campo, de lo contrario en tiempo de escasas de alimento las colmenas reducen mucho su población, es donde todo apicultor interviene para dar una suplementación (sustituto de polen y jarabe de azúcar) (Piedra, 2017).

Se llega a la necesidad de alimentar a las abejas en temporada de baja floración, con el polen (alimento natural), dando un alimento ya procesado (alimento artificial) como es la levadura de cerveza, harina de soya, harina de pescado y lactoalbúminas como sustitutos alimenticios, con el propósito de mejorar la nutrición en la colmena dando como beneficio un desarrollo continuo en la puesta de la reina, buen estado poblacional y reservas de alimento para las diferentes castas de abejas (nodrizas, pecoreadoras, guardianas, etc.) (Avilez et al., 2007).

2.23 Características nutritivas

El polen está dado principalmente por: proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y sales minerales, por lo cual en la temporada de sequía se suplementa con levadura de cerveza, harina de soya, harina de pescado entre otras más, con el fin de suplir las necesidades en la colmena (Saavedra et al., 2013).

2.24 Beneficios de la suplementación

La suplementación beneficia la población de la colmena, mantiene la postura de la reina, cuando se acerca las floraciones donde al tener abejas bien alimentadas mejora la cosecha, una de las cualidades más importantes es que las abejas no padecen malnutrición por lo cual no padecen enfermedades por la inmunidad que se genera gracias a la alimentación así mismo los sustitutos de polen aumentan la proteína en la hemolinfa brindando un sistema más inmune a cualquier patógeno (Burgos, 2012).

2.25 Problema de suplementación

Uno de los principales problemas negativos de dar sustitos de polen, no siempre provee de todos los nutrientes necesarios y juegan varios factores en contra, como es el preparado (que tiene que ser un preparado mayormente sólido), en climas lluviosos tiende a descomponerse rápido el sustituto por la humedad excesiva y la fortaleza de las colmenas (al estar menguada su población el consumo de alimento es menor o nulo) al igual que si las colmenas no logran consumir ese alimento en cierto tiempo, se descompone u otros insectos como las moscas pueden entrar a ovar la descomposición del sustituto (Argüello, 2010). Por ende, se crean patógenos que dañan a la colmena que, en vez de beneficiar daña a la colmena, recordando que las abejas consumen ese alimento y lo van repartiendo en toda la colmena; las abejas pueden ir menguando su población o pueden enjambrar en casos difíciles al no encontrar otra solución (Mayorga, 2012).

2.26 Suero de leche

En el proceso de la coagulación en los quesos, hace que solo se aproveche el 5% de la leche, el resto del 95% restante de la leche es el suero sobrante (Brodshneider et al. 2010).

2.26.1 Obtención y proceso del suero de leche

El resultante de la separación del lactosuero y la obtención de queso en la coagulación de caseína y otras grasas, en pocas palabras es el líquido sobrante al cuajarse el queso (Aguilar, 2011).

2.26.2 Características nutricionales

Sus derivados del suero de leche lactulosa y lactosucrosa, la fracción lipídica de la membrana de los glóbulos de grasa de la leche contiene ácidos grasos poliinsaturados, como el ácido linoleico conjugado, su contenido de oscila proteína, 3 g/L a 4 g/L de grasa, 38 g/L a 45 g/L de lactosa, también es rico en minerales, siendo los principales el calcio (0.6 g/L), fósforo (0.7 g/L), magnesio (0.17 g/L), sodio

(0.3 g/L) y potasio (1 g/L), otros minerales presentes son zinc, hierro, cobre y manganeso (Mazorra et al., 2019).

2.27 Utilización del suero de leche en alimentación animal

Se han evaluado diferentes trabajos como son la crianza de cerdos en durante la recría, se ha aplicado suero en diferentes silos, así como dietas en vacas, se ha usado suero en polvo para la nutrición en pollos, inclusive se han estado usando bebidas energéticas basadas en suero de leche par humano, entre otras más. (Chaves et al., 1997).

Buscando por objetivo la calidad de un buen alimento ayudándoles a cubrir la mayoría de los requerimientos nutricionales, la composición del suero de leche brinda una buena fuente de proteínas, minerales, grasas entre otras más (Hannibal et al., 2015).

El suero de leche siendo un subproducto de la leche es una alternativa viable para la nutrición animal por su valor nutricional que ayuda mucho a la recría o al engorde de los animales, por su composición de este se ha utilizado dando buenos resultados en dietas (Borrero et al., 2017; Pineda et al., 2015).

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar la adición de suero de leche en el jarabe de azúcar sobre el consumo de MS, PC, así como su aceptación en las colmenas durante el período de alimentación que comprende de los meses de julio a noviembre en el sur de Quintana Roo.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar en *Apis mellifera* el consumo de MS y PC por adición en el jarabe de azúcar en diferentes niveles de suero de leche de vaca.
- Estimar la aceptación en las colmenas del suero de leche de vaca adicionado al jarabe de azúcar.

IV.HIPÓTESIS

No se presentan diferencias entre tratamientos en la aceptación y consumo por adición al jarabe de suero de leche con azúcar en colmenas *Apis mellífera*.

V. MATERIALES Y METODOS.

5.1 Localización

El presente proyecto de Residencia Profesional se realizó en el apiario que está en el rancho de Don Fermín, localizado a en el ejido de Juan Sarabia municipio de Othón P Blanco Quintana Roo, coordenadas 18°29'20.19"N, 88°30'17.93"O, con un clima cálido subhúmedo tipo AW₁, con lluvias en el verano y parte del invierno, la temperatura media anual fluctúa entre los 24.5 y 29.8 °C. Se encuentra casi a nivel del mar y su topografía es plana, con predominancia de los suelos *gleisolesaplicos* (Akalche gris) de acuerdo con la clasificación de la FAO, los vientos dominantes con alisios que soplan casi todo el año, pero principalmente en verano.

5.2 Colmenas a evaluar

Se trabajó con colmenas de abejas de la especie *Apis mellifera* y se seleccionaron aleatoriamente en el apiario colmenas langstroth, que por la época del año en que escasea la floración de plantas necta-poliníferas estuvieron como cámaras de cría. Cada cámara de cría tuvo 8 cuadros o bastidores, se cuidó y revisó semanalmente la existencia de la abeja reina para garantizar la postura para la producción de cría, larvas y cría cerrada. Las abejas serán trataron con timol para el control de la varroa.

5.3 Variables a medir

- Nivel de población de las abejas en los cuadros o bastidores (Población fuerte, mediana o débil) en las colmenas
- Comparar las medias del CMST, CPCTO, CPCSU y CPCT con diferentes niveles de adición suero de leche al jarabe de azúcar.

5.4 Tratamientos

De acuerdo a los diferentes tratamientos se evaluó las colmenas y se les proporcionó torta de proteína a base de levadura de cerveza con azúcar, y como energético jarabe de azúcar al que se le adicionó suero de leche para suplir las necesidades de proteína.

5.5 Preparación de la torta de suplementación

La torta de proteína se elaboró con levadura de cerveza de acuerdo al porcentaje de 0.060 gr, así como azúcar refinada ocupando 0.040 gr, se adicionó agua para su preparación, hasta adquirir la consistencia de una pasta o torta evitando que quede muy húmeda o pastosa.

5.6 Preparación de jarabe de azúcar

Se proporcionó una fuente de energía de fácil acceso a las abejas, se elaboró jarabe de azúcar que se administró 1 litro para cada testigo y en cantidad de 500 a 600 ml a los dos tratamientos cada semana, durante el período que duró la alimentación artificial. Para la elaboración del jarabe de azúcar se utilizó una proporción de dos partes de agua por una de azúcar, de manera que se le proporcionó un litro para cada testigo, también se utilizó dos partes de suero por una de azúcar, como se indica en el cuadro 2. Se hirvió el agua y el suero a 100 °C y se incluyó el azúcar diluyéndola completamente en los dos preparados.

Cuadro 2. Tratamientos con suero de leche de vaca con azúcar.

Tratamiento	ml de suero de leche/semanal	% de agua	g de azúcar
T1	0	100	500
T2	500	0	250
T3	600	0	300

5.7 Suministro de la torta de suplementación y jarabe de azúcar

La torta de suplementación se administró en una cantidad de 100 gramos por cada colmena, la cual se colocó en la parte superior de la caja Lanstroth. El jarabe de azúcar 1 litro por cada testigo y al jarabe de azúcar con suero se suministró 500ml a 600 ml a los dos tratamientos a través de un alimentador que se colocó en la piquera de la colmena. A la semana se retiró el rechazo de la torta de suplementación, así como el jarabe de azúcar no consumido o rechazado.

5.8 Número de celdas por bastidor

Se determinó el número total de celdas por las dos caras de los bastidores, se realizó un muestreo en 10 bastidores en un área de 25 cm², se contaron el contenido de las celdas existentes por dicha superficie y se realizó una traspolación de acuerdo a la superficie total de cada cara o lado de los bastidores.

5.9 Porcentaje de huevos puestos, larvas, cría cerrada, miel y polen

Semanalmente durante el período que tardó la alimentación artificial, se midió de manera visual el lado “A” y lado “B” de cada bastidor o cuadro que integran la cámara de cría, se realizó una evaluación visual de los huevos puestos, larvas, cría cerrada, miel y polen en términos porcentuales a la superficie de cada cara de cada uno de los 10 bastidores o cuadros, para posteriormente de acuerdo al porcentaje se realizó los cálculos del número de celdas existentes.

5.10 Registro de los datos

Se registraron los datos obtenidos en hoja de cálculo en el programa EXCEL, realizando un registro cada semana.

5.11 Diseño y análisis estadístico

Se realizaron cinco repeticiones por tratamiento y la unidad experimental en una cámara de cría con 8 bastidores. Los resultados de las variables que fueron evaluados se sometieron a un análisis de varianza de un diseño de bloques completamente al azar, con un nivel de significancia $P > 0.05$. Así mismo se realizaron pruebas de medias mediante el procedimiento de la prueba de Tukey ($P > 0.05$) en el programa estadístico SAS (2008).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Resultados

El análisis de varianza sobre la fortaleza de la colmena por adición de suero de leche al jarabe de azúcar en diferentes niveles indica la existencia de diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos para las variables: CMST, CPCTO, CPCSU y CPCT (Cuadro 1).

Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza para fortaleza de la colmena por adición de diferentes niveles de suero de leche como fuente de ácidos proteina.

F.V	Gl	CMST	CPCTO	CPCSU	CPCT
Tratamiento	2	53000.37***	13.83 ^{NS}	24.64***	6.92 ^{NS}
Error	46	129.66	5.12	0	5.1180114

F. V= Fuente de variación; gl= Grados de libertad; CMST= Consumo de Materia Seca Total; CPCTO= Consumo de Proteína Cruda por Torta; CPCSU= Consumo de Proteína Cruda en Suero; CPCT = Consumo de Proteína Cruda Total; *** = $P \leq 0.001$; NS= No significativo.

En el cuadro 2 se indican los promedios obtenidos con diferentes niveles de suero de leche añadido al jarabe de azúcar sobre los consumos de MS y PC en la colmena.

El CMST que presentaron los diferentes tratamientos indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) con el mayor consumo en T1. En el CPCTO no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos. Para la variable de CPCSU el mayor consumo se obtuvo en el T3 cuando se adicionó 600 ml de suero de leche de vaca. El CPCT no presentó diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$) entre tratamientos.

Para la variable de aceptación del suero de leche de vaca con azúcar en una relación 2:1, presentó una aceptación del 100% por las colmenas, con la observación que fue aceptada y consumida en su totalidad, en un tiempo de tres

días, se consumió el suero de leche con azúcar, no presentando rechazos en los tratamientos.

Cuadro 4. Comparación de medias del CMST, CPCTO, CPCSU y CPCT con diferentes niveles de adición suero de leche al jarabe de azúcar.

Tratamiento	CMST	CPCTO	CPCSU	CPCT
T1 (0%)	517.75 a	7.99 a	0 c	7.99 a
T2 (500 ml suero)	417.43 c	7.40 a	1.82 b	9.22 a
T3 (600 ml suero)	503.45 b	6.26 a	2.18 a	8.45 a
DMSH	9.19	1.82	0	1.82

DMSH= Diferencia mínima significativa. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey, $P \geq 0.05$); Medias con literal diferente son significativamente diferentes (Tukey, $P \leq 0.05$).

6.2 Discusión

En el periodo de escasos de néctar y polen, las abejas requieren utilizar sus reservas corporales debilitándolas, cuando la colmena recibe el mantenimiento con un alimento rico en proteína, vitaminas y minerales las abejas se mantendrán estables hasta la entrada de floración (Orellana, 2013). El suero de leche está compuesto por minerales y proteínas brindando una buena nutrición en las colmenas (Agurto & Santamaría, 2013).

El T1 presentó un mayor valor para CMST con 517.75 g, sin embargo, las dietas con suero de leche de vaca con azúcar presentaron mayores valores de CPCT, aunque no existieron diferencias estadísticas entre tratamientos. Estos resultados indican que probablemente el valor biológico de la proteína de las dietas con suero de leche de vaca con azúcar es superior. Vrabie et al. (2019) afirma que el uso de azúcar y jarabe de suero como suplemento proteico contiene todas las vitaminas del grupo B, enzimas y minerales que aumentan la capacidad de trabajo de las

abejas, aseguran una intensificación de la puesta de huevos de la reina y mejoran la crianza amplia.

La aceptación del suero de leche de vaca con azúcar fue del 100% para el presente trabajo no existiendo rechazo por parte de las abejas en las colonias con tratamiento de suero con azúcar. La total aceptación de las abejas alimentadas con suero de vaca puede ser explicado, por ser un alimento amplio en aminoácidos que puede utilizarse para obtener un alimento proteico-carbohidrato de fácil asimilación para las abejas dando una aceptación del 100% en temporada de escasez (Vrabie et al., 2019). En este sentido Tenelanda-Toaza (2017) evaluó el uso de 700 ml de suero con azúcar, observando que las abejas presentaron un consumo completo en menos de tres días, brindando a las abejas el 0,9% de proteínas, aportando así el 6.35% de materia seca, cubriendo los requerimientos nutricionales en las abejas.

VII. CONCLUSIONES.

7.1 Conclusiones

- Los CMST fueron mayores para las abejas alimentadas tradicionalmente con jarabe de azúcar y torta de proteína. Las dietas con suero de leche de vaca con azúcar presentaron mayores valores de CPCT probablemente porque el valor biológico de la proteína de las dietas con suero de leche de vaca con azúcar es superior.
- La aceptación del suero de leche de vaca con azúcar fue del 100% para el presente trabajo no existiendo rechazo por parte de las abejas en las colonias con tratamiento de suero con azúcar.
- El suero de leche de vaca es un subproducto en la fabricación de quesos en el sur del Estado de Quintana Roo y es un recurso potencial y económico para ser utilizado en la alimentación de las colmenas en época de escasez de polen y néctar.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar Bravo, A. (2011). Alimentación de becerros holstein con suero de leche.
Rescatado: <http://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/3455>
- Agurto, J. I., & Santamaría, J. (2013). Efecto del suero de leche de vaca en la alimentación de abejas (*Apis mellifera*) para la producción de Jalea Real.
Rescatado: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/b393513f-4e8e-454d-989b-bf0485736038/content>
- Aroche, A. (2018). El desarrollo de la apicultura sostenible, clave para el desarrollo de los pueblos indígenas de Quintana Roo. Francico Rosado-May, Mario Chan Collí y Héctor Cáliz de Dios (coords.), Sin memoria no hay historia. El rostro humano en la creación de la Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo, GLOBAL BEJ, México, 443-455.
- Arca, O. C. R. V., Arca, B. S. M., & Silva, R. E. A. (2016). Características morfo métricas, comportamiento higiénico y agresividad de abejas criollas *Apis mellifera* sp. UCV Hacer, 5(1), 16-23.
- Argüello Nájera, O. (2010). Guía técnica de nutrición apícola.
- Avilez, J. P., & Araneda, X. (2007). Estimulación de la puesta en abejas (*Apis mellifera*). Archivos de zootecnia, 56(216), 885-893.
- Borrero Manrique, A., Cujía Mendinueta, K., & Gutiérrez Castañeda, C. (2017). Ensilado de mango y lactosuero.
- Brodshneider, R. & Crailsheim, K. (2010). Nutrition and health in honey bees *apologie*, 278-294
- Burgos Mayorga, A. R. (2012). Comparación de la producción de polen con tres fuentes alternativas de proteína en la dieta de *Apismellifera*. Recuperado: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/336>
- Barerra, A. (2014). Manual de cría de abeja reina (cuarta ed.). (IICA, Ed.) México D.F., México: SAGARPA.pag.35-47

- Castellanos-Potenciano, B. P., Gallardo-López, F., Sol-Sánchez, A., Landeros-Sánchez, C., Díaz-Padilla, G., Sierra-Figueroa, P., & Santivañez-Galarza, J. L. (2016). Impacto potencial del cambio climático en la apicultura. *Rev. Iberoam. Bioecon. Cambio Clim.*, 2(1), 1–19.
- Chavez, M., & Gonzáles, E. (1997). Utilización del suero lácteo líquido en la alimentación del cerdo ibérico durante la recría. *facultad de producción animal*.
- Crailsheim, K. (1990). The protein balance of honey bee worker. *Apidologie*, 417-429
- Cooper, O. (2021). Guía de apicultura para principiantes. Recuperado: https://books.google.com.mx/books?id=e_sVEAAAQBAJ&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- Soltis, P. S. Soltis, P. K. Endress, M. W. Chase. (2005). *Phylogeny and Evolution of Angiosperms*. Sinauer, Sunderland, MA.
- Dadant. (1980). *La colmena y la abeja melífera*. Editorial Hmisferio Sur, Montevideo. Recuperado: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4361/T19624%20GONZALEZ%20HERNANDEZ%2c%20ALVARO%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dade, H.A. (1962). *Anatomy and dissection of the honeybee*. Bee Research Association Ltd., Kent, Inglaterra.
- Danforth, B., Brady, S., Si Pes, S., Pearson, A. (2004). Single-Copy Nuclear Genes Recover Cretaceous-Age Divergences in Bees. *Society of Systematic Biologists*. 53:309–326
- Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). (2005). *Manual técnico de apicultura*. Servicio agrícola y ganadero (SAG). Tegucigalpa, Honduras.
- Donkersley, P. R (2017). Nutritional composition of honey bee food stores vary with floral composition. *Oecologia*, 749-761.

- Duttmann, C., Castillo, G., Demedio, J., & Verde, M. (2013). La apicultura y factores que influyen en producción, calidad, inocuidad y comercio de la miel. León, Nicaragua: UNAN-León.
- Esch, H. (2022). La evolución del lenguaje de las abejas. *Seicotifíe American* 216, nY 4, pp. 96-
- Fondo para la Protección de los Animales Salvajes (FAPAS). 2008. Manual de apicultura y conservación de la biodiversidad. Artes Gráficas EUJOA. Asturias. España. Pág. 13-17
- Frisch K. Von. (1956). The language and orientation of the bees. *Proc. Amer. Philos. Soc.*, 100, 515-519. Recuperado: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.en.01.010156.000401>
- Fuenmayor, C. A., Quicazán, M. C., & Figueroa, J. (2011). Desarrollo de un suplemento nutricional mediante la fermentación en fase sólida de polen de abejas empleando bacterias ácido lácticas probióticas. *Alimentos* pag. 17-39.
- Ghanbari R., F. Anwar, K.M. Alkharfy, G. Anwarul-Hassan & N. Saari. (2012). Valuable Nutrients and Functional Bioactives in Different Parts of Olive (*Olea europaea* L.) A Review. *Int. J. Mol. Sci.* 13(3). 3291-3340; doi:10.3390/ijms13033291
- Gilby A.R. (1965). Lipids and their metabolism in insects. *Annual Review of Entomology* 10, 141-160.
- Haber M, Mishyna M, Martínez JI, Benjamín O (2019) Edible larvae and pupae of honey bee (*Apis mellifera*): Odor and nutritional characterization as a function of diet. *Food Chemistry* 292: 197-203
- Hannibal, B., Santillán, A., Mercy, A., Ramos, E., Paola, V., & Rincon, A. (2015). Aprovechamiento del suero de leche como bebida energizante para minimizar el impacto ambiental. *European Scientific Journal*, 11(26).
- Herrero, F. (2004). Las abejas y la miel. León, España: Caja España.
- Hólldobler B. & Wilson E.O. (1991). The ants. Springer Verlag: Berlin.

- Hydak, M.H. (1970). Honey bee nutrition. Annual review of entomology, 143-156.
Recuperado:
<https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.en.15.010170.001043>
- Imdorf, A. (2001). Pollen nutrition and colony development in Honey bees
- Juarez, E. (1974).Comite Apicola Peninsular. CAP, 36. Recuperado:
https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1048/1/0000196981_documento.pdf
- Lindauer M. 1955. Über die Fluggeschwindigkeit der Bienen und über ihre Richtungsweisung bei Seitenwind. Naturwissenschaften, 42, 377-385.
- Lindauer (1990). Botschaft ohne Worte. Wie Tier sich verständigen. Piper: München, Zürich.
- López, (1991). Revista: Imagen Veterinaria, vol. 4 “Abejas”, Historia de la Apicultura en México, sección “composición, propiedades y usos de la jalea real” Ciudad universitaria, C.P 04510M, Delegación Coyoacán, México, D.F., P. 41 y 47.
- Mace, H. (1991). Manual Completo De Apicultura. Primera edición. México, Edit. Continental, 289 Pág.
- Manning R. (2006). Fatty acid composition of pollen and the effect of two dominant fatty acids (Linoleic and Oleic) in pollen and flour diets on longevity and nutritional composition of honey bees (*Apis mellifera*). Thesis Doctor of Philosophy. School and Biological Sciences and Biotechnology Murdoch University. Australian.
- Martínez-Peralta, C., Rosas-Echeverría, M. V., & Platas-Neri, D. A. (2018). diversidad e importancia de las abejas silvestres: mucho más que miel y abejorros.Rev.Agroproductividad., Vol. 1.
- Mathews, F. 2011. Planet Beehive. Australian Humanities Review. Consultado el 10 de Ene. 2012.

- Mazorra-Manzano, M. Á., & Moreno-Hernández, J. M. (2019). Propiedades y opciones para valorizar el lactosuero de la quesería artesanal. *CienciaUAT*, 14(1), 133-144.
- Medina, M. E. H. (2018). Reservas energéticas (carbohidratos, lípidos y proteínas) de abejas (*Apis Mellifera* L.) a lo largo de un gradiente de urbanización en Pachuca, Hidalgo (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO).
- Medina-Flores CA, Guzmán-Novoa E, Saldívar-Frausto S, Aguilera-Soto J (2018) Effect of three energy-protein diets on the population and honey production of honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Nova Scientia* 10: 1-12.
- Nation J. (2002). *Insect physiology and biochemistry*. CRC Press. Boca Raton, Florida, USA.
- Núñez-Torres OP, Almeida-Secaira RI, Rosero-Peñaherrera MA, Lozada-Salcedo EE (2017). Fortalecimiento del rendimiento de abejas (*Apis mellifera*) alimentadas con fuentes proteicas. *Journal of the Selva Andina Animal Science* 4: 95-103.
- Ocampo RBG. (2008). Cambio Climático y Actividad solar en el Holooceno. Tesis de Licenciatura, FCB-UNAM. Recuperado: <https://atlasnacionaldelasabejasmx.github.io/atlas/pdfs/1%20Cambio.pdf>
- Organización mundial de gastroenterología (OMG). (2008). Probióticos y prebióticos (en línea). Consultado 18 nov. 2011. Recuperado <https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/probiotics-and-prebiotics-spanish-2017.pdf>
- Orellana, J. M. (2013). Efecto del suero de leche de vaca como suplemento en la dieta de abejas (*Apis mellifera*) en época de verano para la producción de jalea real. Recuperado: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/24f8ed7c-b32f-48cf-b84f-aa86471ae9e7/content>

- Persano L. (2002). Apicultura Práctica, edit. AGT EDITOR, S.A. Progreso no.202-colonia Escandón C.P 11800 México D.F., 5ta Reimpresión, págs.:131, 142, 143,144, 151, 152, 154, 156, 157, 167, 168, 170, 172.
- Piedra Flores, M. R. (2017). Evaluación de la suplementación de una fórmula nutricional a base de vitaminas, minerales y aminoácidos a abejas melíferas (*Apis mellifera*), medida a través del peso de la colmena, porcentaje de postura de la reina (cria operculada) y cantidad de proteína de las abejas (Bachelor's thesis, Quito: UCE). Recuperado: <https://www.uv.mx/iiesca/files/2019/10/volumen-1ligas.pdf#page=132>.
- Pineda-Quiroga, C., Atxaerandio, R., Ruíz, R., & García-Rodríguez, A. (2015). Suplementación con lactosuero en polvo y concentrado protéico de lactosuero en dietas de iniciación de broilers: efectos sobre el rendimiento productivo.
- Ramírez, W. (1984). Biología del género *Melaloncha* (Phoridae) moscas parasitoides de la abeja doméstica (*Apis mellifera* L.) en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 32(1), 25-28.
- Retamoso, R. M., Ruiz, G. B., Benitez Ahrendts, M. R., & Carrillo, L. (2018). Determinación de niveles de nosemosis en apiarios de la provincia de Jujuy Argentina. Recuperado: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/162633>
- Ritter. (2001). Enfermedades de las abejas, editorial: ACRIBIA, S.A Royo, 23-50006 Zaragoza (España) págs. VII, 1, 2, 3, 4, 12.
- Ruiz, B. (2003). Módulo de apicultura. Instituto Nacional de Agricultura (INA). Tegucigalpa, Honduras: Guaymuras.
- Rothschuh, U. (2022). El ciclo de las abejas. Recuperado: <https://www.ecologiaverde.com/el-ciclo-de-vida-de-las-abejas-3650.html>
- Roulston, T. A. (1980). Pollen nutritional content and digestibility for animales. *Plant systemics and Evolution* ,222 (1-4), 18-7209

- Rondanelli, M. (2012) Análisis de la abeja (*Apis mellifera* L.) a nivel taxonómico, organizacional y de producción y cosecha de miel en apiaries del sector Pata de gallina.
- Saavedra, K. I., Rojas, C., & Delgado, G. E. (2013). Características polínicas y composición química del polen apícola colectado en Cayaltí (Lambayeque-Perú). *Revista chilena de nutrición*, 40(1), 71-78.
- Sarabia, J., & Roo, Q. (2016). Informe técnico de residencia profesional que presenta el C. Vicente Eugenio López Cetina. Número de control: 10870115.
- Semkiw P, Skubida P. (2016) Suitability of Starch Syrups for Winter Feeding of Honeybee Colonies. *Journal of Apicultural Science* 60: 141-152.
- SIAP, (2016). Indicadores estratégicos de indicadores del sector agropecuario y pesquero. México, D. Recuperado: http://www.itzonamaya.edu.mx/web_biblio/archivos/res_prof/agro/agro-2017-2.pdf
- Snodgrass R.E. and Erickson Eh. (1997). Chapter Bee. In: *The hive and the honey bee*. Edited I.M. Graham Dadant & Sons Hamilton. Illinois, USA.
- Stephen W. P., Bohart G.E., Torchio P.F 1969. *The biology and external morphology of bees. With a synopsis of the genera of northwestern America*. Agricultural Experiment Station, Oregon State University, Oregon, 140 p.
- SAS Institute Inc. (2002) Copyright Cary, NC, USA. Proprietary Software Version 9.00 (TSMO)
- Tenelanda Toaza, F. E. (2017). Utilización del suero de leche de vaca en la alimentación de abejas y su efecto en la producción de miel (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Rescatado: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7082/1/17T1456.pdf>
- Toup, A., Garnery, L., Solignac, M., Cornuett, J. (1994). *Microsatellite Variation in Honey Bee (Apis Mellifera L.) Populations: Hierarchical Genetic*

Structure and Test of the Infinite Allele and Stepwise Mutation Models.
Genetics 140:679-695.

Ulloa, J. A., Mondragon Cortez, Pedro, Rodríguez Rodríguez, R., Reséndiz Vázquez, J. A., & Rosas Ulloa, P. (2010). La miel de abeja y su importancia. CONACYT. Recuperado: <http://aramara.uan.mx:8080/bitstream/123456789/437/1/La%20miel%20de%20abeja%20y%20su%20importancia.pdf>.

Usabiaga Arroyo, J., Gallardo Nieto, J. L., & Cajero Avelar, S. (2002). Cría de abejas reina. Recuperado: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/7062?locale-attribute=en>

Vanbergen A. J. (2013). Insect Pollinators Initiative. Threats to an ecosystem service: pressures on pollinators. Recuperado: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1890/120126>

Vit, P. (2004). Productos de la colmena recolectados y procesados por las abejas: Miel, polen y propóleos. Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel, 35(2), 32-39.

Vrabie, V.; Derjanschi, V.; Ciochina, V.; Vrabie, E. (2019). He use of whey for honey bee feeding and obtaining of proteincarbohydrate bee feed. Journal Scientific Papers Series D. Animal Science Vol. 62 No.1 app. 105-110 ref.35.

Wenner A.M. (1962). Sound production during the waggle dance of the honeybees. Anim. Behav., 10, 79-98.

XIII. ANEXOS



Figura 12. Preparación de tratamientos.



Figura 13. Colocación de alimentadores y tratamientos.



Figura 14. Torta proteica y encendido del ahumador.



Figura 16. Toma de datos.